

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAHSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
QISHLOQ VA SUV XO‘JALIK VAZIRLIGI
TOSHKENT DAVLAT AGRAR UNIVERSITETI



“FIZIKA VA AGROMETEOROLOGIYA”

FANI BO‘YICHA

O‘QUV–USLUBIY MAJMUA

Toshkent – 2016

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2016 yil 6 aprelidagi 137-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv reja asosida tayyorlandi.

Tuzuvchilar	TDAU "Oliy matematika, fizika va kimyo kafedrasi". prof. B.Sapaev
	TDAU "Oliy matematika, fizika va kimyo kafedrasi" dots. X.U.Abdullaev
	TDAU "Oliy matematika, fizika va kimyo kafedrasi" dots B.Boynazarov
	TDAU "Oliy matematika, fizika va kimyo kafedrasi" ass.Ya.Yusupova
	TDAU "Oliy matematika, fizika va kimyo kafedrasi" ass I. Maripov

Xorijiy ekspert: Katsuhiro Nakamura prof of Physics, NUUz Emeritus prof of Osaka City University (Japan)

Taqrizchilar: O'zMU "Fizika" fakulteti dots

MUNDARIJA

SILLABUS	6
<i>NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI</i>	11
<i>LABORATORIYA MASHG'ULOTLARNING TAVSIYA ETILADIGAN MAVZULARI</i>	15
II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI	18
"Fig'rlay olasanmi?" texnologiyasi.....	23
"Bumerang" metodi.....	23
"Fig'rlarning shiddatli hujumi" metodi.....	27
"6X6X6" metodi.....	29
III. NAZARIY MATERIALLAR	33
1- Mavzu <i>Fizika predmeti. O'lchashlar va vektorlar. Bir, ikki va uch o'lchamli o'lchashlar. Kinematika</i>	33
2-Mavzu: «Nyuton qonunlari. Impuls, ish, energiya va quvvat. Impuls va energiyaning saqlanish qonuni».....	42
3-Mavzu: Aylanma harakat. Qattiq jismning kuch, impuls va inertsia momenti.	52
4- Mavzu: Akustika va gidrodinamika qonunlari.....	57
5- Mavzu. Issiqlik va termodinamika-ning birinchi qonuni.Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya	72
6-Mavzu: Elektr zaryadlari. Kulon qonuni. Elektrostatik maydon xarakteristikalar	99
7-Mavzu. O'tkazgichlar va dielektrik-larlarda elektr maydoni Elektr maydon energiyasi. Elektr sig'imi va kondensa-torlar	109
8- Mavzu. O'zgarmas tok qonunlari. Quvvat. Kirxgof qoidalar	116
8-Mavzu: Elektromagnit induksiya va o'zgaruvchan tok.	120
9- Mavzu: Yarim o'tkazgichlar. Yarim o'tkazgichlardagi xususiy va aralashmali elektr o'tkazuvchanligi	139
10- Mavzu: Vakuumda va gazlarda elektr toki	151
11-Mavzu: Yorug'likning zarracha va to'liq dualizmi. Geometrik optika qonunlari. Optik asboblari	166
12-Mavzu. Yorug'likning interferensiyasi va difraksiyasi.	174
Yorug'lik dispersiyasi. Yorug'likning qutblanishi.....	174
13-Mavzu: Absolyut qora jism nurlanishi qonunlari.....	188
Yorug'likning kvant tabiati. Foton. Fotoeffekt.....	188
14-Mavzu. Atom tuzilishi. Bor postulatlar. Optik spektrlar va rentgen nurlari. Atom yadrosi modellari. Yadro reaksiyalar.....	203
15-Mavzu.Radioaktivlik qonunlari. Dozimetriya	219
16-Mavzu: Agrometeorologiya predmeti, tadqiqot usullari.....	227
Atmosfera bosimi.....	227
17 -Mavzu Quyosh radiatsiyasi.....	242

18-Mavzu: Tuproqning issiqlik rejimi.....	261
19-Mavzu: Havoning issiqlik rejimi.....	278
20-Mavzu: Havoning namligi. Bug‘lanish yog‘inlar.....	285
21-Mavzu: Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun xavfli meteorologik hodisalar.....	299
22-Mavzu: Iqlim va uning qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishidagi ahamiyati.....	312
23-Mavzu. SHamol, ob-havo va uni oldindan aytish	326
24-Mavzu. Agrometeorologik kuzatishlar va bashoratlar	330
IV. AMALIY MASHG‘ULOTLARNING TAVSIYA ETILADIGAN MAVZULARI.....	349
V. KEYSLAR BANKI.....	350
1. Fizika va Agrometeorologiya fani va uning tadqiqot uslublari haqida keyslar. .	352
2. Nyuton qonunlari, Impuls, ish , energiya va quvvat haqida keyslar	355
6. Quyosh radiatsiyasi haqida keyslar	371
KEYSLAR.....	371
7. Tuproqning issiqlik rejimi haqida keyslar.....	374
KEYSLAR.....	374
8. Havoning issiqlik rejimi haqida keyslar.....	377
KEYSLAR.....	377
VI. MUSTAQIL TA’LIM MAVZULARI.....	409
VII. GLOSSARIY	415
VIII ADABIYOTLAR RO‘YXATI	468

SILLABUS

1.FANNING QISQACHA MAZMUNI

Fanning qisqacha tavsifi		
OTM ning nomi va joylashgan manzili:	Toshkent davlat agrar universiteti	Toshkent viloyati Qibray tumani, Universitet ko'chasi, 3-uy
Kafedra:	"Oliy matematika, fizika va kimyo"	"Meva sabzovotchilik va uzumchilik" fakulteti tarkibida
Ta'lim sohasi va yo'nalishi:		Bakalavriat bosqichining yo'nalishiga mo'ljallangan
Fanni (kursni) olib boradigan o'qituvchi to'g'risida ma'lumot:	O'qituvchi. prof B.Sapaev dots. X.Abdullaev ass I.Maripov	imaripov@list.ru

Dars mashg'ulotini o'tkazish vaqti va joyi:	O'quv-uslubiy boshqarma tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan jadval asosida universitetning o'quv binolarida	Kursning boshlanish va davom etish muddati: 2-sentyabr boshlanib, 20 mayda tugallanadi	Ta'lim yo'nalishlari o'quv rejasiga muvofiq birinchi kurs, ikkinchi semestrda
Individual grafik asosida professor-o'qituvchining talabalar bilan ishlash vaqti:	Haftaning chorshanba kuni tushdan so'ng soat 14.00 - 17.00 gacha		
Fanga ajratilgan o'quv soatlarining o'quv turlari bo'yicha taqsimoti	Auditoriya soatlari		Mustaqil ta'lim:
	M a'ruza	8	Amaliy Laboratoriya 6
Fanning boshqa fanlar bilan uzviy aloqasi (prerekvizitlari)	Matematika, Biologiya, Kimyo fanlari integratsiyasi asosida bilimlar shakllanadi		

Fanning mazmuni	
Fanning dolzarbligi va qisqacha mazmuni:	Fanning dolzarbligi: Fizika va Agrometeorologiya fani qishloq xo'jalik oliy o'quv yurtlari bakalavriat bosqichi talabalar uchun umumiy fundamental fanlaridan biri hisoblanib, mexanizatsiya va elektrlashtirish sohasi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda tashqi muxit, yorug'lik, havo, issiqlik, namlik, tuproqning fizik xossalari qishloq xo'jalik mashinilarining ishlash prinsiplari, elektrlashtirish

	kabi hodisalarga tushuncha beradi. Fanni o'qitishdan asosiy maqsad:- Fanni o'qitishdan maqsad talabalarga qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash, elektrlashtirish va tabiat hodisalarining umumiy qonuniyatlarini, materiyaning tuzilishi va xossalari, uning harakati qonunlari bilan tanishtirish, qishloq xo'jalik mahsulotlarini tezpisharligi va johon bozori talablariga javob beradigan holda tayyorlashni, jamiyatni demokratlashtirish va iqtisodiyotni bozor tamoyillari asosida isloh qilishida muhim ahamiyatga egadir

2. TALABALAR UCHUN TALABLAR

Talabalar uchun talablar	- professor-o'qituvchiga hurmat bilan munosabat dabo'lish; - universitet "Odob-axloq qoidalarga" rioya qilish; - berilgan topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish; - guruhdagi tengdoshlarga hurmat bilan munosabatda bo'lish; - darsga o'z vaqtida kelish; - faol ishtirok etish: kuzatmaymiz, balki - jarayonga sho'ng'iyemiz; - 4 soatdan ortiq dars qoldirilgan taqdirda, dekanat ruxsati bilan darsga kirish
Elektron pochta orqali munosabatlar tartibi	Professor-o'qituvchi va talaba o'rtasidagi aloqa elektron pochta orqali ham amalga oshirilishi mumkin, telefon orqali baho masalasi muhokama qilinmaydi, lekin oraliq, joriy va yakuniy baholash faqatgina universitet hududida, ajratilgan xonalarda hamda dars davomida amalga oshiriladi

3.FANGA AJRATILGAN O'QUV SOATLARINING O'QUV TURLARI BO'YICHA TAQSIMOTI

T.r	Fanning bo'limi va mavzusi, ma'ruza mazmuni	Fanning hajmi, soat				
		Jami	Ma'-ruza	Lab-ya mashg'ulotlari	Mustaqil ta'lim	
					Barcha yo'nalis hlar	Barcha yo'nali shlar
1	Fizika predmeti. O'lchashlar va vektorlar. Bir, ikki va uch o'lchamli o'lchashlar. Kinema-tika	6	2	2	2	2
2	Nyuton qonunlari. Impuls. Ish energiya va kuvvat. Impuls va energiyaning saqlanish qonunlari	6	2	2	2	2
3	Aylanma harakat. Qattiq jismning kuch, impuls va inersiya momenti.	8	2	2	4	4
4	Akustika qonunlari. Hidrodinamika qonunlari	8	2	2	4	4

5	2-modul. Molekulyar kinetik nazariya asoslari	10	2	4	4	2
6	Issiqlik va termodinamika-ning birinchi qonuni. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya	8	2	2	4	2
7	Elektr zaryadlari. Kulon qonuni. Elektrostatik maydon xarakteristikallari	8	2	2	4	4
8	O'tkazgichlar va dielektrik-larlarda elektr maydoni Elektr maydon energiyasi. Elektr sig'imi va kondensatorlar	10	2	4	4	4
9	Elektromagnit induksiya va o'zgaruvchan tok.	8	2	2	4	4
10	Yarim o'tkazgichlar va suyuqliklarda elektr toki . Vakuumda va gazlarda elektr toki	12	2	6	4	4
11	Yorug'likning zarracha va to'lqin dualizmi. Geometrik optika qonunlari. Optik asboblari	10	2	4	4	4
12	Yorug'likning interferensiya-si va difraksiyasi. Yorug'lik dispersiyasi Yorug'likning qutblanishi.	6	2	2	2	4
13	Absolyut qora jism nurlanishi qonunlari. Yorug'likning kvant tabiati. Foton. Fotoeffekt	10	2	4	4	4
14	Atom tuzilishi. Bor postulatlari. Optik spektrlar va rentgen nurlari. Atom yadrosi modellari. Yadro reaksiyalari	8	2	2	4	4
15	Radioaktivlik qonunlari. Dozimetriya	6	2	2	2	2
16	Agrometeorologiyani predmeti, va tadqiqot uslublari	6	2	2	2	4

17	Atmosfera	8	2	4	2	4
18	Quyosh radiatsiyasi	6	2	2	2	2
19	Tuproqning harorat rejimi	6	2	2	2	4
20	Atmosfera haroratining rejimi	6	2	2	2	2
21	Atmosferadagi namliklar	10	2	4	4	2
22	SHamol, ob - havo va uni oldindan aytish	8	2	4	2	2
23	Iqlim va uning qishloq xo'jalik ishlab chiqarishidagi ahamiyati	8	2	2	4	2
24	Agrometeorologik ob'ektlardagi kuzatishlar va ulardan qishloq xo'jalik ishlab chiqarishida va ilmiy tadqiqot ishlarida foydalanish	8	2	2	4	4
	Jami	190	48	66	76	76

4. BAHOLASH MEZONI

Talabalar ON dan to'playdi ganballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	maks	ON ballari	
			1-ON	2-ON
	<i>O'tkaziladigan muddat</i>		<i>1-15 mavzu</i>	<i>16-24 mavzu</i>
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarining yuritilishi va to'liqligi.	6	0-3	0-3
2	Talabalarining mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida sifatli bajarilishi va o'zlashtirish.	8	0-4	0-4
3	I-ON og'zaki, II- ON test	16	0-8	0-8
	Jami ON balli	30	15	15

II Talabalar JN dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlar

№	Ko'rsatkichlar	maks	JN ballari		
			1-JN	2-JN	3-JN
	<i>O'tkaziladigan muddat</i>		<i>1-7 mavzu</i>	<i>8-16 mavzu</i>	<i>17-26 mavzu</i>
1	Darslarga qatnashganlik va o'zlashtirish darajasi, laboratoriya mashg'ulotlardagi faolligi, laboratoriya mashg'ulot daftarining yuritilishi va holati.	8	0-2	0-2	0-4
2	Mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida sifatli bajarilishi	10	0-3	0-3	0-4

3	Laboratoriya ishlarini xisobotlarini topshirish natijalari	22	0-7	0-7	0-8
	Jami JN balli	40	12	12	16

III. Yakuniy nazorat – 30 ball

1	YAkuniy nazorat	YOzma	Semestr rejasi asosida	30

TALABANING FAN BO‘YICHA O‘ZLASHTIRISH KO‘RSATKICHINING NAMUNAVIY MEZONLARI

Nazariy kurs bo‘yicha talabalarning o‘zlashtirishi:

55-70%. Fanning asosiy qonun qoidalarini va jarayonlarini bilish, asosiy formulalarni to‘g‘ri yozish, birliklarni to‘g‘ri keltirib chiqara olish.

71-85%. Fanning asosiy qonun qoidalarini va jarayonlarini bilish, asosiy formulalarni to‘g‘ri yozish va tavsiflash, birliklarni to‘g‘ri keltirib chiqara olish; asosiy formula va qonuniyatlarni isbot qila olish, parametrlar orasidagi bog‘lanishlarni to‘g‘ri tavsiflay olish va grafiklarni chiza olish.

86-100%. Fanning asosiy qonun qoidalarini va jarayonlarini bilish, asosiy formulalarni to‘g‘ri yozish va tavsiflash, birliklarni to‘g‘ri keltirib chiqara olish; asosiy formula va qonuniyatlarni isbot qila olish, parametrlar orasidagi bog‘lanishlarni to‘g‘ri tavsiflay olish va grafiklarni chiza olish; formula qonuniyatlarini bajarilish shart – sharoitlarini izohlay olish, barcha formula va ifodalarni standart va nostandart hollar uchun qo‘llay olish.

Laboratoriya mashg‘uloti bo‘yicha talabalarni o‘zlashtirishi.

1. 55-70%. Laboratoriya mavzusini to‘g‘ri tushunib, uni tavsiflay oladi. O‘lchanadigan kattaliklarni ma’nosini va birligini biladi. Hisoblash formulalarini isbotsiz to‘g‘ri tavsiflaydi. Laboratoriya ishini o‘qituvchi yoki laborant yordamida bajara oladi va tajriba natijalarini to‘g‘ri hisoblay oladi. Hisobotda laboratoriya ishining kimyoviy mohiyatini to‘g‘ri tavsiflay oladi.

2. 71-85%. Laboratoriya mavzusini to‘g‘ri tushunib, uni tavsiflay oladi. O‘lchanadigan kattaliklarni ma’nosini va birligini biladi. Hisoblash formulasini keltirib chiqara oladi va uni to‘g‘ri tavsiflay oladi. Laboratoriya ishini mustaqil bajara oladi va natijalarni mustaqil hisoblay oladi. Hisobotning nazariy va amaliy qismlarini mustaqil fikrlab, tushuntirib bera oladi.

3. 85-100%. Laboratoriya mavzusini to‘g‘ri tushunib, uni tavsiflay oladi. Hisobotning nazariy va amaliy qismlarini mustaqil fikrlab, tushuntirib bera oladi.

Laboratoriya tajribalarini bajarib, reaksiya tenglamalarini mustaqil yoza oladi. Laboratoriya ishiga tegishli mavzularni barchasini nazariyasini to'g'ri va to'la tavsiflay oladi. Laboratoriya metodi va hisoblash metodikasini yutuq va kamchiliklarini tahlil qila oladi. Laboratoriya ishida qo'llaniladigan usuldan boshqa usullarni ham tavsiflay oladi va taqqoslaydi.

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1. Mexanika.

1. Fizika fani va uning tadqiqot uslublari (2s). Fizika fani va uning tadqiqot uslublari. Fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi. Fizikaning boshqa tabiiy fanlar va qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi bilan bog'lanishi. Fizika fani yutuqlaridan qishloq xo'jaligida foydalanish. Mexanik harakat. Harakat turlari. Moddiy nuqta. Sanoq sistemasi. Tezlik. Tezlanish. Klassik mexanikada fazo va vaqt tushunchasi.

2. Inersial sanoq sistemalarida Nyuton qonunlari. Impuls. Ish va kuvvat (2s). Inersial sanoq sistemalari. Nyuton qonunlari. Impuls. Impulsning saqlanish qonuni. Reaktiv harakat. Mexanik ish, quvvat Energiya. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni. Klassik mexanikada nisbiylik prinsiplari. Galileyning nisbiylik prinsipi. Klassik mexanikada fazo va vaqt tushunchasi. Maykelson tajribalar.

3. Aylanma harakat dinamikasi (2s). Qattiq jismning aylanma harakati dinamikasi. Qattiq jism aylanma harakati kinematikasi. Kuch momenti. Qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasi. Impuls momentining saqlanish qonuni.

4. Akustika qonunlari (2s). Akustikaning fizikaviy asoslari. Tovush tabiati va manbalari. Tovush generatori. Tovushning ob'ektiv va sub'ektiv xarakteristikalar. Tovush bosimi. Ultratovush tebranishlari. Ultratovushning manbalari va fizikaviy xossalari. Infratovush va uning xossalari.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *“Nima uchun” dialog yondashuv, muammoli ta'lim.*

2. Molekulyar fizika.

1. Termodinamika. Termodinamikaning birinchi qonuni. . Termodinamika predmeti. Termodinamikaning birinchi qonuni. Qaytar va qaytmas jarayonlar. Issiqlik mashinalari va Karno sikli. Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti. Termodinamikaning ikkinchi qonun Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya haqida tushuncha

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *nima uchun, dialog yondashuv, muammoli ta'lim.*

3. Elektr va magnetizm

1. Elektrostatika Jismlarning elektrlanishi. Elektr zaryadi. Zaryadlarning saqlanish qonuni. Elektrostatik maydonda zaryadni ko'chirishda bajariladigan ish. Potensial. Potensial birliklari. Potensiallar ayirmasi

2 Elektr maydoni. Elektr maydon energiyasi Elektr maydoni. Elektr maydoni kuch chiziqlari. Elektr maydon kuchlangaligi. Elektr maydon oqimi. Ostragradskiy Gauss teoremas.

3. Elektromagnit induksiya va o'zgaruvchan tok. Elektromagnit induksiya hodisasi. O'zaroinduksiya. O'zinduksiya. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni. diamagnit, paramagnit va ferromagnitlar. O'zgaruvchan tok zanjiri. Aktiv, sig'im, induktiv qarshiliklar. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la qarshilik – impedans. O'zgaruvchan elektr toki qonunlari. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni. Potensiometrlar. Uistston ko'prigi. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri

4. Yarim o'tkazgichlar. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki YArim o'tkazgichlar. YArim o'tkazgichlarning zonaviy tuzilishi. YArim o'tkazgichlarda elektr toki. YArimo'tkazgichlarning xususiy va aralashmali o'tkazuvchanligi. Berkituvchi qatlam. YArim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, kuchaytirgichlar va termoelektr batareyalari.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *nima uchun, dialog yondashuv, muammoli ta'lim, Venn diagrammasi, o'z-o'zini nazorat.*

4. Optika

1. . Optika. Yorug'likning tabiati YOrug'likning qaytish va sinish qonunlari. Ikki muhit chegarasida yorug'likning to'la qaytishi va tolalar optikasidan veterinariyada foydalanish..

2. Yorug'likning to'lqin xossalari. Yorug'likning difraksiyasi va uning turlari. Yorug'likning interferensiyasi. Yorug'likning dispersiyasi. Spektrlar. Infraqizil (IQ) va ultrabinafsha (UB) nurlanishlar (4s). Kogerent to'lqinlar va ularni hosil qilish usullari. YOrug'likning interferensiyasi. YOrug'lik difraksiyasi. Gyuygens – Frenel prinsipi. Difraksion panjara. YOrug'likning qutblanishi. YOrug'likning kaytganda va singanda qutblanishi.

3 Yorug'likning kvant xossalari. Issiqlik nurlanishlari qonunlari. Absolyut qora jism (4s). Nurlanish turlari. Issiqlik nurlanishi, jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari. Absolyut qora jism. Kirxgof qonuni. Absolyut qora jismning nurlanish qonunlari. Nurlanishning kvant xarakteri. Plank formulasi. Fotoeffekt. Fotoeffekt qonunlari. Eynshteyn tenglamasi. YOrug'likning korpuskulyar – to'lqin nazariyasi..

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *nima uchun, dialog yondashuv.*

5. Atom va yadro fizikasi.

1. Atom fizikasi. Atom fizikasining qonuniyatlari. Atom yadrosi. YAdro modellari (4s). Atom tuzilishining planetar modeli. Atom nurlanish spektrlaridagi qonuniyatlar. Bor postulatlar. Vodorod atomining Bor taklif etgan modeli. Pauli prinsipi. Bor nazariyasi. Kvant mexikanasi. Qattiq va suyuq jismlarda fotolyuminessensiya. Stoks qoidasi. Optik kvant generatorlar (lazerlar). Lazer nurlarining fizikaviy xossalari. Lazerlardan qishloq xo'jaligida foydalanish. Atom yadrosi va uning xarakteristikasi (zayadi, massasi va o'lchamlari).

2. . Radioaktivlik (2s). Tabiiy radioaktivlik. Tabiiy radioaktivlikning kashf etilishi α -, β - va γ - nurlanishlar. Radioaktiv aylanishlar. Radioaktiv emirilish qonuni. YArim emirilish davri. Izotoplar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *nima uchun, dialog yondashuv, muammoli ta'lim, o'z-o'zini nazorat.*

6. Agrometeorologiya.

1. Agrometeorologiyaning predmeti, vazifalari. Fanning rivojlanish tarixi va tadqiqot uslublari. Agrometeorologiya fanining predmeti va vazifalari. Agrometeorologiya fani, tadqiqot obektlari va usullari. Agrometeorologiyaning asosiy vazifalari. O'zbekistonda agrometeorologiya taraqqiyotining qisqacha tarixi. Qadimiy tarixiy manbalarda agrometeorologiya fani kurtaklarining paydo bo'lishi. O'rta Osiyoda hozirgi zamon agrometeorologiya fanining tashkil topishi va uning rivojlanishida O'zbekiston olimlarining hissasi.

2. Atmosfera. Atmosferaning erga yaqin qatlami va tuproq havosining gaz tarkibi. Havoni tashkil qilgan gazlarning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati. Aerozollar. Atmosferaning ifloslanishi va unga qarshi kurash chora - tadbirlari. Atmosfera bosimi va uni o'lchash usullari. Atmosfera bosimi va tarkibining balandlikka qarab o'zgarishi. Barik pog'ona. Atmosferaning tuzilishi. Atmosferani tadqiq qilishning hozirgi zamon usullari.

3. Quyosh radiatsiyasi. Quyosh radiatsiyasi haqida tushuncha. Quyosh doimiysi. Quyosh radiatsiyasining spektral tarkibi. Spektr asosiy qismlarining biologik ahamiyati, fotosintetik aktiv radiatsiya (FAR). Atmosferada Quyosh radiatsiyasining yutilishi, sochilishi va kuchsizlanishi hamda spektral tarkibining o'zgarishi. To'g'ri, sochilgan va yig'indi radiatsiya. Albedo. Qaytgan radiatsiya. Atmosferaning uchrashuvchi nurlanishi. Erning uzun to'lqinli (infraqizil) nurlanishi. Radiatsion balans tenglamasi. Qishloq xo'jaligida Quyosh radiatsiyasidan foydalanishni oshirish yo'llari.

4. Tuproqning harorat rejimi. Tuproqning isishi va sovishi. Tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi. Tuproq haroratini o'lchash. Tuproq haroratining sutkalik va yillik o'zgarishi. Tuproqning pastki qatlamlariga issiqlikning uzatilish qonuniyatlari. Tuproq haroratining o'simlikka tasiri. Qishloq xo'jaligi maqsadlari uchun tuproqning harorat rejimiga tasir qilish uslublari.

5. Atmosferaning harorat rejimi. Havoning isishi va sovishi. Haroratning tik (vertikal) yo'nalishdagi gradienti. Havo haroratining balandlik bo'yicha o'zgarishi. Havo haroratining inversiyalari. Havo haroratini o'lchash. Havo haroratining sutkalik va yillik o'zgarishi. Havoning harorat rejimi va o'simliklarning issiqlikka talabi va xarakteristikalar. Havoning samarali (foydali) haroratlar yig'indisi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida issiqlik sharoitlarni hisobga olishning ahamiyati. Havo haroratining o'simliklar uchun ahamiyati.

6. Atmosferadagi namliklar. Havo namligi. Havo namligini xarakterlovchi kattaliklar. Havo namligini o'lchash usullari. Havo namligining sutkalik va yillik o'zgarishi. Havo namligining qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi uchun ahamiyati. Bug'lanish. Bug'lanishning sutkalik va yillik o'zgarishi. Atmosferada suv bug'i kondensatsiyasi va sublimatsiyasi. Bulutlar. Bulutlar tasnifi. Bulutlarning sutkalik va yillik o'zgarishi. YOg'inlar. YOg'inlarning turlari va tiplari. Er yuzida va O'zbekiston hududlarida yog'inlarning taqsimlanishi. YOg'inlarning qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi uchun ahamiyati. Bulutlarning sutkalik va yillik

o'zgarishi. Qor qoplami. Qor qoplaminig qalinligi, zichligi va qordagi suv miqdorini aniqlash. Qor qoplaminig qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati.

Tuproq namligi. Tuproq namligini aniqlash usullari. Samarali namlik. Tuproqning suv rejimini boshqarish.

7. SHamol, ob - havo va uni oldindan aytish. SHamol. SHamol tezligining sutkalik va yillik o'zgarishi. Mahalliy shamollar. SHamolning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati. Ob-havoning davriy va davriy bo'lmagan o'zgarishlari. Havo fronti. Iliq va sovuq front. Siklonlar. Antitsiklonlar. Siklonlar va antitsiklonlardagi ob-havolar. Qishloq xo'jaligi uchun xavfli meteorologik xodisalar. Qora sovuqning turlari va hosil bo'lish sharoitlari. Qishloq xo'jalik ekinlariga qora sovuqlarning ta'siri. O'zbekiston hududlarida xavfli qora sovuqlarning ro'y berish ehtimolligi va fazoviy taqsimlanishi, qora sovuqlarni prognozlash. Qishloq xo'jalik ekinlarini qora sovuqlardan himoya qilish usullari. Qurg'oqchilik va garmsellar. Ularning vujudga kelish sabablari va ekinlarga ta'siri. Qurg'oqchilik turlari. O'zbekiston hududida qurg'oqchilikning takrorlanishi. Qurg'oqchilik va garmselga qarshi kurashning hozirgi zamon usullari. CHang bo'ronlari. CHang bo'ronlarining vujudga kelish sabablari va ularning O'zbekiston xududlarida takrorlanishi. CHang bo'ronlariga qarshi kurash choralari. Do'l yog'ishi. Do'l yog'ishining vujudga kelish sabablari. Do'l urishiga qarshi kurash choralari. Jala yog'ishi. Qish davrida madaniy o'simliklarga zarar keltiradigan hodisalar: a) qishlovchi ekinlar uchun noqulay hodisalar, b) qishlov sharoitining mevali daraxtlarga ta'siri.

8. Iqlim va uning qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi uchun ahamiyati. Iqlim haqida asosiy ma'lumotlar. Iqlimni vujudga keltiruvchi omillar. Iqlimning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati. Iqlimning shakllanishiga Quyosh radiatsiyasi, atmosfera sirkulyasiyasi, taglik sirt va joy relesining ta'siri. Iqlimlar tasnifi. O'zbekiston iqlimi haqida qisqacha ma'lumot. Iqlim o'zgarishi. Iqlimining hozirgi paytdagi o'zgarishi. O'zbekiston iqlimiy rayonlarining asosiy xususiyatlari. Mikroiqlim va fitoiqlim. Iqlimning qishloq xo'jalik ekinlari zararkunandalari hamda ularning tarqalishi va kasalliklariga ta'siri. Iqlimning O'zbekiston xududlarida asosiy qishloq xo'jalik ekinlari mahsuldorligiga ta'siri.

9. Agrometeorologik ob'ektlarda kuzatishlar, ulardan qishloq xo'jalik ishlab chiqarishida va ilmiy tadqiqot ishlarida foydalanish.

Agrometeorologik kuzatishlarning asosiy prinsiplari va uslublari. Issiq va sovuq davrdagi kuzatishlarning asosiy prinsiplari va uslublari. Issiq va sovuq davrdagi kuzatishlarning asosiy turlari. Turlicha xo'jaliklardagi agrometeorologik postlar, ularning ishlash dasturi. Agrometeorologik kuzatishlar ma'lumotlaridan qishloq xo'jaligida foydalanish. Agrometeorologik prognozlar turlari. Vegetatsiya davrining issiqlik bilan ta'minlanganligi prognozi. Qishloq xo'jalik ekinlarining rivojlanishi asosiy fazalarining boshlanishi muddatini aniqlash prognozlari. Paxta hosilini prognozi. Agrometeorologik prognozlarning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati. Toshkent Davlat Agrar Universiteti meteorologik maydonchasi va ish rejasi. Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishning agrometeorologik xizmat turlari, shakllari va samaralari.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *nima uchun, dialog yondashuv, muammoli ta'lim*

LABORATORIYA MASHG'ULOTLARNING TAVSIYA ETILADIGAN MAVZULARI

1. Mexanika

1.. Fizik kattaliklarni o'lchash. O'lchash xatoliklarini hisoblash. O'lchashlar. Bevosita va bilvosita o'lchash. O'lchash xatoliklari va ularning turlari. Bilvosita o'lchashlardan olingan natijalarning xatoliklarini hisoblash usullari. Shtangensirkul, mikrometr, ampermetr, voltmeter va ularning ishlash prinsipi

2 Qattiq jismlarning zichligini shtangensirkul va mikrometr yordamida aniqlash. Moddaning zichligi va uning birliklari. Aniq geometrik shakldagi jismlarning zichligini hisoblash formulasi. Moddalarning zichligini bilishning qishloq ho'jalik ishlab chiqarilishida ahamiyati.

3. Elastiklik modulini qattiq jismning egilish deformatsiyasi yordamida aniqlash. Deformatsiya. Deformatsiya turlari. Guk qonuni. Yung moduli va uning fizik ma'nosi. Elastiklik modulini qattiq jismning egilish deformatsiyasidan foydalanib aniqlash.

4. Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlash. Tezlanish va uning birliklari. Erkin tushish tezlanishini o'lchash usullari. Mayatniklar. Fizik va matematik mayatnikning farqi. Matematik mayatnik tebranish davrini hisoblash formulasi. Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *o'z-o'zini nazorat, Pog'ona, nilufar guli, bingo.*

2. Molekulyar fizika

1. Urug'larning zichligini piknometr yordamida aniqlash. Aniq geometrik shaklga ega bo'lmagan jismlarning zichligini aniqlash formulasi. Piknometrlar va ularning turlari. Moddaning zichligi va uning haroratga bog'liqligi.

2. Suyuqliklarni ichki ishqalanish koeffitsientini sharchani tushish usuli bilan aniqlash. Ichki ishqalanish kuchlarining vujudga kelish sabablari. Suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsienti va uni aniqlash usullari. Ichki ishqalanish koeffitsientining SI va SGS sistemalarida o'lchov birliklari. Suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsientini sharchaning tushish usuli yordamida aniqlash.

3. Qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash. Issiqlik miqdori. Solishtirma issiqlik sig'imiva uning birliklari. Kalorimetr. Qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash formulasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *o'z-o'zini nazorat. Pog'ona, nilufar guli, bingo.*

3. Elektr va magnitezm

1.. O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash. O'tkazgichning qarshiligi. Solishtirma qarshilik va uning SI sistemasidagi o'lchov birligi va

sistemaga kirmagan o'lchov birligi orasidagi munosabati. O'tkazgichning solishtirma qarshiligini tok kuchi va kuchlanishga bog'liqligi. Qarshilik va solishtirma qarshilikning haroratga bog'liqligi.

2. Elektr chirog'i istemol qiladigan tok quvvatini berilayotgan kuchlanishga bog'liqligini o'rganish. O'zgarmas elektr toki. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik. Tokning bajargan ishi. Tokning quvvati.

3. Elektr isitkich asbobining FIKini aniqlash O'zgaruvchan elektr toki va uning parametrlari. Elektr isitkich asbobining FIK.

4. Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash Suyuqliklarda elektr toki. Elektroliz. Elektrolitik dissotsiatsiya. Faradey qonunlari. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti. Elektrolizning texnikada qo'llanilishiga misollar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *Venn diagrammasi, o'z-o'zini nazorat, nilufar guli, bingo.*

4. Optika.

1. Shishaning nur sindirish koeffitsientini mikroskop yordamida aniqlash. Optika. Yorug'likning sinish va qaytish qonunlari. Muhitning nisbiy va absolyut sindirish ko'rsatkichlari. Mikroskop yordamida shishaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash usuli. Mikroskopni kattalashtirishi va ajrata olish qobiliyati.

2. Yorug'lik to'lqini uzunligini difraksion panjara yordamida aniqlash. Yorug'likning difraksiyasi. Gyuygens-Frenel prinsipi. Difraksion panjara. Difraksion panjaraning davri. Difraksion panjara yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash.

3. Qavariq linzaning bosh fokus masofasini aniqlash. Linza va uning turlari. Linzaning bosh optik o'qi va yordamchi optik o'qlari. Qavariq linzaning bosh fokus masofasi va optik kuchi.

4. Moddalarning konsentratsiyasi va sindirish ko'rsatkichini refraktometr yordamida aniqlash. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichlari. Yorug'likning to'la qaytishi. Yorug'likning optik zichligi. Refraktometr va uning tuzilishi. Refraktometrning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi. Refraktometrning ishlash prinsipi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *muammoli ta'lim, o'z-o'zini nazorat, nilufar guli.*

5. Atom va yadro fizikasi.

1. Moddalarning radioaktivligini radiometr yordamida aniqlash. Radioaktivlik. Radioaktivlikning o'lchov birliklari. Moddalarning radioaktivlikni o'lchash asboblari. SRP 68-01 radiometrining tuzilishi va ishlash prinsipi. SRP 68-01 radiometri yordamida moddalarining radioaktivligini aniqlash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *muammoli ta'lim, nilufar guli, bingo.*

6. Agrometeorologiya.

1. Meteorologik stansiyalar va postlarni tashkil qilish bilan tanishish. Meteorologik maydoncha tuzilishi bilan tanishish. Meteorologik elementlar. Meteorologik maydonchada asboblarning joylashtirish tartibi. Kuzatish muddatlari va tartibi.

2. Barometr-aneroid va barografning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish. Aneroidning tuzilishi va ishlash prinsipi. Barograf. Barografning tuzilishi va ishlash prinsipi.

3. Atmosfera bosimini o'lchash. Atmosfera bosimi va uning o'lchov birliklari. Atmosfera bosimini o'lchash usullari. Barometrik nivelirlash.

4. Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni o'lchash. Lyuksmetrning tuzilishi va ishlash prinsipi. Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni o'lchash.

5. Termoelektrik aktinometr yordamida to'g'ri radiatsiyani o'lchash. Quyosh radiatsiyasi. To'g'ri va sochilgan radiatsiya. Nuriy energiyani o'lchash. Termoelektrik aktinometrning tuzilishi va ishlash prinsipi.

6. Termometr-shchup(maksimal, minimal termometrlar), tuproqning turli chuqurliklaridagi haroratini hamda havo haroratini o'lchash. Termometr turlari. Maksimal va minimal termometrlar va ularni ishlash prinsiplari. Tuproq temperaturasining ekinlar uchun ahamiyati. Savinov termometri va termometr-shchup bilan tuproq temperaturasini turli chuqurliklar bo'yicha o'lchash.

7. Aspiratsion psixrometr yordamida havo namligini o'lchash. Xavo namligi va uning o'lchash usullari. Havo namligini xarakterlaydigan asosiy kattaliklar. Aspiratsion psixrometr yordamida havo namligini o'lchash.

8. Gigrograf yordamida havo namligini o'lchash. Gigrografning tuzilishi va ishlash prinsipi. Gigrograf yordamida havo namligini o'lchash. Havo namligining qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyati.

9. Anemometr yordamida shamol tezligini o'lchash. SHamol tezligi va yo'nalishini aniqlash. Qo'l anemometrining tuzilishi va ishlash prinsipi. Anemometr yordamida shamol tezligini o'lchash. Flyugerning tuzilishi va ishlash prinsipi. Flyuger yordamida shamol tezligini o'lchash.

10. Ekinlarni rivojlanish fazalari prognozlari (fenologik prognozlar). Rivojlanish fazalari boshlanish vaqtining prognozini tuzish. G'o'za rivojlanish fazalarining muddati prognozi. Mevali daraxtlarning gullay boshlashi prognozi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *muammoli ta'lim, o'z-o'zini nazorat, nilufar guli.*

II. FANNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

“Aqliy hujum” yoki g‘oyalarni jamoa bo‘lib yaratish usullari. Aqliy hujum ko‘pgina g‘oyalar orasida muammoni hal etish uchun hech bo‘lmaganda bir nechta yaxshi, foydalig‘oyalar borligi va ularni aniqlash kerakligi to‘g‘risidagi farazga asoslangan. Bu turdagi usullar shuningdek *g‘oyalarni jamoa bo‘lib yaratish*, *g‘oyalar konferensiyasi*, *fikr almashish* usuli nomlari ostida ham ma’lum.

Qabul qilingan qoidalardan va ularni bajarish qat’iyligidan kelib chiqib, bevosita aqliy hujumni, fikrlar almashish usulini, komissiyalar, sudlar turidagi usullar farq qiladi.

Muammo va tahlil etiladigan ob’ekt haqida tasavvurlarni tayyorlash va muvofiqlashtirishning yozma shaklda bayon etilgan usullari *ssenariylar* nomini olgan.

Ssenariylarni tayyorlashda tizimli tahlil bo‘yicha mutaxassislarning vazifasi –tegishli bilimlar sohalarining etakchi mutaxassislariga tizim rivojlanishining umumiy qonuniyatlarini aniqlashda yordam berish; tizimning rivojlanishiga va maqsadlarni ta’riflashda tashqi va ichki faktorlarini tahlil qilish.

Tarkiblashtirish usullari. Turlicha tarkibiy tasavvurlar katta noaniqlikka ega murakkab muammoni yaxshiroq tadqiq etiladigan yanada kichikroq muammolarga bo‘lish imkonini beradi. Buni ayrim paytlar tizimli-tarkibiy deb ataluvchi qandaydir bir tadqiqot usuli sifatida ko‘rish mumkin. Tarkiblashtirish usullari tizimli tahlilning istalgan uslubining, loyihalashtirishni tashkillashtirishning yoki boshqaruv qarorini tashkillashtirishning murakkab algoritmi asosi hisoblanadi.

“Maqsadlar daraxti” turidagi usullar. *Maqsadlar daraxti* usuli g‘oyasi sanoatda qarorlar qabul qilish muammolari sababli birincha marta U. Chermen tomonidan taklif etilgan. “Daraxt” atamasi umumiy maqsadni kichik maqsadlarga, ularni esa o‘z navbatida yanada batafsilroq tarkiblarga bo‘lish yo‘li bilan ierarxik tarkibdan foydalanishni nazarda tutadi. Yanada batafsilroq tarkiblar aniq bir ilovalarda past darajadagi kichik maqsadlar, *yo‘nalishlar*, *muammolar*, ma’lum bir darajadan boshlab esa – funksiyalar deb ataladi.

“Delfi” turidagi usullar. “Delfi” usuli yoki “Delfi orakuli” usuli dastlab O. Xelmer va uning hamkasblari tomonidan aqliy hujum o‘tkazishda iterativ protsedura sifatida taklif etilgan. Bu usul yig‘ilishlar o‘tkazganda psixologik faktorlar ta’sirini kamaytirishga va natijalar ob’ektivligini oshirishga yordam bergan bo‘lardi.

Lekin deyarli bir paytda “Delfi”-protseduralar “maqsadlar daraxtlari” tarkibini qiyosiy tahlil etishda va “ssenariylar” ishlab chiqishda miqdoriy baholardan foydalanish bilan ekspert baholashlari ob’ektivligini oshirishning vositasiga aylandi. “Delfi” usulidan foydalanishda natijalar ob’ektivligini

oshirishning asosiy vositalari – *teskari aloqadan* foydalanish, ekspertlarni so‘rovning avvalgi bosqichi natijalari bilan tanishtirish va bu natijalarni ekspertlar fikrlari ahamiyatini baholashda foydalanish.

“SWOT-tahlil” metodi.

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo‘llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

S – (strength)	• кучли томонлари
W – (weakness)	• заиф, кучсиз томонлари
O – (opportunity)	• имкониятлари
T – (threat)	• тўсиқлар

“Xulosalash» (Rezyume, Veer) metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlil qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Metodni amalga oshirish tartibi:



trener-o'qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlarga ajratadi



trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo'lgan qismlari tushirilgan targaatma materiallarni



har bir guruh o'ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o'z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo'yicha targaatmaga vuzma havon qiladi



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o'z taqdimotlarini o'tkazadilar. SHundan so'ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zarur axborotlar bilan to'ldiriladi va mav-

“Keys-stadi” metodi

«Keys-stadi» - inglizcha so'z bo'lib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stadi» – o'rganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni o'rganish, tahlil qilish asosida o'qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini o'rganishda foydalanish tartibida qo'llanilgan. Keysdaochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari o'z ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qaerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

“Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
1-bosqich: Keys va uning axborot ta'minoti bilan tanishtirish	✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish; ✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda); ✓ axborotni umumlashtirish; ✓ axborot tahlili; ✓ muammolarni aniqlash
2-bosqich: Keysni aniqlashtirish va o'quv topshiriqni belgilash	✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muammolarni dolzarblik ierarxiyasini aniqlash; ✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash
3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o'quv topshirig'ining echimini izlash, hal etish yo'llarini	✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muqobil echim yo'llarini ishlab chiqish; ✓ har bir echimning imkoniyatlari va to'siqlarni tahlil qilish;

ishlab chiqish	✓ muqobil echimlarni tanlash
4-bosqich: Keys echiminiechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	✓ yakka va guruhda ishlash; ✓ muqobil variantlarni amalda qo'llash imkoniyatlarini asoslash; ✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; ✓ yakuniy xulosa va vaziyat echimining amaliy aspektlarini yoritish

“Assesment”metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod ta'lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o'zlashtirish ko'rsatkichi va amaliy ko'nikmalarini tekshirishga yo'naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta'lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo'nalishlar (test, amaliy ko'nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo'yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment” lardan ma'ruza mashg'ulotlarida tinglovchilarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o'rganishda, yangi ma'lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg'ulotlarda esa mavzu yoki ma'lumotlarni o'zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o'z-o'zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. SHuningdek, o'qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o'quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo'shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Venn Diagrammasi metodi

Metodning maqsadi: Bu metod grafik tasvir orqali o'qitishni tashkil etish shakli bo'lib, u ikki yoki undan ortiq o'zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko'rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko'rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o'ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to'rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o'z tahlili bilan guruh a'zolarini tanishtiradilar;
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko'rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

“Blits-o'yin” metodi

Metodning maqsadi: tinglovchilarda tezlik, olgan bilimlar tizmini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maqsadida qo'llash samarali natijalarni beradi.

Metodni amalga oshirish bosqichlari:

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya'ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o'rganish talab etiladi. SHundan so'ng, ishtirokchilarga to'g'ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o'qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a'zolarini o'z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta'sir o'tkazib, o'z fikrlariga ishontirish, kelishgan holda bir to'xtamga kelib, javoblarini «guruh bahosi» bo'limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o'z ishlarini tugatgach, to'g'ri harakatlar ketma-ketligi trener-o'qituvchi tomonidan o'qib eshittiriladi, va o'quvchilardan bu javoblarni «to'g'ri javob» bo'limiga yozish so'raladi.

4. «To'g'ri javob» bo'limida berilgan raqamlardan «yakka baho» bo'limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa «0», mos kelsa «1» ball quyish so'raladi. SHundan so'ng «yakka xato» bo'limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo'shib chiqilib, umumiy yig'indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda «to'g'ri javob» va «guruh bahosi» o'rtasidagi farq chiqariladi va ballar «guruh xatosi» bo'limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo'shiladi va umumiy yig'indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o'qituvchi yakka va guruh xatolarini to'plangan umumiy yig'indi bo'yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo'yicha o'zlashtirish darajalari aniqlanadi.

“FSMU” – metodi

FSMU metodi munozarali masallarni hal etish hamda o'quv jarayonining bahs-munozarali o'tkazishda qo'llaniladi, chunki bu texnologiya talabalarni o'z fikrini himoya qilishga, erkin fikrlash, o'z fikrini boshqalarg o'tkazishga, ochiq holda bahslashishga hamda shu bilan birga bahslashish madaniyatini o'rgatadi.

Ushbu texnologiyani maqsadi, talabalarga tarqatilgan oddiy qog'ozga o'z fikrlarini aniq va qisqa holatda ifoda etib, fikrini tasdiqlovchi dalillar yoki inkor etuvchi fikrlarni bayon etishga o'rgatishdan iborat.

Bu texnologiya yangi mavzuni chuqur o'rganishdan avval talabalarning fikrlash faoliyatini jadallashtirish hamda kengaytirish uchun xizmat qilishi mumkin. SHuningdek o'tilgan mavzuni mustahkamlash, yaxshi o'zlashtirish, umumlashtirish hamda talabalni shu mavzu bo'yicha tasavvurlarini yozma shaklida, dalil va isbotlar bilan ifodalashga undaydi.

Bu esa talabalarga o'z bilimlari, tushunchalari va tasavvurlari darajasini aniqlashga yordam beradi. Izoh: ma'ruza matnini yaxshi bilgan, yaxshi o'zlashtirgan bilimli va aql-idrokli talabalargina bu texnologiyani ilmiy jihatdan to'g'ri ishlay oladilar. Bakalavr va magistr talabalriga malakaviy va magistrlik ilmiy ishlarini mavzularini tanlashda FSMU texnologiyasidan foydalanilsa, talaba

va magistrilar tanlagan mavzularini o'z fikrini ilmiy jihatdan asoslab berishga o'rganadilar.

FSMU texnologiyasi bunga to'liq javob beradi:

F – fikringizni bayon eting;

S – fikringiz bayoniga sabab ko'rsating;

M – ko'rsatgan sababingizni isbotlovchi misol keltiring;

U – fikringizni umumlashtiring.

Mavjud bilimlarni puxta o'zlashtirishda talabalarning fikrlash, tafakkur yuritish layoqatlariga egalik qilishlari muhim ahamiyatga ega. Ushbu metod talabalarda tezkor fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish, ularning tafakkur darajalariga ko'ra fikr bayon eta olish, fikrlarini bayoniga sabab ko'rsata olish, ko'rsatgan sabablariga isbotlovchi dalil keltira olish va fikrini umumlashtirish kabi qobiliyatlarini shakllantiradi.

”Fikrlay olasanmi?” texnologiyasi

Agar o'qituvchi fizika faniga qiziqish uyg'ota olsa, u holda o'quvchilarning mustaqil ijodiy ishlari va fikrlash qobiliyati uchun imkoniyat yaratiladi, ular bilimlarga uni egallash yo'lida turli qiyinchiliklarni engishga intiladi. Agar qiziqish jalb qilinmagan bo'lsa miya orqali axborot o'quvchilarning butunlay befarqligida, ijobiy emotsiyalar uyg'otmasdan izsiz o'tadiyu SHuning uchun bu usulda qiziqarli fizikaviy o'yin o'tkaziladi. Bunday qiziqarli o'yin takrorlash va umumlashtirish darslarida o'z samarasini beradi. Masalan:

a) harflarning o'rnini shunday almashtiringki unda fizik olimlarning nomi kelib chiqsin;

b) nechta to'g'ri formula yoza olasiz?

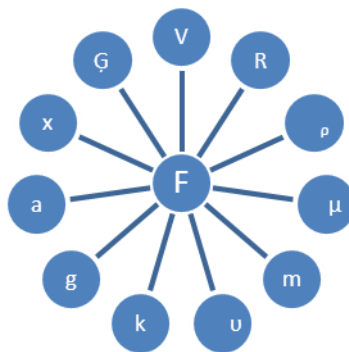
v) 1,2,3 formulalardan yana qanday formulalar chiqqa olasiz?

g) aylana o'rtasiga kuchning birligini yozing;

d) G' kattalik asosida nechta formula yoza olasiz?

.

”Fikrlay olasanmi?” texnologiyasining ko'llanilishi



“Bumerang” metodi

“Bumerang” metodi texnologiyasi bir mashg'ulot davomida o'quv materialini chuqur va yaxlit holatda o'rganish, ijodiy yondashgan holda tushunish,

bilim, malaka va ko'nikmani erkin egallashga yo'naltirilgan. U turli mazmun va xarakterga, ya'ni muammoli, munozarali, turli mazmunlarga ega bo'lgan mavzularni o'rganishga mo'ljallangan bo'lib, u o'z ichiga og'zaki va yozma ish shakllarini qamrab oladi, hamda bir mashg'ulot davomida har bir ishtirokchining turli topshiriqlarni bajarishini, navbat bilan talaba yoki o'qituvchi rolida bo'lishini, kerakli ballni to'plashiga imkoniyat yaratadi.

“Bumerang” – metodi tanqidiy yondashishni va mantiqan fikrlashni shakllantirishga imkoniyat yaratadi. Xotirani, g'oyalarni, fikrlarni, dalillarni yozma va og'zaki shaklarda bayon qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Ta'lim bilan bir qatorda mazkur texnologiya tarbiyaviy xarakterdagi qator vazifalarni amalga oshirish imkonini beradi:

- jamoa bilan ishlash mahorati;
- muomalalik;
- xushfe'llik;
- ko'nikuvchanlik;
- o'zgalar fikriga hurmat;
- faollik;
- rahbarlik sifatlarini shakllantirish;
- ishga ijodiy yondashuv
- o'z faoliyatini samarali bo'lishiga qiziqish;
- o'zini xolis baholash.

Ushbu texnologiya talabalarni dars jarayonida, darsdan tashqari turli adabiyotlar bilan, matnlar bilan ishlash, o'rganilgan materiallarni yodida saqlab qolish, so'zlab bera olish, fikrini erkin holda bayon eta olish hamda bir mashg'ulot davomida deyarli barcha talabalarni baholay olishga qaratilgan.

Texnologiyaning maqsadi-dars davomida talabalarni yangi mavzuni yakka va guruh holatida o'qib o'rganishlariga, turli savollar, o'zaro suhbat – munozaralar orqali bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirib, mustahkamlab olishlarini, talabalarni mavzuni o'zlashtirish darajalarini baholash imkoniyatiga ega bo'lishlarini ta'minlash.

“Bumerang” metodi mavzuni o'rganishning turli bosqichlarida qo'llanilishi mumkin:

- boshida – o'z bilimlarini erkin faollashtirish;
- mavzuni o'rganish jarayonida – uning asoslarini chuqur farqlash va anglab etish;
- yakunlash bosqichida – olingan bilimlarni tartibga solish.

“Bumerang” metodidan ma'ruza, amaliy mashg'ulot darslarida foydalanish mumkin. Ma'ruza dars turida foydalanilganda mavzu oldindan mustaqil o'rganish uchun berilsa, talaba qo'shimcha adabiyotlar bilan ishlash sharoitiga ega bo'ladi. Dars jarayonida esa ko'proq darslik bilan ishlashga to'g'ri keladi.

“CHarxpalak” metodi

“CHarxpalak” metodi muhokama qilinayotgan mavzular haqida mushohada qilish, ularni tushunish, o'rgatish borasida turli mezonlarni asos qilib

olgan holda, muayyan izchillikda tasavvur qilishga zamin yaratadi. Bu metodda talabalar o'zlarining fikr-mulohazalarini bildirishlari ham juda qiziqarlidir.

“CHarxpalak” metodi talabalarni dars jarayonidagi faolliklarini ta'minlaydi. Ularni erkin fikr yuritishga yo'naltirish bilan birga muayyan mavzu yuzasidan rang-barang g'oyalarni to'plashga, ijodiy vazifalarni hal etishga, echish jarayonining dastlabki bosqichida paydo bo'lgan fikrlarini engib, kursdoshlarini fikrlari bilan o'rtoqlashishga bahslashishga o'rgatadi.

Maqsad: Talabani dars jarayonidagi erkin ishtirokini ta'minlash, fikr-mulohazalarini erkin, mustaqil bayon etishlari va yozib berishlari uchun sharoit yaratib berish, eslash, yodlash qobiliyatlarini rivojlantirish va shakllantirishga nisbatan yo'naltirish.

“CHarxpalak” metodi mavzu mohiyatini yorituvchi tushunchalar, terminlar o'rtasidagi mantiqiy bog'liqlikni ko'rsata va asoslay olishni, talabalarga mustaqil fikrlash, bilim darajasini, shaxsiy yondashuvini asoslay olishni, shuningdek guruh a'zolarini fikrlari bilan shaxsiy mulohazalarini o'zaro taqqoslash ko'nikmalarini shakllantiradi.

“CHarxpalak” metodi texnologiyasi ham yuqorida aytib o'tilgan metodlar singari muqobil hisoblanib, talabalardan o'rganilayotgan mavzu, bo'lim, bob yuzasidan tahliliy mulohaza yuritish, eng muhim tayanch tushuncha va terminlarni to'g'ri ajrata olish va harakatlarning mohiyatini izohlab berishni talab qiladi.

“CHarxpalak” metodi ta'lim-trbiya jarayonida qo'llanilishi yakka holda, kichik guruh va jamoa bo'lib ishlashda yaxshi samara beradi. Bu metod talabalni dars jarayonida matnlar bilan ishlashlariga, o'tilgan mavzuni mustahkamlashlariga va yodda saqlab qolishlariga, bilmaganlarini bilib olishlariga, bilganlarini esa qaytarishlariga va eng asosiysi o'zlashtirish darajalarini aniqlashga, ya'ni hammani baholashga qaratilgan.

Metoddan individual, guruhda, ommaviy shaklda, dars turining shaliga qarab, boshida, o'rtasida, oxirida, talabalar tomonidan mavzuni qay darajada bilishini yoki o'zlashtirishni ta'minlash, ularning bilim, ko'nikma va malakalarini aniqlash maqsadida foydalanish mumkin.

Har kim har kimga o'rgatadi.

Darsni shunday tashkil etsinki, o'qituvchi o'qitsin, o'quvchilar ham birbirlarini o'qitsin. Zamonaviy o'qituvchi o'quvchilardan ham saboq oladi, ular o'z hamkasblari deb biladi. Maktabda o'quvchilar o'qituvchining hamkasblari va safdoshlaridir. Bilimga qiziqish axborotning mazmunigagina bog'liq bo'lib qolmay, o'quvchilarning dars jarayonida faol qatnashishlariga ham bog'liqdir. O'quvchilarning o'zlari haqiqatni izlash jarayoniga qanchalik faol aralashsalar, ta'limning samaradorligi shunchalik oshadi. Mustaqil o'rganishsiz o'qitish yo'q. SHuning uchun deyarli har bir darsda o'qitish va mustaqil o'rganish uyg'unligiga erishish zarurdir.

Bu usul o'quvchilar uchun qiziqarli bo'lib, ular o'zlarini o'qituvchidek his qilishadi. Uyg'a oldindan “Turli muhitlarda diffuziya hodisasi” mavzusi berib yuboriladi. Tayyorlanib kelgan o'quvchi shu mavzuni gapirib tushuntirib beradi. Qo'lidan kelgancha tajriba ham qilib ko'rsatadi. U o'rtoqlariga gaz, suyuqlik va qattiq jismlarda diffuziya hodisasiga doir misollar, hodisalarni izohlash va amalda

foydalanish haqida tushuncha beradi. Boshqa o'quvchi shu mavzuga doir tajriba ko'rsatadi. Masalan, oddiy sovuq suvga margoansovka solib suyuqlikda diffuziya hodisasini ko'rsatadi. So'ngra issiq suvga margansovka solib diffuziya hodisasining yuqori haroratda tez sodir bo'lishiga o'rtoqlarining e'tiborini qaratadi. Bunda jismning harorati yuqori bo'lsa molekulalarning tezligi katta bo'ladi va aksincha, degan xulosa chiqadi. Uchinchi bir o'quvchi o'rtoqlariga diffuziya hodisasiga mos holda rivoyat aytib, o'rtoqlarini faollikka undaydi. Misol uchun quyidagi rivoyatni aytib berishi mumkin.

Bir podsho ulamolariga ko'p narsa qo'limdan keladi deb maqtanadi. SHunda vaziri shohim unday demang, ba'zi narsalar borki, uni siz qila olmaysiz deb maslahat qiladi. Baribir podsho o'z so'zida turib oladi. O'shq kuni podshoning besh yosh o'g'il nabirasi bobosini oldiga kelib suv so'raydi. Bobosi suv oldirib kelib nabirasiga beradi. Nabirasi suvni ichmayman sut keltiring deydi. Bobosi sut keltirishni buyuradi. Bola sutni ichib ko'rib ichmayman deb xarxasha qiladi. SHunda podsho nima qilsam tinchiysan deydi. Bola sutni suvga qo'shing deydi. Podsho noiloj suvga sutni qo'shadi. Bola bu suyuqlikni ichib ko'rib to'palon qila boshlaydi. Bobo buni ham ichmayman, bu suyuqlik bemaza ekan deydi. Bolam nima qilsam tinchiysan deydi podsho. Bola bobo suvdan sutni ajratib bering deb iltijo qiladi. Afsuski, suvga aralashib ketgan sutni endi ajratib bo'lmaydi. O'quvchilar tushundiki, bu hodisa ham diffuziyaga misol bo'la oladi. O'quvchilar mana shunday qilib bir-birlarini o'qitishadi va o'rgatishadi.

“3/4” metodi

Ushbu metod yordamida bir vaqtning o'zida barcha o'quvchini muayyan faoliyatga jalb etish orqali ma'lum topshiriq yoki masalani hal etish, shuningdek guruhlarining har bir a'zosini imkoniyatlarini aniqlash, ularning qarashlarini bilib olish mumkin. Bu metod asosida tashkil etilayotgan 4 ta guruh o'qituvchi tomonidan o'rtaga tashlangan muammoni muhokama qiladi. Belgilangan vaqt nihoyasiga etgach guruh tomonidan muammo echimi sifatida taqdim etilgan xulosani bayon etib beradilar va mazkur echimlarni birgalikda muhokama qiladilar.

“3/4” metodining afzallik jihatlari quyidagilardir:

- 1) guruhlarining har bir a'zosini faol bo'lishiga undaydi;
- 2) ular tomonidan shaxsiy qarashlarning ifoda etilishini ta'minlaydi;
- 3) guruhning boshqa a'zolarining fikrlarini tinglay olish ko'nikmalarini hosil qiladi;
- 4) ilgari surilayotgan bir necha fikrni umumlashtira olish, shuningdek, o'z fikrini himoya qilishga o'rgatadi.

Eng muhimi mashg'ulot ishtirokchilarining har biri qisqa vaqt mobaynida ham munozara qatnashchisi, ham tinglovchi, ham ma'ruzachi sifatida faoliyat olib boradi.

“3/4” metodidan ta'lim jarayonida foydalanish o'qituvchidan faollik, pedagogik mahorat, shuningdek guruhlarni maqsadga muvofiq shakllantira olish layoqatiga ega bo'lishni talab etadi. Guruhlarning to'g'ri shakllantirilmasligi topshiriq yoki vazifani to'g'ri hal etilmasligiga sabab bo'lishi mumkin.

O'qituvchi mashg'ulot boshlanmasdan oldin 4 ta stol atrofida 6 yoki 7 tadan stol qo'yib chiqadi. O'quvchilar o'qituvchi tomonidan 4 ta guruhga bo'linadilar. O'quvchilarni guruhlarga bo'lishda o'qituvchi quyidagicha yo'l tutishi mumkin. 4 ta stolning har biriga muayyan ob'ekt (masalan, soat, kitob, gul, ruchka) surati chizilgan lavhani qo'yib chiqadi. Mashg'ulot ishtirokchilariga soat, kitob, gul, ruchka surati tasvirlangan varaqchalardan birini olish taklif etiladi. Har bir o'quvchi o'zi tanlagan varaqchada tasvirlangan surat bilan nomlanuvchi stol atrofida qo'yilgan stuldan joy egallaydi.

O'quvchilar joylashib olganlaridan so'ng o'qituvchi mashg'ulot mavzusini e'lon qiladi hamda guruhlarga muayyan topshiriqlarni beradi. Ma'lum vaqt belgilanib, munozara jarayoni tashkil etiladi. O'qituvchi guruhlarining faoliyatini kuzatib boradi, kerakli o'rinlarda guruh a'zolariga maslahatlar beradi, yo'l-yo'riqlar ko'rsatadi, hamda guruhlar tomonidan berilgan topshiriqlarning to'g'ri hal etilganligiga ishonch hosil qilganidan so'ng guruhlardan munozaralarni yakunlashlarini so'raydi.

Fizikadan "Nurlanish turlari", "Spektrning turlari", "Infraqizil va ultrabinafsha nurlar" va boshqa shunga o'xshash mavzularni o'tganda ushbu metoddan foydalanilsa yaxshi natijalarga erishiladi, o'quv samaradorligi oshadi.

"Yalpi fikriy hujum" metodi

"YAlpi fikriy hujum" metodi J. Donald Filips tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, uni bir necha o'n (20-60) nafar o'quvchi-tala-balardan iborat guruhlarda qo'llash mumkin.

Metod o'quvchi-talabalar tomonidan yangi g'oyalarning o'rta tashlanishi uchun sharoit yaratib berishga xizmat qiladi. Har biri 5 yoki 6 nafar o'quvchi-talabalarni o'z ichiga olgan guruhlarga 15 da-qiqa ichida ijobiy vazifalar beriladi. Topshiriq va ijodiy va-zifalar belgilangan vaqt ichida ijobiy xal etilgach, bu haqida gu-ruh a'zolaridan biri axborot beradi.

Guruh tomonidan berilgan axborot (topshiriq yoki ijodiy va-zifaning echimi) o'qituvchi va boshqa guruhlar a'zolari tomonidan muhokama qilinadi va unga baho beriladi. Mashg'ulot yakunida o'qituvchi berilgan topshiriq yoki ijodiy vazifalarning echimlari orasida eng yaxshi va o'ziga xos deb topilgan javoblarni e'lon qiladi. Mashg'ulot jarayonida guruh a'zolarining faoliyatlari ularning ishtiroklari darajasiga ko'ra baholab boriladi.

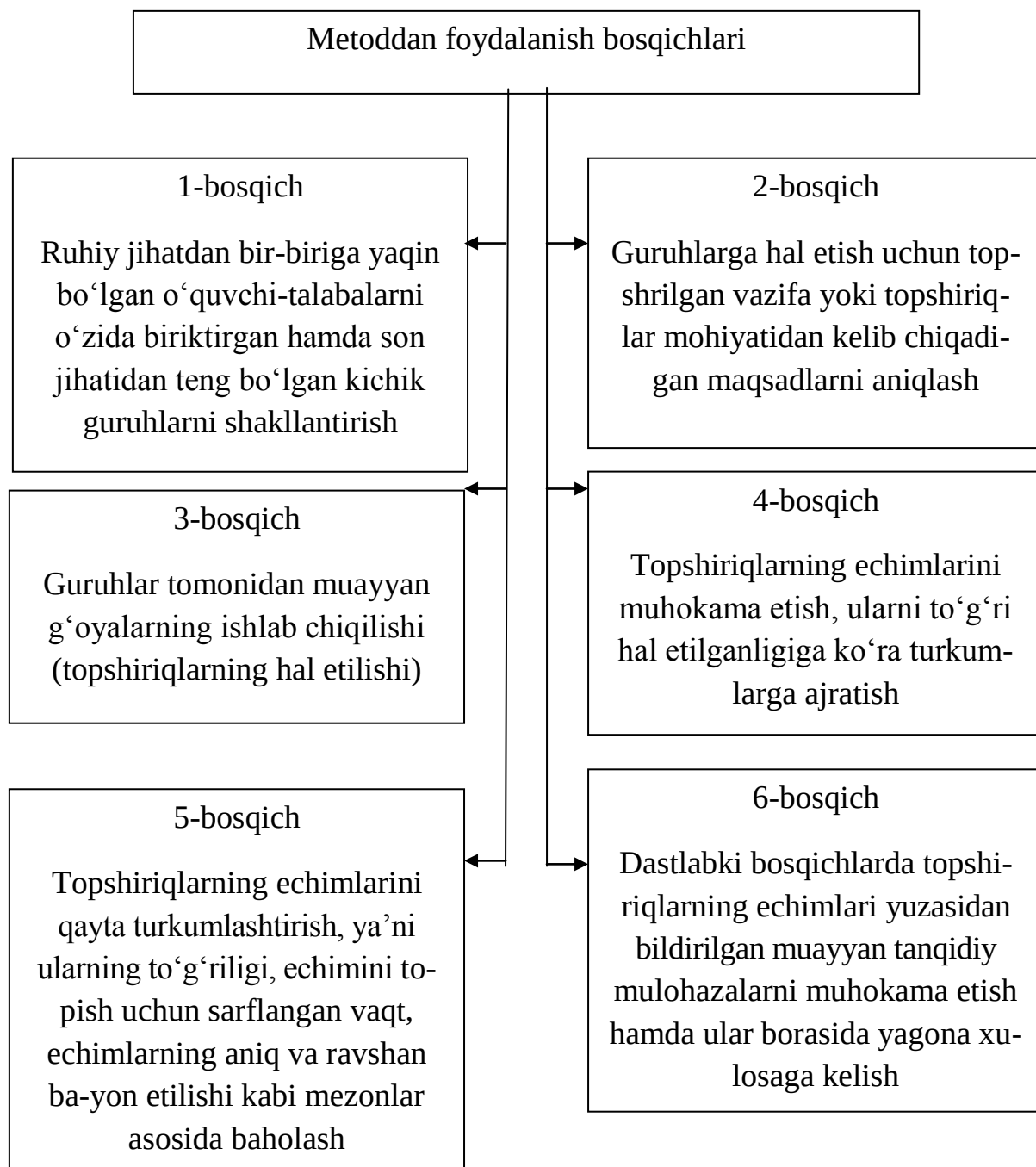
"Fikrlarning shiddatli hujumi" metodi

"Fikrlarning shiddatli hujumi" metodi E.A. Aleksandrov tomonidan asoslangan hamda G.YA.Bush tomonidan qayta ishlangan. "Fikrlarning shiddatli hujumi" metodining mohiyati quyidagichadir:

- *jamoa orasida muayyan topshiriqlarni bajarayotgan har bir o'quvchi-talabaning shaxsiy imkoniyatlarini ro'yobga chiqarishga ko'maklashish;*
- *o'quvchi-talabalarda ma'lum jamoa (guruh) tomonidan bil-dirilgan fikrga qarshi g'oyani ilgari surish layoqatini yuzaga kel-tirish.*

“Fikrlashning shiddatli hujumi” metodini ijtimoiy, gummani-tar va tabiiy yo‘nalishlardagi fanlar yuzasidan tashkil etiladigan mashg‘ulotlar jarayonida birdek muvaffaqiyatli qo‘llash mumkin.

Ushbu metoddan foydalanishga asoslangan mashg‘ulot bir necha bosqichda tashkil etiladi. Ular quyidagichadir:



“Fikrlarning shiddatli hujumi” metodini qo‘llash jarayonida quyidagi holatlar yuzaga keladi:

- *o‘quvchi-talabalar tomonidan muayyan nazariy bilimlarning puxta o‘zlashtirilishiga erishish;*
- *vaqtni iqtisod qilish;*
- *har bir o‘quvchi-talabani faolikka undash;*

– *ularda erkin fikrlash layoqatini shakllantirish.*

“6X6X6” metodi

Bu metod yordamida bir vaqtning o'zida 36 nafar o'quvchi-tala-bani muayyan faoliyatga jalb etish orqali ma'lum topshiriq yoki masalani hal etish, shuningdek, guruhlarining har bir a'zosi imko-niyatlarini aniqlash, ularning qarashlarini bilib olish mumkin. “6x6x6” metodi asosida tashkil etilayotgan mashg'ulotda har birida 6 nafardan ishtirokchi bo'lgan 6 ta guruh o'qituvchi tomonidan o'rta-ga tashlangan muammo (masala)ni muhokama qiladi. Belgilangan vaqt nihoyasiga etgach, o'qituvchi 6 ta guruhni qayta tuzadi. Qaytadan shakllangan guruhlarining har birida avvalgi 6 ta guruhdan bita-dan vakil bo'ladi. YAngi shakllangan guruh a'zolari o'z jamoadosh-lariga avvalgi guruh tomonidan muammo (masala) echimi sifatida taqdim etilgan xulosani bayon etib beradilar va mazkur echimlarni birgalikda muhokama qiladilar.

“6x6x6” metodining afzallik jihatlari quyidagilardir:

- *guruhlarining har bir a'zosini faol bo'lishga undaydi;*
- *ular tomonidan shaxsiy qarashlarning ifoda etilishini ta'minlaydi;*
- *guruhning boshqa a'zolarining fikrlarini tinglay olish ko'-nikmalarini hosil qiladi;*
- *ilgari surilayotgan bir necha fikrni umumlashtira olish, shu-ningdek, o'z fikrini himoya qilishga o'rgatadi.*

Eng muhimi, mashg'ulot ishtirokchilarining har biri qisqa vaqt (20 daqiqa) mobaynida ham munozara qatnashchisi, ham ting-lovchi, ham ma'ruzachi sifatida faoliyat olib boradi.

Ushbu metodni 5,6,7 va hatto 8 nafar o'quvchi-talabadan iborat bo'lgan bir necha guruhlarda ham qo'llash mumkin. Biroq yirik gu-ruhlar o'rtasida “6x6x6” metodi qo'llanilganda vaqtni ko'payti-rishga to'g'ri keldi. CHunki bunday mashg'ulotlarda munozara uchun ham, axborot berish uchun ham birmuncha ko'p vaqt talab etiladi. So'z yuritilayotgan metod qo'llanilayotgan mashg'ulotlarda gu-ruhlar to-monidan bir yoki bir necha mavzu (muammo)ni muhokama qilish im-koniyati mavjud.

“6x6x6” metodidan ta'lim jarayonida foydalanish o'qituvchi-dan faollik, pedagogik mahorat, shuningdek, guruhlarni maqsadga muvofiq shakllantira olish layoqatiga ega bo'lishni talab etadi. Guruhlarining to'g'ri shakllantirilmasligi top-shiriq yoki vazifa-larning to'g'ri hal etilmasligiga sabab bo'lishi mumkin. “6x6x6” metodi yordamida mashg'ulotlar quyidagi tartibda tashkil etiladi:

1. *O'qituvchi mashg'ulot boshlanishidan oldin 6 ta stol atro-figa 6 ta-dan stol qo'yib chiqadi.*
2. *O'quvchi-talabalar o'qituvchi tomonidan 6 ta guruhga bo'li-nadilar. O'quvchi-talabalarni guruhlariga bo'lishda o'qituvchi quyi-dagicha yo'l tutishi mumkin: 6 ta stolning har biriga muayyan ob'ekt (masalan, kema, to'lqin, baliq, delfin, kit, akula) surati chizilgan lavhani qo'yib chiqadi. Mashg'ulot ishti-rokchilariga kema, to'lqin, baliq, delfin, kit hamda akula surati tasvirlangan (jami 36 ta) varaqchalardan birini olish taklif etiladi. Har bir o'quvchi-talaba o'zi tan-*

lagan varaqchadan tasvirlangan surat bilan nomlanuvchi stol atrofiga qo'yilgan stuldan joy egallaydi.

3. O'quvchi-talabalar joylashib olganlaridan so'ng o'qituvchi mashg'ulot mavzusini e'lon qiladi hamda guruhlariga muayyan top-shiriqlarni beradi. Ma'lum vaqt belgilanib, munozara jarayoni tashkil etiladi.

4. O'qituvchi guruhlarining faoliyatini kuzatib boradi, kerakli o'rinlarda guruh a'zolariga maslahatlar beradi, yo'l-yo'riqlar ko'rsa-tadi hamda guruhlar tomonidan berilgan topshiriqlarning to'g'ri hal etilganligiga ishonch hosil qilganidan so'ng guruhlardan munozara-ralarni yakunlashlarini so'raydi.

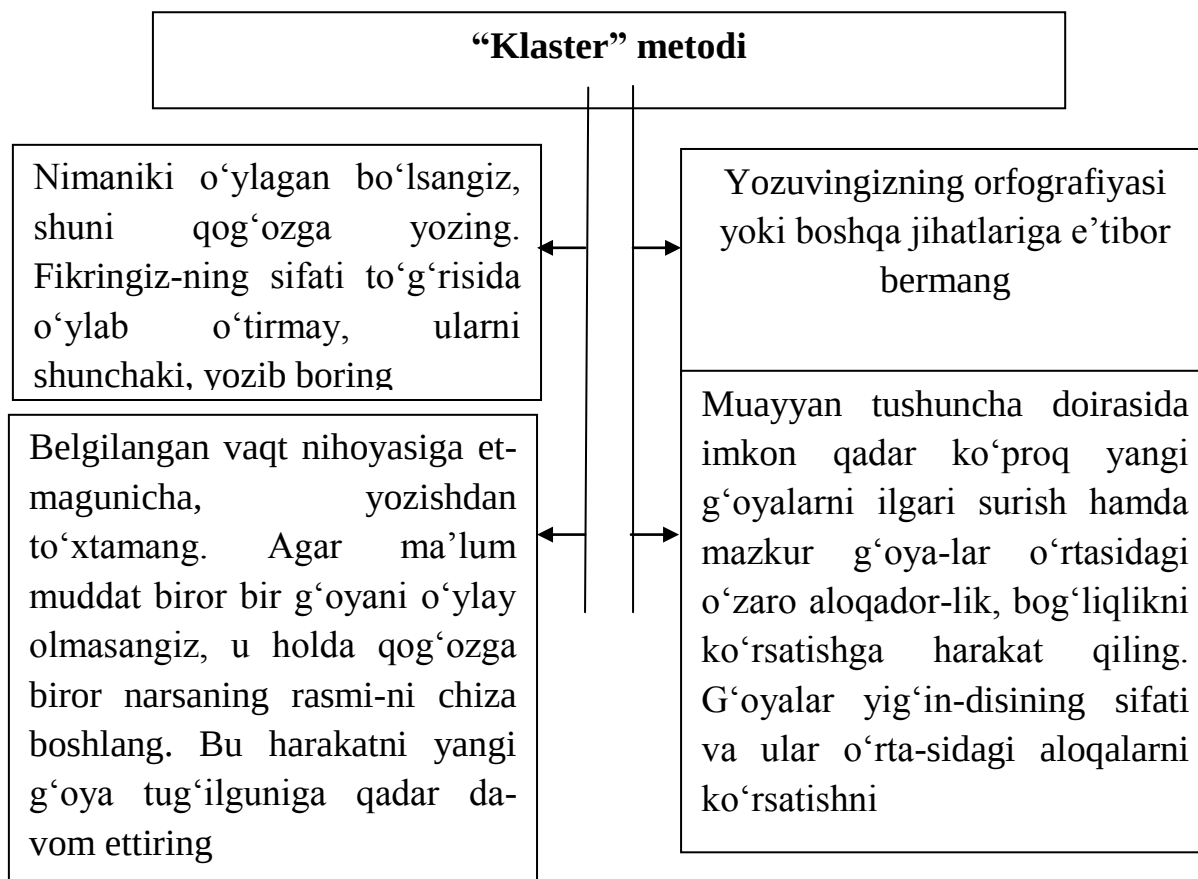
5. Munozara uchun belgilangan vaqt nihoyasiga etgach, o'qituvchi guruhlarini qaytadan shakllantiradi. Yangidan shakllangan har bir guruhda avvalgi 6 ta guruhning har biridan bir nafar vakil bo'lishiga alohida e'tibor qaratiladi. O'quvchi-talabalar o'z o'rinlarini almash-tirib olganlaridan so'ng, belgilangan vaqt ichida guruh a'zolari avvalgi guruhlariga topshirilgan vazifa va uning echimi xususida guruh-doshlariga so'zlab beradilar. SHu tartibda yangidan shakllangan guruh avvalgi guruhlar tomonidan qabul qilingan xulosalar (topshiriq echimlari)ni muhokama qiladilar va yakuniy xulosaga keladilar.

“Klaster” metodi

“Klaster” (g'uncha, bog'lam) metodi pedagogik, didaktik strategiya-ning muayyan shakli bo'lib, u o'quvchi-talabalarga ixtiyoriy muammo (mavzu)lar xususida erkin, ochiq o'ylash va shaxsiy fikrlarni bema-lol bayon etish uchun sharoit yaratishga yordam beradi. Mazkur metod turli xil g'oyalar o'rtasidagi aloqalar to'g'risida fikrlash imko-niyatini beruvchi tuzilmani aniqlashni talab etadi. “Klasster” me-todi aniq ob'ektga yo'naltirilmagan fikrlash shakli sanaladi. Undan foydalanish inson miya faoliyatining ishlash tamoyili bi-lan bog'liq ravishda amalga oshadi. Ushbu metod muayyan mavzuning o'quvchi-talabalar tomonidan chuqur hamda puxta o'zlashtirilguniga qadar fikrlash faoliyatining bir maromda bo'lishini ta'minlashga xizmat qiladi.

Stil va Stil g'oyasiga muvofiq ishlab chiqilgan “Klaster” me-todi puxta o'ylangan strategiya bo'lib, undan o'quvchi-talabalar bi-lan yakka tartibda yoki guruh asosida tashkil etiladigan mashg'ulot-lar jarayonida foydalanish mumkin. Metod guruh asosida tashkil etilayotgan mashg'ulotlarda o'quvchi-talabalar tomonidan bilidiri-layotgan g'oyalarning majmui tarzida namoyon bo'ladi. Bu esa ilgari surilgan g'oyalarni umumlashtirish va ular o'rtasidagi aloqalarni topish imkoniyatini yaratadi.

“Klaster” metodidan foydalanishda quyidagi shartlarga rioya qilish talab etiladi



“Qarorlar shajarasi” (“qarorlar qabul qilish texnologiyasi”) metodi

“Qarorlar shajarasi” metodi muayyan fan asoslari borasidagi bir qadar murakkab mavzularni o‘zlashtirish, ma‘lum masalalarda har tomonlama, puxta tahlil etish asosida ular yuzasidan muayyan xulosalarga kelish, bir muammo xususida bildirilayotgan bir necha xulosalar orasidan eng maqbul hamda to‘g‘risini topishga yo‘naltirilgan texnik yondashuvlar. Ushbu metod, shuningdek, avvalgi vaziyat-larda qabul qilingan qaror (xulosa)lar mohiyatini yana bir bora tahlil etish va uni mukammal tushunishga xizmat qiladi.

Guruh o‘quvchi-talabalari ishtirokida qo‘llaniladigan "Qarorlar shajarasi" bir necha o‘n nafar o‘quvchi-talabalarning bilimlari dara-jasini aniqlash, ularning fikrlarini jamlash va baholash imkonini beradi. Ta‘lim jarayonida mazkur metodning qo‘llanilishi muayyan muammo yuzasidan oqilona qaror qabul qilish (xulosaga kelish)da o‘quvchi-talabalar tomonidan bildirilayotgan har bir variant, ular-ning maqbul hamda nomaqbul jihatlarini mufassal tahlil etish imkoniyatini yaratadi. Mashg‘ulot jarayonida o‘quvchi-talabalar quyidagi chizma asosida tuzilgan jadvalni to‘ldiradilar (yoki ushbu tartibdagi faoliyatni olib borishda yozuv taxtasidan foydalanadilar):

"Qarorlar shajarasi" metodi quyidagi shartlar asosida qo‘llaniladi:

1. O‘qituvchi mashg‘ulot boshlanishidan oldin munozara, tahlil uchun mavzuga oid biror muammoni belgilaydi. Guruhlar tomonidan qabul qilingan xulosa (qaror)larni yozish uchun plakatlarni tayyorlaydi.

2. O'qituvchi o'quvchi-talabalarni 4 yoki 6 nafardan iborat gu-ruhlarga ajratadi. Muammoning hal etilish, bu borada eng maqbul qarorning qabul qilinishi uchun muayyan vaqt belgilanadi.

3. Qarorni qabul qilish jarayonida guruhlarining har bir a'zosi tomonidan bildirilayotgan variantlarning maqbullik hamda nomaqbullik darajalari batafsil muhokama qilinadi. Har bir variantning afzallik va afzal bo'lmagan jihatlari yozib boriladi. Bildirilgan variantlar asosida muammoni ijobiy hal etishga xizmat qiluvchi usul xususida guruh a'zolari bir to'xtam-ga kelib oladilar.

4. Munozara uchun ajratilgan vaqt nihoyasiga etgach, har bir guruh a'zolari o'z guruhi qarori borasida axborot beradilar. Za-rur hollarda o'qituvchi rahbarligida barcha o'quvchi-talabalar bildirilgan xulosa (qaror)larni bir-biri bilan qiyoslaydilar.

Muammo yuzasidan bildirilgan qarorlar borasida savollar tug'ilgudek bo'lsa, ularga javoblar qaytarilib boriladi, noaniqliklarga aniqlik kiritiladi. Agarda barcha guruhlar tomonidan muammo yuzasidan bir xil qarorga kelingan bo'lsa, o'qituvchi bu-ning sababini izohlaydi.

"Qarorlar shajarasi" metodining o'ziga xos jihati shundan iboratki, bu metod bevosita ma'lum loyiha asosida qo'llaniladi. Mazkur loyiha quyidagi ko'rinishga ega:

“QARORLAR SHAJARASI” metodi					
UMUMIY MUAMMO					
1-qaror varianti		2-qaror varianti		3-qaror varianti	
Afzalligi	Kamchiligi	Afzalligi	Kamchiligi	Afzalligi	Kamchiligi
Qaror:					

Ma'ruzani ya'nada samaraliroq chiqishi uchun pedagogik texnikani qo'llash kerak.

Ma'ruzada talabalar ishtiroki elementlarini kiritish kerak.

Bundan boshqada ta'lim berish vositalaridan unumli foydalanish kerak:

- Video
- Proektor
- Flip – chat
- Elektron doskalar
- va boshqalar

III. NAZARIY MATERIALLAR

1- Mavzu Fizika predmeti. O'lchashlar va vektorlar. Bir, ikki va uch o'lchamli o'lchashlar. Kinematika

Reja

1. Fizika fani uning nazariy va eksperimental tadqiqot uslublari.
2. Fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi.
3. O'lchashlar va vektorlar
4. Mexanik harakat. Moddiy nuqta. Sanoq sistemasi.
5. Harakatning asosiy xarakteristikalar: Tezlik. Tezlanish.

Tayanch iboralar: *Fizika predmeti. O'lchashlar va vektorlar. Kinematika, moddiy nuq'ta, radius vektor, trayektoriya, tekis harakat, tezlik, o'rtacha tezlik, tezlanish, burchak, radian, burilish burchagi, aylanma harakat, aylanish davri, aylanish chastotasi, chizikli tezlik, burchak tezlik, burchak tezlanish.*

1. Fizika fani uning nazariy va eksperimental tadqiqot uslublari

Fizika so'zi yunoncha „physis“ — tabiat so'zidan olingan bo'lib, uning qonunlari barcha tabiatshunoslik bilimlarining asosida yotadi. Shuning uchun ham uni uzoq vaqt tabiat falsafasi deb ham ataganlar.

Tabiat qonunlarini chuqur o'rganish bizni o'rab turgan dunyo materiyaligini, ya'ni bizning ongimizdan tashqarida ham mavjudligini ko'rsatadi. Bizni o'rab turgan barcha mavjudot va bizning o'zimiz ham, jumladan, fizikada ko'p foydalaniladigan modda va maydon ham materiyaning ajralmas qismlaridir. Materiya doimo harakatda bo'ladi, ya'ni vaqt o'tishi bilan ularning o'zaro joylashuvi, shakli, o'lchamlari, agregat holati, fizik va kimyoviy xossalari o'zgarib turadi. Harakat materiyaning ajralmas xossasi va mavjudlik shartidir¹

Fizika materiya harakatining eng sodda ko'rinishlari va tabiatning ularga mos eng umumiy qonunlari, materiyaning xossalari, tuzilishi haqidagi fandir.

Fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi

Atrofimizdagi jismlar makroolamni tashkil etadi. Makroolamni tavsiflaydigan klassik fizikada materiya ikki shaklda – modda va maydon ko'rinishida mavjud deb hisoblanadi. Materiya makon va zamonda mavjud bo'ladi. Fizika tajribaviy fan bo'lib, uning qonunlari tajriba natijalariga asoslanadi. Tajriba ma'lum qonunlarni tekshirish va yangi natijalarni aniqlash uchun o'tkaziladi.

Nazariya esa topilgan natijalarga tayanib tabiat qonunlarini shakllantiradi, ma'lum hodisalarni tushuntiradi va ba'zan yangi hodisalarni bashorat qilad.²

Tirik biologik va o'simlik ob'ektlari aniq qonuniyat bo'yicha rivojlanadi. Hayot fizikasi - biofizika turli xil mutaxassislarni diqqatini o'ziga keng qamrovli jalb qiladi: biologik ob'yektlarda sodir bo'ladigan jarayonlar juda murakkabdir, ammo bu jarayonlarni, fizika o'rganadigan materiya harakatining eng sodda shakllari yig'indisidan iborat deb qarash mumkin.

O'lchash - deb o'lchanayotgan kattalikni shu kattalik bilan bir jinsli bo'lgan va uning birligi qilib qabul qilingan etalon qiymati bilan taqqoslashga aytiladi.

Biror kattalikning o'lchangan qiymati, uning haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Biroq kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish uchun barcha ayrim o'lchashlarda topilgan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati hisoblanadi va bu o'rta qiymat o'lchanayotgan natijalarga nisbatan eng yaqin bo'ladi.). Suvning uchlanma nuqtasini xarakterlovchi termodinamik temperaturaning $1/273,16$ ulishi 1 Kelvin deb qabul qilingan.

Modda miqdori, Mol (Mol). Uglerod – 12 ning 0,012 kg massasidagi moddaning miqdori 1 mol deb qabul qilingan.

Yorulik kuchi, kandela (kd). 540 (1012 Gts chastotali monoxromatik nurlanish chiqarayotgan manba yoruligining energetik kuchi $1/683 \text{ Vt/Sr}$ ga teng bo'lgan yo'nalishdagi yorulik kuchi 1 kandela deb qabul qilingan.

O'o'shimcha birliklar:

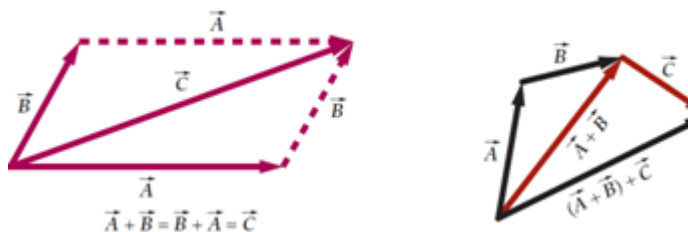
Yassi burchak, radian (rad). Aylanada uzunligi radiusga teng bo'lgan yoyni ajratadigan ikki radius orasidagi burchak 1 radian deb qabul qilinadi.

Fazoviy burchak, steradian (sr). Uchi sfera markazida joylashgan va shu sfera sirtidan radius kvadratiga teng yuzli sirtini ajratuvchi fazoviy burchak 1 steradian deb qabul qilingan.

O'lchashlar va vektorlar

Fizik kattaliklar ikki xil bo'ladi: vektor va skalyar fizik kattaliklar. Faqat son qiymati bilan aniqlanadigan fizik kattaliklar skalyar kattaliklar deyuladi. Nafaqat son qiymati balki yo'nalishi bilan ham xarakterlanadgan kattaliklar vektor kattaliklar deyildi. Vektor kattaliklar ning yo'nalishini aniqlashda vektorlar ustida bajariladigan amallardan foydalaniladi. Masalan A va B vektorlarni yig'inisi C vektorni beradi. A, B va C vektorlar esa $(A+B)+C$ ni tashkil etadi.

² Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" 33-37 pg



1-rasm. Vektorlarni qo'shish

Jismlarning o'zaro ta'sirini va mexanik harakat qonuniyatlarini o'rganish bilan shug'ullanuvchi fizikaning bo'limini **mexanika** deyiladi.



2-rasm. (Jismlarning o'zaro ta'sirini va mexanik harakat)

Jism yoki jism qismlarining o'zaro joylashuvining o'zgarishi tabiatdagi harakat turlaridan biri ya'ni **mexanik harakat**dir.

Shunga ko'ra mexanik ta'sir ostidagi jism deganda unga boshqa jismlarning ta'sirini ya'ni ko'rilyotgan jismning mexanik harakat holatini o'zgarishi yoki uning **deformatsiyalanishi** – uning qismlarini o'zaro joylashuvini o'zgarishi tushuniladi. Tez harakatlanuvchi jismning **relyativistik mexanikasidan** farqli kichik tezlik bilan (yorug'likning vakuumdagi tezligi $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ga solishtirilganda) harakatlanuvchi jism mexanikasi **klassik mexanika** deyiladi. Klassik mexanika asoslarini I.Nyuton ishlab chiqdi. Shuning uchun uni odatdagidek **Nyuton mexanikasi** deyiladi. Nyuton mexanikasi moddiy nuqta maexanikasi deb ham yuritiladi.

Moddiy nuqta deb, berilgan masala uchun shakli va o'lchamlarini e'tiborga olmasa ham bo'ladigan jismga aytiladi.

Birdan-bir va o'sha jismni bitta masala uchun moddiy nuqta deb hisoblash mumkin, boshqasi uchun mumkin emas. Masalan, Yer va boshqa planetalarning Quyosh atrofidagi harakat traektoriyasini ko'rilyotganda Yer va boshqa planetalarni moddiy nuqta deb qarash mumkin, chunki planetalar o'lchami uning orbitalarini o'lchamidan kichik.

Absolyut qattiq jism deb, xoxlagan ikki nuqtasi orasidagi masofa doimo o'zgarmay qoladigan jismga aytiladi. Bu modellardagi ko'rilyotgan

masalalarda jism boshqa jismlar bilan o'zaro taosirlashganda deformatsiya juda ham kichik bo'lgan hollarda foydalaniladi.

Hamma jismlar mavjud hamda fazo va vaqtda harakatlanadi. Fazo va vaqt tushunchasi hamma tabiiy fanlarning asosini tashkil qiladi. Har qanday jism xajmga ya'ni fazoviy ko'lamga ega. Vaqt-har qanday jarayon va harakat holatining o'zgarishini tartibga keltiradi. U jarayonning davomiyligini o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Shunday qilib, fazo va vaqt xususan materiyaning umumiy shaklini mavjudligini ifodalaydi. O'rganilayotgan jismning holatini ixtiyoriy vaqt momentida bir xil mazmunda aniqlash uchun sanoq tizimini tanlab olishimiz zarur.



3-rasm Sanoq sestemasi tasvirlangan

Sanoq tizimi deb, koordinatalar tizimi soat bilan taminlangan hamda absolyut qattiq jism bilan qattiq bog'langan va unga nisbatan vaqtning har xil momentlarida boshqa jismlarning holatlarini *aniqlaydigan tizimga aytiladi*.

3-rasm (sanoq sestemasi tasvirlangan) Buning uchun soat o'rnida vaqtni o'lchaydigan yoki, aniq hodisalar oraligidagi vaqtni o'lchashda har qanday qurilmalardan foydalanish mumkin, shu kabi unga teng kuchli bo'lgan vaqtda sanoq boshini ixtiyoriy tanlash mumkin. Npyuton mexanikasida fazoning xossalari Yevklid geometriyasi bilan tavsiflanadi, vaqt o'tishi esa hamma sanoq tizimlarida bir xil deb taxmin qilinadi. Bundan buyon Yer bilan qattiq bog'langan sanoq tizimini Yer yoki laboratoriya deb ataymiz.³

Mexanik harakat. Moddiy nuqta. Sanoq sistemasi

Harakati o'rganilayotgan jismning kattaligi va shakli kuzatilayotgan sharoitda hech qanday ahamiyatga ega bo'lmasa, bunday jism moddiy nuqta deb qaraladi.

Sanoq sistemasi . Istalgan bir jismning harakati boshqa bir jismga yoki bir-birlariga nisbatan olib o'rganiladi. Sanoq sistemasi sifatida biror qattiq jism bilan bog'langan, o'zaro bir-birlariga tik bo'lgan 3 ta o'qdan iborat bo'lgan dekart koordinatalar sistemasi qo'llaniladi. Bunday sanoq sistemasi moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan jismning istalgan vaqtda fazodagi o'rnini to'la aniqlash

³ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS"41-48 pg

imkonini beradi. Nuqtaning fazodagi o'rnini X, Y va Z koordinatalari orqali aniqlanadi.

Mexanika deb materiyaning eng sodda harakati jismlarning yoki ular qismlarining bir-biriga nisbatan ko'chishi haqidagi ta'limotga aytiladi.

Har qanday jismning fazodagi vaziyati sanoq sestimasi deb ataluvchi boshqa jism yoki jismlar sistemasiga nisbatan aniqlanadi. Jismlarning sanoq sistemasiga nisbatan qilgan harakatiga nisbiy harakat deyiladi.

Jismlarning harakati ham tinch holati ham nisbiydir.

Moddiy nuqta deb, tekshirilayotgan masofaga nisbatan ulchamlari juda kichik va shakli hisobga olinmasa ham bo'laveradigan jismlarga aytiladi.

Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning fazoda qoldirgan iziga harakat trek-toriyasi deyiladi.

Harakatning trayektoriyasi shakliga qarab to'g'ri chiziqli va egri chiziqli harakatlarga ajraladi. Moddiy nuqtaning biror vaqt oralig'ida har xil masofalar o'tiladigan trektoriyasining uzunligi o'tilgan yo'l deyiladi.

Harakat trektoriyasining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga yo'nalgan kes-madan iborat bo'gan vektor kattalikka ko'chish deyiladi. **Moddiy nuqtaning teng vaqtlar qralig'ida o'tgan masofasiga qarab harakatlar tekis va notekis hara-katlarga ajraladi. Tekis harakat deb teng vaqtlar oralig'ida bir xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi. Notekis harakat deb, teng vaqtlar oralig'ida har xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi.**

O'lchami hisobga olinadigan jismning harakatini, bu jismni tashkil qilgan moddiy nuqta deb qaraladigan elementlar bo'laklar harakatining yig'indisidan ibo-rat deb qarash mumkin.

Harakatning asosiy xarakteristiklari: Tezlik. Tezlanish

Jismlardagi nuqtalarning bir-biriga nisbatan ko'chishga qarab, jismning harakati ilgariylanma va aylanma harakatlarga ajraladi. Ilgarilanma harakat deb, jismdagi ixtiyoriy ikki nuqtasini birlashtiruvchi ixtiyoriy to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallelligicha qoladigan harakatga aytiladi. Aylanma harakat deb, jismning barcha nuqtalari parallel tekisliklardagi markazlari bir to'g'ri chiziqda yotgan aylanalar chizadigan harakatga aytiladi.

Mexanika uch qismga bo'linadi: kinematika, dinamika, statika. Harakatn-ing uni sabablarisiz tekshiradigan mexanikaning bo'limiga kinematika deyiladi.

Kinematikaning asosiy vazifasi vaqt o'tishi bilan jism vaziyatining fazoda-gi o'zgarishidan iborat bo'lgan harakat troektoriyasini aniqlashdan iborat.

To'g'ri chiziqli tekis harakat deb, teng vaqtlar oralig'ida bir xil masofani o'tgan va troektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan jism harakatga aytiladi. To'g'ri chiziqli tekis harakat tezlik deb ataluvchi kattalik bilan harakatlanadi va quyidagi formulada hisoblanadi.

$$V = \frac{S}{t} \quad (1.1)$$

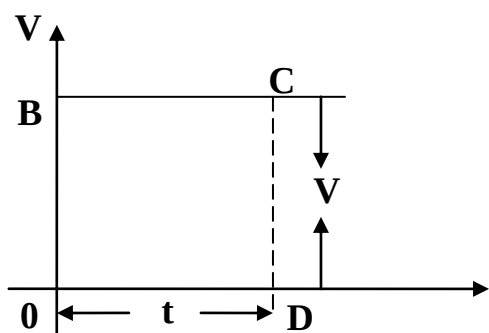
Demak, tezlik deb vaqt birligi ichida o'tilgan yo'lga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. Bu harakatda

$$V = \text{const} \quad (1.2)$$

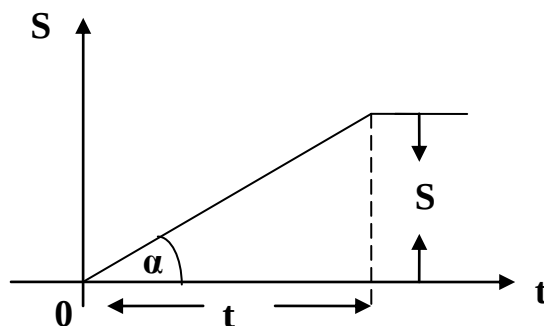
To'g'ri chiziqli tekis harakatning asosiy teglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$S = vt \quad (1.3)$$

Demak to'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l (argument) vaqtning chiziqli funksiyasidir. Tekis harakatning tezlik va yo'l grafigi quyidagicha



4-rasm to'g'ri chiziqli tekis harakat



5-rasm to'g'ri chiziqli o'zgaruvchan harakat

(4-rasm) To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat deb, trayektpriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan va teng vaqtlar oralig'ida har xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi. U quyidagi formuladan foydalanib aniqlanadi.

$$V_{o'r} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Har qanday o'zgaruvchan harakat o'rtacha oniy tezliklar bilan harakterlanadi.

O'zgaruvchan harakatning o'rtacha tezligi deb, ma'lum vaqtda o'tilgan yo'lni shu vaqt ichida tekis harakat bilan bosib o'tilgan harakat tezligiga aytiladi

Bunda: $t_1 = t_2 = \dots t_n = \frac{t}{n}$; $V_{O'R} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n}$; $S = V_{O'R} * t$ **bo'ladi.**

O'zgaruvchan harakatning oniy tezligi deb, harakatning ma'lum bir paytiga yoki troektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat va troektoriyasining aniq bir nuqtasiga

mos kelgan tezlikka aytiladi, ya'ni $V_{ONiy} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$

Harakat tezligining o'zgarishi tezlanish deb ataluvchi fizik kattalik bilan harakterlanadi.

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat tezlanishi deb vaqt birligi ichida tezlikning miqdor jihatdan o'zgarishiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni;

$$\alpha = \frac{V_t - V_0}{t}$$

$V_t = V_0 \pm \alpha t$ Bunda:

$\alpha > 0$ bo'lsa, tekis tezlanuvchan harakat,

$\alpha < 0$ bo'lsa tekis sekinlanuvchan harakat bo'ladi.

Tekis o'zgaruvchan harakat grafigi quyidagicha (1.5 rasm)

Tekis o'zgaruvchan harakatda yo'l formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$S = V_0 t \pm \frac{\alpha t^2}{2} \text{ agar tezlikka } V_{O'R} = \frac{V_0 + V_t}{2} \text{ deb olsak } S = V_{O'R} * t = \frac{V_0 + V_t}{2} t$$

bo'ladi. Vertikal harakatda yo'l (balandlik) quyidagicha bo'ladi

Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakati. Moddiy nuqta deb xisoblanishi mumkin bo'lgan jism tezligining harakat davomida faqat miqdori (qiymati) o'zgarib, yo'nalishi esa uzgarmasdan qolsa, bunday harakat trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi va uni to'g'ri chiziqli harakat deb ataladi. Agar harakat davomida $a = const$ va u musbat ishorali bo'lsa, tezlik va tezlanish yo'nalishi bir xil bo'ladi va $v = v_0 + at$ ko'rinishda yoziladi. Vaqt o'tishi bilan tezlik qiymati bir xilda ortib boradi. Bunday harakatni tekis tezlanuvchan harakat deyiladi.

Aks xolda, a - manfiy ishorali, demak, tezlik va tezlanish qarama-qarshi yo'nalishda bo'lsa, harakat tekis sekinlanuvchan harakat deyiladi. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatida yo'l formulasi

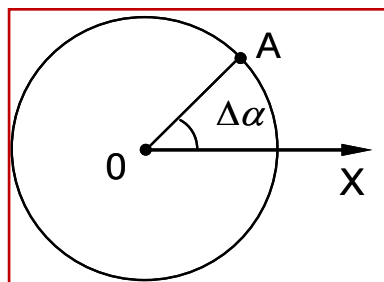
$$q'uyidagicha ifodalanadi: S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \quad (1.10)$$

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakati. Moddiy nuqta harakatining traektorisi aylana shaklida bo'lsa, bunday harakat aylanma harakat deb ataladi.

Agar OA radius-vektor Δt vaqt oralig'ida $\Delta\varphi$ burchakka burilgan bo'lsa, jism burchakli tezligining o'rtacha qiymati $\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$ ga teng bo'ladi. Burchakli tezlikning berilgan vaqtdagi qiymati

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt} \quad (1.11)$$

ifoda orqali aniqlanadi, juda kichik vaqt oralig'idagi moddiy nuqtaning aylana bo'ylab bosib o'tgan ds yo'l uzunligini quyidagicha yozish mumkin:



6 – rasm Moddiy nuqtaning aylanma harakati

$$ds = vdt$$

bunda r - $\vec{OA}$ radius-vektorning uzunligi. Yuqoridagi formuladan $d\varphi$ elementar burchakka burilish uchun:

$$d\varphi = \frac{vdt}{r}$$

ni (1.10) ga keltirib qo'yamiz va chiziqli hamda burchakli tezliklar orasidagi quyidagi munosabatni olamiz: $\mathbf{v} = \boldsymbol{\omega} \mathbf{r}$ (1.12)

Aylana buylab tekis harakat uchun (1.12) ni $d\varphi = \omega dt$ ko'rinishda yozib, 0 dan T (bir marta to'liq aylanib chiqish uchun ketgan vaqt - aylanish davri) gacha bo'lgan vaqt oralig'idagi burilish burchagi 2π ning $2\pi = \alpha = \int d\alpha = \int \omega dt = \omega T$ ga

teng ekanligini aniqlab, burchakli tezlikni $\omega = \frac{2\pi}{T}$ yoki $\omega = 2\pi\nu$ (1.13) ko'rinishda ifodalash mumkin (bu erda ν - aylanish chastotasi).

Burchakli tezlanish burchakli tezlikning birlik vaqt davomida o'zgarish kattaligini aniqlaydi. Agar Δt vaqt oralig'ida burchakli tezlik $\Delta\omega$ ga o'zgargan bo'lsa, burchakli tezlanishning shu vaqt oralig'idagi o'rtacha qiymati quyidagicha

$$\text{bo'ladi:} \quad \varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (1.14)$$

Burchakli tezlanishi berilgan t vaqtdagi qiymatini

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} \quad (1.15)$$

kurinishda yozib, (1.12) ni (1.15) ga keltirib qo'ysak quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (1.16)$$

(1.16) dan burchakli tezlanish burilish burchagidan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosilaga teng ekanligi ko'rinishga ega.

Tekis aylanma harakat deb, teng vaqtlar, teng yo'ylar bosib o'tiladigan harakatga aytiladi.

Tekis aylanma harak davr, chastota, tezlik va tezlanish bilan harakatlanadi,

$$\text{yami agar: } T = \frac{t}{N} \quad V = \frac{N}{t} \quad V = \frac{S}{t} \quad t=T \quad S = 2\pi R$$

Desak: $V = \frac{2\pi R}{T}$ yoki $V = 2\pi R\nu$ (chiziq terzlik) bo'ladi: Shuningdek bu

harakat: $\omega = \frac{\alpha}{t}$ ($\frac{pa\Delta}{c} = \frac{1}{c}$) burchak tezlik bilan ham harakterlanadi. Uning o'lchov birligi I rad deb qarshisidagi yoyning uzunligi radiusiga teng bo'lgan markaziy burchakka aytiladi.

Agar $t=T$ $\alpha = 2\pi$ desak: $\omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ bo'ladi.

Aylana harakatda burchak tezlanish quyidagicha:

$$E = \frac{\omega_t - \omega}{t} = \frac{\Delta\omega}{t} = \frac{2\pi}{T^2} \quad \left(\frac{pa\Delta}{c^2} \right)$$

Agar chiziqli tezlikning burchak tezlikka nisbatini olsak:

$$\frac{V}{\omega} = \frac{2\pi R\nu}{2\pi\nu} = R \quad \text{yoki} \quad V = \omega R \quad \text{bo'ladi.}$$

Bu ifoda tezlik va burchak tezlik orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Aylanma harakatni markazga intilma va markazdan qochma tezlanishlar

ham harakterlaydi, ya'ni:

$$\alpha_{mm} = \frac{\Delta v}{t} = v * \omega = \omega^2 R = \frac{V^2}{R}$$

Nazorat savollari

1. Fizika qanday fan? Fizikani rivojlanish tarixi qanday?
2. Fizikaning boshqa fanlar taraqqiyotidagi ahamiyati qanday?
3. Fizika fanining fan va texnikadagi ahamiyati qanday? Fizika fanining kelajagi haqida nimalar deya olasiz?
4. Qanday nazariyotsi va eksperimentatorlarni bilasiz?
5. Nazariy fizika alohida fan sifatida qachon va kim tomonidan nazariyaga aylantirildi? Nazariy fizikaning bosh taraqqiyot yo'nalishlarini sanab o'ting?
6. Eksperimental fizikaning texnikaga munosabati qanday ekanligini tushuntiring. Qanday eksperimental metodlarni bilasiz?
7. Moddiy nuqtaga ta'rif bering? Sanoq sistemasi deb nimaga aytiladi?
8. Trayektoriya, ko'chish va yo'l deb nimaga aytiladi?
9. Tezlik qanday fizik kattalik? Tezlanishni tushuntiring.
10. Tezlik va tezlanish birliklari qanday aniqlanadi?
11. Siljish masofasi va radius vektor o'zgarishi qanday?

2-Mavzu: «Nyuton qonunlari. Impuls, ish, energiya va quvvat. Impuls va energiyaning saqlanish qonuni»

Reja

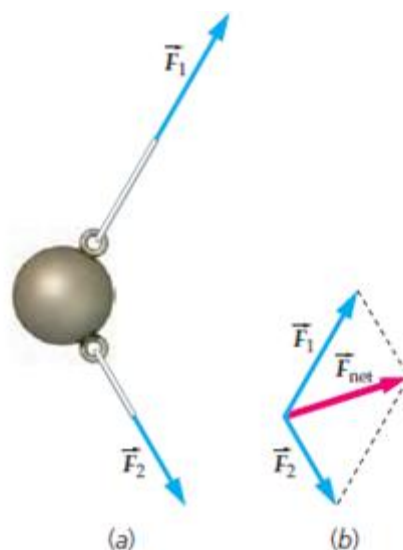
1. Nyuton qonunlari.
2. Inertsia qonuni. Nyutonning ikkinchi qonuni. Aks ta'sir qonuni .
3. Impulsning o'zgarishi qonuni. Impulsning saqlanish qonuni.
4. Mexanik ish va quvvat. Mexanik energiya va uning turlari
5. Mexanik energiyaning saqlanish va aylanish qonuni.

Tayanch iboralar: sanoq sistimasi, inertsia tushunchasi, Nyutonning birinchi qonuni, massa, tezlanish, kuch, Nyutonning ikkinchi qonuni, Nyutonning uchinchi qonuni, impuls. mexanik ish, quvvat, energiya, konservativ kuchlar, nokonservativ kuchlar, kinetik energiya, energiyaning saqlanishi, ish birligi, quvvat birligi, energiyaning birligi.

Nyuton qonunlari.

Nyuton qonunlariga asoslangan mexanika Nyuton mexanikasi yoki klassik mexanika deb ataladi. Nyutonning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: har qanday jism o'zining tinch xolatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat xolatini unga boshqa jismlar tomonidan ta'sir ko'rsatilib, uning shu xolatini o'zgartirishga majbur qilmaganlaricha saqlaydi.

Jismlarning tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlash hodisasiga inersiya hodisasi deyiladi. Bu holatni avtomobil birdaniga harakatga kelganida yoki to'xtaganda odam yoki sharcha bilan yuz beradigan holda kuzatish mumkin.



7-rasm. Jismlarga tasir etuvchi kuch

*Berilgan sanoq sistemasiga nisbatan Nyutonning birinchi qonuni bajarilsa, bunday sistema inertsial sanoq sistema, aks xolda noinertsial sanoq sistema deyiladi. Inertsial sanoq sistemaga nisbatan tinch xolatda turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'lgan har qanday sanoq sistema inertsial sanoq sistemadir.*⁴

Dinamikaning ikkinchi qonunini Nyuton quyidagicha ta'riflagan: harakat miqdorining o'zgarishi harakatlantiruvchi kuchga proporsional va shu kuch ta'siri yuz berayotgan to'g'ri chiziq yo'nalishi bo'yicha sodir bo'ladi.

Berilgan jism bilan atrofdagi boshqa jismlarning bir biriga ko'rsatayotgan ta'sirini yoki turli xil tashqi maydonlarning shu jismga ko'rsatayotgan ta'sirini miqdor jixatdan harakterlovchi fizik kattalik kuch deb ataladi.

Kuch vektor kattalkdir. Jismga ta'sir etuvchi natijaviy kuch uni tashkil etuvchilarining vektorcha yig'indisiga teng bo'ladi. 2-rasm.

Tabiatda quyidagi fundamental o'zaro ta'sirlar mavjud : Gravitatsion , elektromagnit, kuchli va kuchsiz o'zaro ta'sirlar. Mexanikada quyidagi kuchlar o'rganiladi

1. Og'irlik kuchi
2. Elastiklik kuchi
3. Ishqalanish kuchi

Harakat miqdori deganda Nyuton jism massasini uning tezligiga ko'paytmasini tushungan. Hozirgi kunda "Harakat miqdori" o'rniga $\vec{p} = m\vec{v}$ (2.1)kattalik jism impuls deb ataladi.

Massa berilgan jism inertligining o'lchovidan iborat kattalikdir. Jism inertligi deganda, har qanday tashqi ta'sirga nisbatan jismning qarshilik ko'rsatuvchanlik yoki tashqi ta'sirga berilmaslik xususiyati tushuniladi.

Inertsiya qonuni. Nyutonning ikkinchi qonuni. Aks ta'sir qonuni

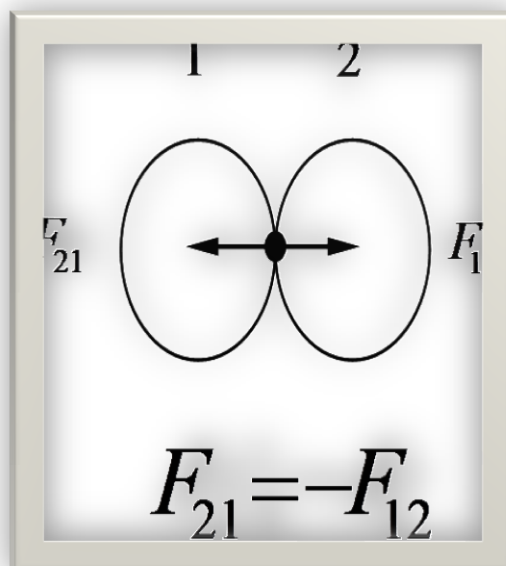
Yuqoridagilarni xisobga olib Nyutonning ikkinchi qonunini quyidagicha ta'riflashimiz mumkin: jism impulsining vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi shu jismga

ta'sir etayotgan kuchga yoki kuchlarning teng ta'sir etuvchisiga teng: $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$

(2.2)

(2.1) dan impuls ifodasini (2.2) ga keltirib qo'ysak

⁴ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS"94-97 pg



8-rasm. Aks ta'sirni ifodalaydi

ifodaga ega bo'lamiz. Jism harakatining tezligi yorug'likning vakuumdagi tezligidan juda kichik bo'lgan hollarda, ya'ni klassik mexanika doirasida jism massasi m o'zgarmas kattalikdan iborat deb qaraladi. Bu xolda (2.3) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$m \frac{d(\vec{v})}{dt} = \vec{F}$$

$\frac{d(\vec{v})}{dt}$ —harakat tezlanishi ekanligini e'tiborga olib, yuqoridagi formulani

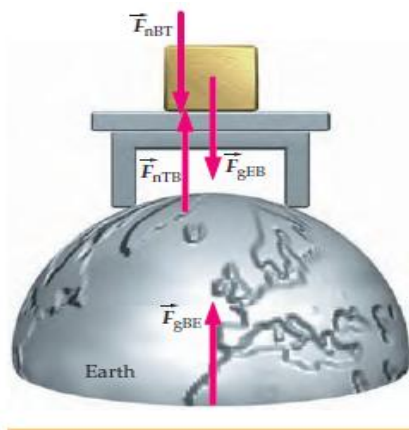
quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin: $m\vec{a} = \vec{F}$ Demak, klassik mexanika doirasida Nyutoning ikkinchi qonunini quyidagicha tariflashimiz mumkin: jismga ta'sir etayotgan kuch jism massasi bilan shu kuch ta'sirida jismning olgan tezlanishining ko'paytmasiga teng.

Dinamikaning uchinchi qonunini Nyuton quyidagicha ta'riflagan: Ta'sirga hamma vaq teng va qarama-qarshi aks ta'sir mavjud; boshqacha aytganda, ikkita jismning bir-biriga o'zaro ta'sirlari o'zaro teng va qarama-qarshi yo'nalgan".

Ta'rifda "ta'sir" va "aks ta'sir" iboralari bo'lib, yuzaki qaraganda "ta'sir"-birlamchi va "aks ta'sir" ikkilamchiga o'xshab ko'rinadi- Lekin •"ta'sir" va "aks ta'sir" lar o'zlarining fizik tabiati bo'yicha aynan bir xildir. Har qnday ikki jismning bir-biriga ko'rsatayotgan ta'siri o'zarolik harakteriga egadir.

Nyutonning uchinchi qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin: moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan ikki jismning bir-biriga har qanday ta'siri o'zaro ta'sir harakteriga ega bo'lib, ularning bir-biriga ko'rsatayotgan ta'sir kuchlari har

doim kattalik jixatidan teng va yo'nalishi jihatidan qarama-qarshidir



9-rasm. Jismlarning o'zaro ta'sirini ifodalaydi

Impulsning o'zgarishi qonuni. Impulsning saqlanish qonuni "Impuls" lotincha "impulsus" so'zidan olingan bo'lib "turtki" degan ma'noni bildiradi. Jismlarning o'zaro ta'siri natijasi kuch tufayli

(9-rasm. Jismlarning o'zaro ta'sirini ifodalaydi). jismlar turtki oladi.

Kuch impulsi jismga ta'sir etayotgan kuchning shu kuch ta'sir etgan vaqtga ko'paytmasiga teng, ya'ni: $I = F \cdot t$

Xalqaro birliklar sistemasida kuch impulsining birligi qilib 1 s davomida ta'sir etuvchi 1 N kuch impulsi qabul qilingan, ya'ni: $[I] = \text{N} \cdot \text{s}$. Kuch impulsi vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi kuchning yo'nalishida bo'ladi.

1. Harakatlanayotgan jismning massasi qancha katta bo'lsa, uning urilish zarbi ham shuncha katta bo'ladi.

2. Harakatlanayotgan jismning tezligi qancha katta bo'lsa, uning urilish zarbi ham shuncha katta bo'ladi.

Demak, jism harakatini tavsiflash uchun jism massasi va uning tezligini alohida tarzda emas, balki ularni birgalikda qarash kerak. Shu maqsadda jism impulsi degan fizik kattalik kiritilgan.

Jism massasining uning tezligiga ko'paytmasi jism impulsi deb ataladi, ya'ni: $p = mv$. Xalqaro birliklar sistemasida jism impulsining birligi qilib 1 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 1 kg massali jismning impulsi qabul qilingan, ya'ni: $[p] = [m][v] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Ya'ni jism impulsi vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi tezlikning yo'nalishida boladi.

Kuch impulsi va jism impulsi orasidagi munosabatni aniqlashda quyidagi farazlarga asoslanib fikr yurita boshlanadi: v_0 boshlang'ich tezlik bilan harakatlanayotgan jism t vaqt davomida boshqa jism bilan ta'sirlashgani tufayli, uning tezligi o'zgarib, v ga teng bo'lsin. O'zaro ta'sir jarayonida jismning tezlanishi quyidagicha ifodalanadi: $a = \frac{v - v_0}{t}$

Agar jismning massasi m , boshqa jism bilan ta'sirlashish kuchi F bo'lsa, u holda Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan tezlanishning quyidagi formulasi ham o'rinlidir: $a = F / m$

Tezlanishning ikkala formulasini o'zaro tenglashtirish orqali quyidagini hosil qilish mumkin:

$$Ft = mv - mv_0$$

Bu formulada Ft - kuch impulsi, mv_0 - o'zaro ta'sirgacha, mv - o'zaro ta'sirdan keyingi jism impulslari ekanligini hisobga olsak, quyidagi xulosa kelib chiqadi:

O'zaro ta'sir jarayonida jism impulsining o'zgarishi ta'sir kuchi impulsiga teng.

Nyutonning II-qonuniga asoslanib, kuch impulsini qo'idagicha aniqlash mumkin:

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}, \quad \vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{v}_0}{t}, \quad \vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad (m\vec{v} = \vec{P})$$

$$\text{desak, } \vec{F}t = \vec{P} - \vec{P}_0 \quad \text{bo'ladi} \quad (5)$$

Demak, kuch impulsi-impulslarning farqiga (ayirmasiga) teng bo'lgan fizik kattalikdir.

Nyutonning III- qonuniga asoslanib, impulslar saqlanish qonunining matematik ifodasini keltirib chiqarish mumkin:

$$\begin{aligned} \vec{F}_1 &= -\vec{F}_2, \quad \vec{F}_1\Delta t = -\vec{F}_2\Delta t, & \vec{F}_1\Delta t &= m_1\vec{v}'_1 - m_1\vec{v}_1 \\ m_1\vec{v}'_1 - m_1\vec{v}_1 &= -(m_2\vec{v}'_2 - m_2\vec{v}_2) & \vec{F}_2\Delta t &= m_2\vec{v}'_2 - m_2\vec{v}_2 \\ m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 &= -m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2 = \text{const} \\ \vec{P}_1 + \vec{P}_2 &= \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2 = \text{const} \end{aligned}$$

Impulsning saqlanish qonuni quyidagicha ta'riflanadi: "Yopiq sistemada to'liq impuls o'zgarmasdir", ya'ni:

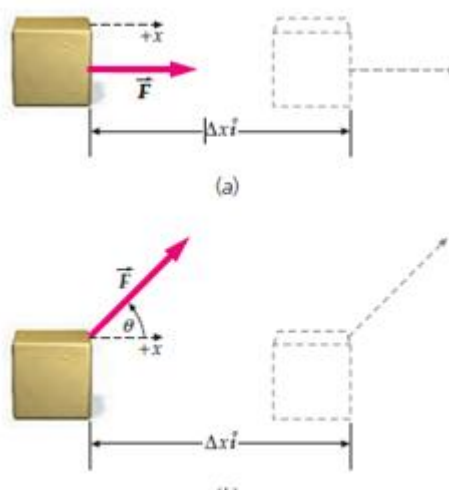
$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots + \vec{P}_i = \sum \vec{P}_i = \sum m_i\vec{v}_i = \text{const} \quad (6).$$

Mexanik ish va quvvat. Mexanik energiya va uning turlari

Biror jism kuch tasirida bir nuqtadan ixtiyoriy trayektoriya bo'yicha ikkinchi nuqtaga ko'chirilgan bo'lsin. Umuman kuch 1 nuqtadan 2 nuqttagacha bo'lgan oraliqda, ham son qiymati bo'yicha, ham yo'nalishi bo'yicha o'zgarishi mumkin. **(10-rasm)**

$$dA = \vec{F}d\vec{x} = Fdx \cos \theta \quad (1)$$

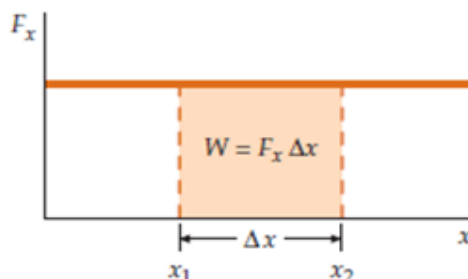
bunda α - kuch va ko'chish yo'nalishi orasidagi burchak.



10-rasm. Mexanik ishni ifodalaydi)

Biror yo'lda bajarilgan ish va shu yo'ning barcha kichik qismlarida bajarilgan elementlar ishlar yiqindisiga teng, yani ish additiv kattalik. Shuning uchun jisimni bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirishda bajarilgan ishning to'la miqdori quyidagicha yozilishi mumkin:

$$A = \int_1^2 F \cos \theta dx \quad (2)$$



11-rasm Ishni kordinata orqali ifodalanishi

Jism o'zgarmas kuch tasirida to'g'ri chiziqli traektoriya bo'yicha ko'chayotgan bo'lsa, hususiy holda x masofada bajarilgan ish

$$A = Fx \cos \theta \quad (3)$$

Agar kuch yo'nalishi bilan ko'chish yo'nalishi bir xil bo'lsa, (4.7) ifoda yanada oddiy ko'rinishga ega bo'ladi: (4) umumiy ish esa

$A = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx$ formula orqali aniqlanadi. Grafik ravishda bajarilgan ishni topishda agar

F kuch o'zgarmas bo'lsa, kuch va koordanatalar orqali berilgan grafikda F_x kuch chizig'iv a x_1 va x_2 kordinalar bilan chegaralangan kesma orasidagi yuza bilan aniqlanadi.

Vaqt birligida bajarilgan ish quvvat deb ataladi, yani

$$P = \frac{dA}{dt} \quad (5)$$

bunda dA - elementlar ish, dt -elementar dA ishni bajarish uchun ketgan vaqt

(3) ifoda bo'yicha dA ning qiymati ni (5) munosabatga keltirib qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz.

$$p = F \frac{dx}{dt} \cos \alpha = Fv \cos \alpha = \vec{F} \vec{v} \quad (6)$$

Demak, quvvat tasir etayotgan $\vec{F}$ kuchni shu kuch tasirida jism olgan $\vec{v}$ tezligiga skalyar ko'paytmasiga teng ekan. (4) va (5) formulalardan foydalanib, ish va quvvatning SI sistemasidagi birliklari bilan tanishib chiqaylik. Ish birligi qilib ko'chish yo'nalishida ta'sir qiluvchi 1 Nyuton kuchning 1 metr masofada bajargan ishi qabul qilingan va uni joule (J) deb ataladi. quvvat birligi qilib, 1 sekund vaqt ichida 1 joule ish bajaradigan mexanizimning quvvati qabul qilingan va bu birlikka vatt (W) deb nom berilgan.

Kinetik va potentsial energiya. Jismning yoki jismlar sistematinig ish bajarish qobiliyatini energiya deb ataluvchi fizik kattalik orqali ifodalanadi. Mexanik energiya kinetik va potentsial energiyalardan iborat bo'ladi. Kinetik energiyaning mazmuniga tushunish uchun massasi m ga teng, moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan jism tezligini F kuch ta'sirida v_1 dan v_2 gacha orttirishdagi bajarilgan ishni hisoblaylik. Jismning elementar kesmada siljitishdagi kuchning bajarilgan ishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$dA = \vec{F} d\vec{\ell} = m \vec{a} d\vec{\ell}. \quad (7)$$

Jism harakatining $\vec{a}$ tezlanishini tangentsial va normal tashkil etuvchilarga ajratib, (7)ni quyidagicha yozish mumkin:

$$dA = m(\vec{a}_t + \vec{a}_n) d\vec{\ell} = m \vec{a}_t d\vec{\ell} + m \vec{a}_n d\vec{\ell} \quad (8)$$

lekin tezlanishning normal tashkil etuvchisi $\vec{a}_n$ siljish yo'nalishiga doimio tik ekanligini e'tiborga olsak, ularning skalyar ko'paytmasi $\vec{a}_n d\vec{\ell} = 0$.

Shuning uchun (8) ni ko'rinishda yozish mumkin

$$dA = m \vec{a}_t d\vec{\ell} = m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{\ell} = m \frac{d\vec{\ell}}{dt} d\vec{v} = m \vec{v} d\vec{v} \quad (9)$$

Jism tezligining v_1 dan v_2 gacha ortishidagi ishni quyidagicha hisoblaymiz:

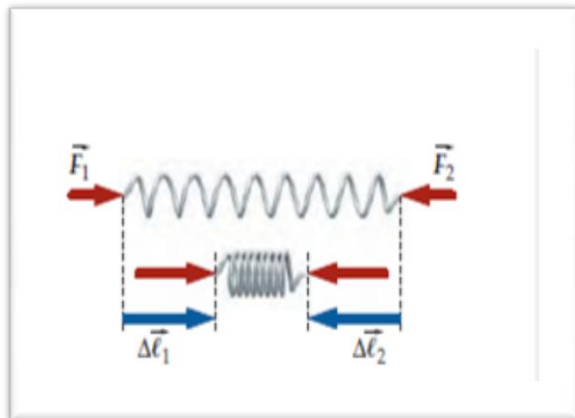
$$A = \int_{v_1}^{v_2} m v dv = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{P_2^2}{2m} - \frac{P_1^2}{2m} \quad (10)$$

Agar boshlangich tezlik, $v_1 = 0$ bo'lsa, u xolda quyidagi ifodaga ega bo'lamiz;

$$A = \frac{mv^2}{2} - 0$$

Demak, bajarilgan ish jism massasiga va uning tezligi (impulsi) ga bo'liq bo'lgan kattalikning o'zgarishiga teng ekan. Bu kattalikka jismning kinetik energiyasi deb ataladi:

$$E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{P^2}{2m} \quad (11)$$



12- rasm. Prujinani elastikligi

Kinetik energiyaga ega bo'lgan jism ish bajarish qobiliyatiga ega. Shuning uchun kinetik energiyani quyidagicha ta'riflash mumkin: kinetik energiya jismning harakatdagi (tezligi v ga teng) energiyasi bo'lib, u son jixatidan tezlikni v dan no'lgacha kamaytirilishidagi shu jismning bajara olishi mumkin bo'lgan to'la ishiga tengdir. Bu ish va kinetik energiya haqidagi teoremdir.

Jismni tashkil etuvchi zarralar (molekulalar, atomlar)ning yoki sistemaga kiruvchi jismlarning o'zaro ta'sir kuchlarini mutlaqo yo'qolguncha (yoki boshqa toifadagi kuchlar bilan to'la ravishda muvozanatlashguncha), shu kuchlarning bajarishi mumkin bo'lgan to'la ishga son jixatdan teng bo'lgan kattalikka potentsial energiya deb ataladi. Ba'zi misollarni ko'rib chiqaylik. Cho'zilgan prujinaning potentsial energiyasi deformatsiyaning mutlaqo yo'qolgunicha elastiklik kuchining bajargan ishiga tengdir, ya'ni

$$E_p = A = -\int_x^0 kx dx = \frac{1}{2} kx^2 \quad (12)$$

Prujina x kattalikka qisilganda ham (12) orqali aniqlanuvchi potentsial energiya vujudga keladi. Demak, prujinaning cho'zilishida yoki qisilishida yuzaga kelayotgan potentsial energiya prujina tarkibidagi zarrachalarning bir-biridan uzoqlashishi yoki bir-biriga yaqinlashishi va sho'nga mos ravishda ular orasida o'zaro tortishish yoki itarishish kuchlarning hosil bo'lishi natijasidir. Yana bir misol tariqasida Yerning tortishish maydoniga joylashgan jismning potentsial energiyasini hisoblab chiqamiz. Berilgan nuqtadagi jismning potentsial energiyasi jismni shu nuqtadan cheksizlikka ko'chirishdagi tortishish kuchining ishiga teng, ya'ni

$$E_p = - \int_r^{\infty} \gamma \frac{M_{yee} m}{r^2} dr = - \gamma M_{yee} m \int_r^{\infty} \frac{dr}{r^2} = - \gamma \frac{M_{yee} m}{r} \quad (13)$$

Yerning tortishish maydoniga joylashtirilgan jismning potentsial energiyasi jism Yer markazidan uzoqlashgan sari ortib boradi. Jism Yer markazidan cheksiz uzoqlashganda esa potentsial energiya o'zining eng katta qiymatiga erishadi. Ikkinchi tomondan, (13) ga asosan $r \rightarrow \infty$ da $E_p \rightarrow 0$

Energiyaning saqlanish qonuni. Moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan N ta jismdan iborat bo'lgan sistemaga xech qanday tashqi kuchlar ta'sir etmayotgan bo'lsin. Biz bunday berk sistemaning to'la impulsi hamma vaqt o'zgarmas kattalikdan iborat bo'lib qolishini ko'rib chiqqan edik. Endi sistemaning to'la mexanik energiyasi bilan tanishaylik.

Sistemadagi jism massalarini $m_1, m_2, \dots, m_N$ xar bir jismning fazodagi vaziyatini aniqlovchi radius-vektorlarni $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N$ va xar bir i -jismga sistemadagi boshqa jismlarning kursatayotgan ta'sir kuchlarini $\vec{F}_{i1}, \vec{F}_{i2}, \dots, \vec{F}_{i(i-1)}, \vec{F}_{i(i+1)}, \dots, \vec{F}_{iN}$ deb belgilaylik va bu kuchlar faqat konservativ kuchlardan iborat bo'lsin. i -jism uchun Nyutonning ikkinchi qonunini tatbiq etilsa quyidagi ifodaga ega bo'linadi:

$$m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt} = \vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{i(i-1)} + \vec{F}_{i(i+1)} + \dots + \vec{F}_{iN} \quad (14)$$

Kuzatilayotgan i -jism shu ta'sir etayotgan kuchlar tufayli dt vaqt ichida $d\vec{r}_i$ ga siljigan bo'lsin. (14)ning ikkala qismini $d\vec{r}_i$ ga skalyar ko'paytiramiz:

$$d\vec{r}_i m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt} = (\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) d\vec{r}_i$$

va bundan $d\vec{r}_i = \vec{v}_i dt$ ekanligini e'tiborga olib yuqoridagi formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i = (\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) d\vec{r}_i \quad (15)$$

formula faqat i -jism uchun yozilgan. Bunday formulalarni sistemadagi barcha jismlar uchun yozib, ularni mos ravishda qo'shib chiksak:

$$\sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i - \sum (\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) d\vec{r}_i = 0 \quad (16)$$

hosil bo'ladi.

Ma'lumki, $m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i$ - i -jism kinetik energiyasining, $\sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i$ esa sistema kinetik energiyasining o'zgarishini ifodalaydi.

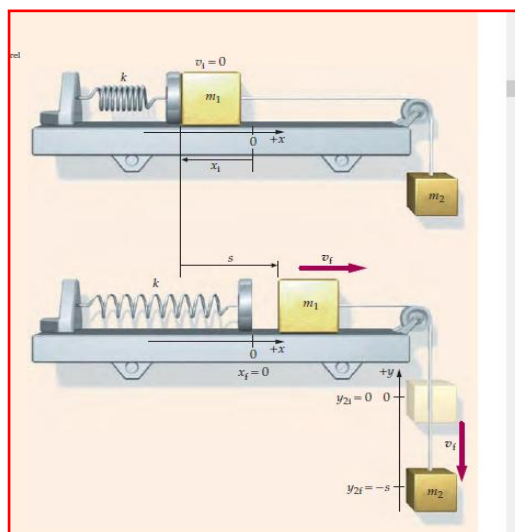
$(\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) d\vec{r}_i$ - i -jismga ta'sir qilayotgan konservativ kuchlarning bajargan ishi bo'lib, bu kattalik ikkinchi tomondan jism potentsial energiyasining o'zgarishiga teng.

Kuzatilayotgan xolda ish musbat kattalikdan iborat bo'lib, bu jism potentsial energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi, shuning uchun

$$-(\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN})d\vec{r}_i = dE_p$$

va (16)ning ikkinchi xadi sistema potentsial energiyasining o'zgarishini ifodalaydi. Natijada (16) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$dE_k + dE_p = 0, d(E_k + E_p) = 0, \text{ёku} E_k + E_p = \text{const}, \quad (17)$$



13- rasm. Energiyaning saqlanishi

bunda $E_k + E_p$ - sistemaning to'la mexanik energiyasi. (17) formuladan quyidagi muhim xulosaga kelishimiz mumkin: berk sistemada faqat konservativ kuchlar mavjud bo'lsa, sistemaning to'la mexanik energiyasi o'zgarmas qiymatga ega bo'lib qoladi, bu mexanik energiyaning saqlanish qonunidir.

Mexanik energiyaning saqlanish qonuni xar qanday inertsial sanoq sistemasida bajariladi. Berk sistemadagi kuchlar faqat konservativ kuchlardan iborat bo'lganda (17) ga asosan

$$dE_k = -dE_p$$

ya'ni kinetik energiya faqat potentsial energiyaning kamayishi hisobiga hosil bo'lishi mumkin. o'z-o'zidan ravshanki, sistemaning kinetik energiyasi nolga teng, potentsial energiyasi esa o'zining eng kichik qiymatiga ega bo'lgan xolda xech qanday harakat sodir bo'lmaydi. Sistemaning bunday holati turg'un muvozanatli holat deb ataladi.

Agar berk sistemada konservativ kuchlardan tashqari nokonservativ kuchlar misol uchun ishqalanish kuchlari ham mavjud bo'lsa, sistemaning to'la energiyasi vaqt o'tishi bilan kamayib boradi. Buni hisobiga nomexanik turdagi energiyalar, masalan, issiqlik yoki kimyoviy, elektromagnit maydon energiyalari va boshqalar vaqt o'tishi bilan ortib boradi. Lekin energiyaning hamma turlarining yig'indisi vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladi. Demak, harqanday berk sistemada energiya xech qachon yangidan paydo bo'lmaydi va xech qachon yo'qolib ham ketmaydi, faqat energiya bir turdan ikkinchi turga o'tib turadi.

Bu energiyaning saqlanish qonuni bo'lib, fizikaning eng asosiy va umumiy qonunlaridan biridir.

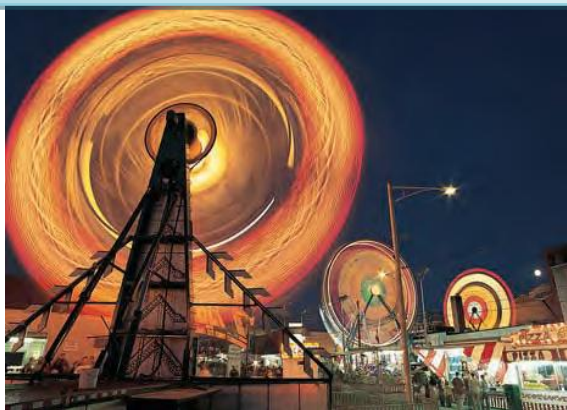
Nazorat savollari

1. Inertsial sanoq sistemasini tushintiring.
2. Nyutonning birinchi qonuni ta'riflang.
3. Impuls deb nimaga aytiladi.
4. Kuch qanday fizik kattalik
5. Nyutonning ikkinchi va uchinchi qonuni ta'riflang.
6. Massa qanday fizik kattalik.
7. Kuch birligi qanday aniqlanadi. Ish qanday mexanik kattalik.
8. Quvvatga ta'rif bering.
9. Konservativ va nokonservativ kuchlarni tushuntiring.
10. Kinetik energiya qanday aniqlanadi.
11. Potentsial energiyani tushuntiring.
12. Energiya qanday fizik ma'noga ega.
13. Mexanik energiyaning saqlanish qonuni izohlang.
14. Ish, quvvat va energiya birliklari qanday aniqlanadi.

3-Mavzu: Aylanma harakat. Qattiq jismning kuch, impuls va inertsia momenti.**Reja**

1. Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasi.
2. Kuch momenti va inertsia momenti.
3. Qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasi.
4. Impuls momentining saqlanish qonuni.

Tayanch iboralar: *absolyut qattiq jism, impuls, impuls momenti, kuch momenti, kuch elkasi, inertsia momenti, aylanma harakat, jismning inertsia markazi, aylanma harakat uchun Nyutonning 2-chi qonuni*

**14-rasm Aylanma harakat**

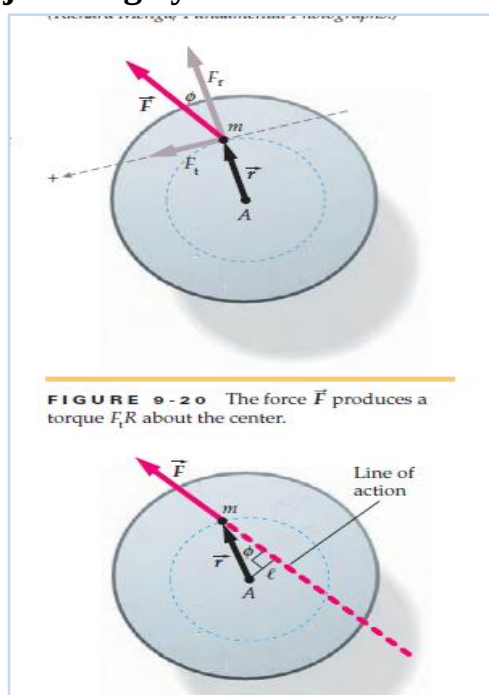
Tabiatda aylanma harakat juda ko'p uchraydi. Masalan Yer quyosh atrofida, o'z o'qi atrofida aylanadi. Charxpalak ham aylanma harakat qiladi.

Bu bo'limda biz deformatsiya bo'lmaydigan absolyut (mutloq) qattiq jismning aylanishini ko'rib chiqamiz. F_0 kuch ta'sirida jism o'q atrofida aylanyapti deb faraz qilaylik. Unda jismning har bir nuqtasi shu o'q atrofida aylana bo'ylab aylanadi. Bunda hamma nuqtalarning burchak tezliklari

va burchak tezlanishlari bir xil bo'ladi. F_0 kuchni uchta bir-biriga perpendikulyar bo'lgan kuchga ajratamiz, bunda $F' \parallel OO', F'' \perp OO'$ bo'ladi, ular jismni aylantirmaydi, jismni faqat A nuqtaga urinma bo'lgan F kuchi aylantiradi. Shuning uchun F ni aylantiruvchi kuch deyiladi. F ning aylanishi radiusiga bo'lgan ko'paytmasi kuch momenti deb ataladi.

$$M = F \cdot r \quad (1)$$

Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasi.



15-rasm Aylanma harakat qonuni

Jismni Δm_i elementar massalarga bo'lib chiqamiz. Shunda har bir Δm_i ga elementar aylantiruvchi kuch ΔF_i ta'sir qiladi Nyutonning 2 qonuniga binoan.

$$\Delta F_i = \Delta m_i a_i$$

bu erda a_i – Δm_i ning chiziqli tezlanishi. Bu tenglamaning ikki tarafini r_i ga ko'paytiramiz

$$\Delta F_i \cdot r_i = \Delta m_i a_i \cdot r_i \quad (2)$$

Δm_i elementlar massasining chiziqli tezligi $v_i = \omega r_i$ bo'lgani uchun bu tezlik o'zgarmas radiusda faqat ω o'zgarganda o'zgarishi mumkin:

$$\Delta v_i = \Delta \omega r_i$$

Bu formuladan $\Delta\omega = \frac{\Delta v_i}{r_i}$ ekanligini aniqlaymiz. Bu ifodadan Δm_i ning burchak tezlanishini topamiz:

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{1}{r_i} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_i}{\Delta t} = \frac{1}{r_i} a_i$$

Bu yerda $a_i = \varepsilon r_i$ ekanligini aniqlaymiz. Bu ifodani (2) ga qo'ysak quyidagi munosabat hosil bo'ladi:

$$\Delta F_i \cdot r_i = \Delta m_i \cdot r_i^2 \varepsilon \quad (3)$$

$\Delta F_i r_i = \Delta M_i$ - aylantiruvchi kuch momenti. $\Delta m_i r_i^2 = \Delta J_i$ (15-rasm) deb belgilaymiz.

$$\Delta J_i = \Delta m_i \cdot r_i^2$$

Demak,

$$\Delta M_i = \Delta J_i \varepsilon$$

ΔJ_i -elementar massa Δm_i ning inertsia momenti deb ataladi. ΔM_i ning summasi quyidagicha barobar:

$$M = \sum_i \Delta M_i = \varepsilon \sum_i \Delta J_i = J \varepsilon \quad (4)$$

$M = \sum_i \Delta M_i$ -jismga qo'yilgan aylantiruvchi moment, $J = \sum_i \Delta J_i$ -jismning to'la inertsia momenti.

Demak $M = J \varepsilon$ (5) -aylanish dinamikasining asosiy qonuni.

Inertsia momenti (to'g'ri chiziqli harakatdagi massa kabi) jismning aylanish harakatidagi inertsia xususiyatini anglatadi.

Lekin, aylanish o'qi qayerdan o'tishiga qarab inertsia momenti ham xar xil bo'lishi mumkin, massa esa o'zgarmas. Inertsia momenti birligi $[kg \cdot m^2]$.

Agar $M = const$ va $J = const$ bo'lsa, u holda $M = J \frac{\omega_0 - \omega}{\Delta t}$ va $M \Delta t = J \omega_0 - J \omega$ ($F \Delta t = m v_0 - m v$ ni eslaymiz) vaqt ichida ω , ω_0 dan ω , gacha o'zgaradi.

$M \Delta t$ kuch momentining impulsi (analog $F \Delta t$).

$I \omega$ - harakat miqdori momenti (analog $m v$)

Kuch momenti va inertsia momenti

Demak - ma'lum vaqt oralig'idagi harakat miqdorining o'zgarishi shu vaqt ichidagi kuch momentining impulsiga teng - bu harakat miqdori momentining o'zgarishi qonunidir.

Ba'zibir jismlarning inertsia momentlarini keltiramiz: (15-rasm)

$$1). \quad J = \frac{1}{3} m \ell^2 \text{ - sterjen}$$

$$2). \quad J = \frac{1}{12} m \ell^2 \text{ - sterjen}$$

$$3). \quad J = \frac{1}{12}m(a^2 + b^2)$$

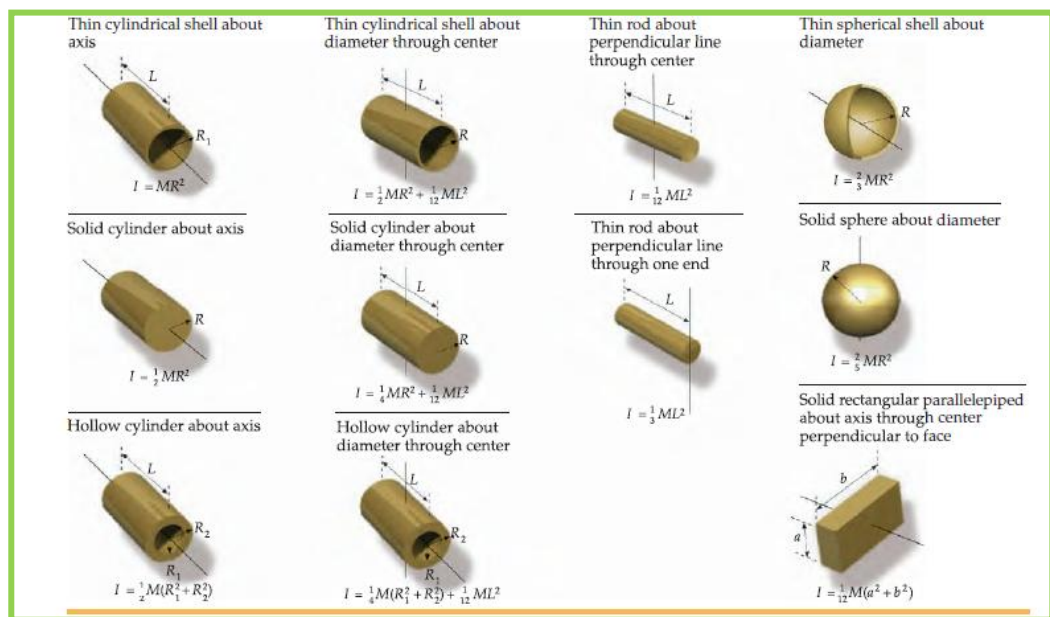
brusok, uzunligi b , eni a

$$4). \quad J = \frac{1}{2}m(R^2 + r^2) \text{ xalqa.}$$

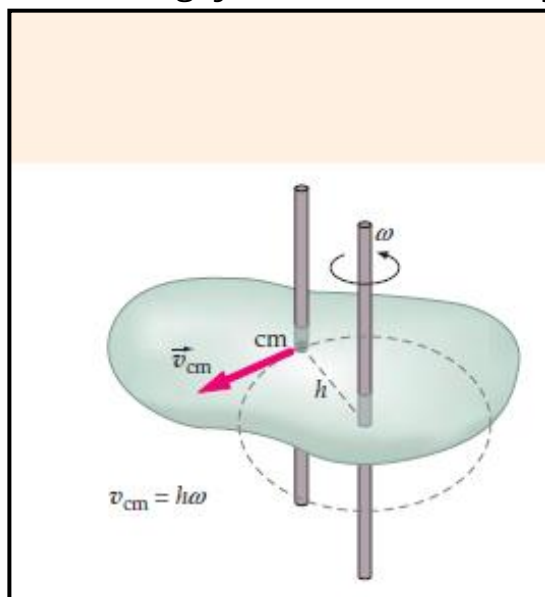
$$5). \quad r \approx R = R \quad J = mR^2 \text{ yupqa xalqa.}$$

$$6). \quad J = \frac{1}{2}mR^2 \text{ (disk)}$$

$$7). \quad J = \frac{2}{3}mR^2 - \text{shar.}$$



16-rasm Xar xil shakldagi jismlar uchun enersiya momentlari



17 – rasm Aylanish momenti.

Agar jismning uning massa markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti ma'lum bo'lsa, boshqa istalgan parallel o'qqa nisbatan inertsia momenti⁵

Qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasi

Shteyner teoremasidan topiladi:

jismning ixtiyoriy z o'qiga nisbatan J inertsia momenti massa markazidan o'tuvchi parallel o'qqa nisbatan inertsia momenti va jism m massasining radius kvadrati ko'paytmasining yig'indisiga teng: **(17-rasm)**

$$J_z = J_c + md^2$$

Sistemada jismlarning harakat miqdorlari momentlarining yig'indisi (summasi) o'zgarmas miqdordir (ilgarilama harakat uchun $m_1v_1 + m_2v_2 + \dots + m_nv_n = \text{const}$ bo'lgani kabi).

$$J_1\omega_1 + J_2\omega_2 + \dots + J_n\omega_n = \text{const} \quad (6)$$

Agar jism bitta bo'lsa, u holda $J\omega = \text{const}$. (Misol: o'z o'qi atrofida aylanayotgan konkichi). Aylanayotgan jismning kinetik energiyasi teng:

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2} \quad (7)$$

Aylanish kinetik energiyasining hisobiga bajarilgan ish:

$$A = \frac{J\omega_0^2}{2} - \frac{J\omega^2}{2} \quad (8)$$

Agar jism ham aylanib, ham to'g'ri yurib harakatlansa, uning kinetik energiyasi W_k teng.

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} \quad (9)$$

Ilgarilama harakat bilan aylanma harakat o'rtasida katta o'xshashliklar (analoiyalar) bor. Ularni quyidagi keltirilgan tablitsadan ko'rish mumkin:

Ilgarilama harakat		Aylanma harakat	
Vaqt	t	Vaqt	t
Chiziqli yo'l	s	Burchakli yo'l	φ
Chiziqli tezlik	v	Burchak tezlik	ω
Chiziqli tezlanish	a	Burchak tezlanish	ε
Kuch	F	Kuch momenti	
Massa	m	M	
Kuch impuls	$F \cdot \Delta t$		Inertsia momenti J
Harakat miqdori	$m v$		Kuchning impuls momenti

⁵ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" 248-279 pg

	$M \cdot \Delta t$ Harakat miqdorining momenti $J\omega$

Nazorat savollari

1. Absolyut qattiq jism deb nimaga aytiladi?
2. Kuch momenti va inertsia momenti qanday birliklarda ulchanadi?
3. Qattiq jism inertsia markazi harakatini tushuntiring?
4. Aylanma harakat qanday sodir bo'ladi?]
5. Inertsia momenti qanday kattalik?
6. Kuch momentining fizik mazmunini tushuntiring?
7. Impuls momentining yunalishi qanday aniqlanadi?
8. Kuch momentining yunalishi qanday usul bilan aniqlanadi?
9. Impuls momentining saqlanish qonuni qanday sharoitda bajariladi?

4- Mavzu: Akustika va gidrodinamika qonunlari

Reja

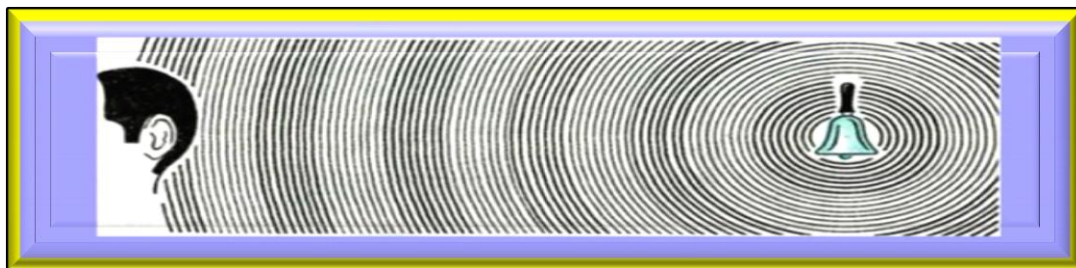
1. Akustikaning fizikaviy asoslari
2. Tovush tabiati va manbalari. Tovush generatori
3. Tovushning ob'ektiv va sub'ektiv xarakteristiklari. Tovush bosimi
4. Ultratovush tebranishlari. Ultratovushning manbalari va fizikaviy xossalari. Infratovush va uning xossalari
5. Ideal suyuqlik oqimi. Uzluksizlik qonuni va Bernulli tenglamasi. Qovushqoq suyuqlik oqimi
6. Ichki ishqalanish koeffitsienti. Nyuton formulasi
7. Ichki ishqalanish koeffitsientini aniqlash usullari
8. Puazeyl va Stoks qonunlari

Tayanch iboralar: tovush manbalari va uni qabul qilgichlar. Tovushning turli muhitlarda tarqalishi. Tovush tavsifi: qattiqligi, balandligi, tembri. Tovushning qaytishi, aks-sado. Musiqiy tovushlar va shovqinlar. Ultratovush tebranishlari. Ultratovushning manbalari va fizikaviy xossalari. Infratovush va uning xossalari. Tovush va salomatlik.

Akustika (yun. akustikos — eshitaman) — fizikaning tovush hodisalarini, ya'ni jismda mexanik to'liqlarning paydo bo'lishi, tarqalishi va ularni qabul qilish jarayonlarini, tovush hodisasi bilan boshqa fizik hodisalar orasidagi bog'lanishni

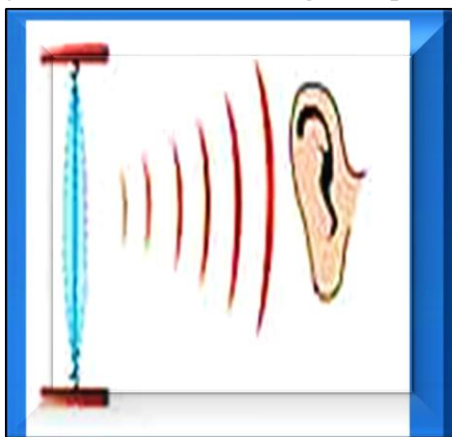
o'rganadigan bo'limi. Umumiy akustika tovushning paydo bo'lishi va tarqalishini hamda akustik o'lchash usullarini o'rganadi. Tovush qisqa vaqt davom etadigan hodisa, uni energiya bilan ta'minlab turibgina uzoq davom ettirish mumkin. Tovush hosil bo'lishi uchun tebranish davom etishi kerak (avtotebranish). Tebranish tebranish amplitudasi, soni, davri, tebranish shakli bilan, tovush to'liqini to'liqin uzunligi, to'liqinlar tarqalish tezligi, to'liqin energiyasi bilan ifodalanadi. Fiziologik akustika tovushning eshitilishi, organizmga ta'siri va h.k. bilan shug'ullanadi.

Inson va hayvonlarning tovushni sezishi sababi havo yoki boshqa elastik muhitda tarqalayotgan elastik to'liqinlarning eshitish organlariga ta'siridir. Bu elastik to'liqinlar manbai tebranayotgan jismlardir. Tebranayotgan jism o'z atrofida tebranayotgan muhit zarrachalarining siyraklashishi yoki quyuqlashishini hosil qiladi. Zarrachalarning siyraklashishi va quyuqlashishi, muhitning elastikligi sababli, unda tarqalib, tovush to'liqinlarini hosil qiladi (1-rasm).



18-rasm Tovushning elastik muhitda tarqalishi

Tovush to'liqinlari, odatdagi mexanik to'liqinlarga o'xshab, sferik yoki yassi frontga ega bo'lishi mumkin. Tovush to'liqinlari gazli, suyuqlik va qattiq muhitlarda tarqalishi mumkin. Gaz va suyuqliklarda ular bo'ylama to'liqin shaklida bo'ladilar, qattiq jismlarda bo'ylama va ko'ndalang to'liqin shaklida bo'ladilar.



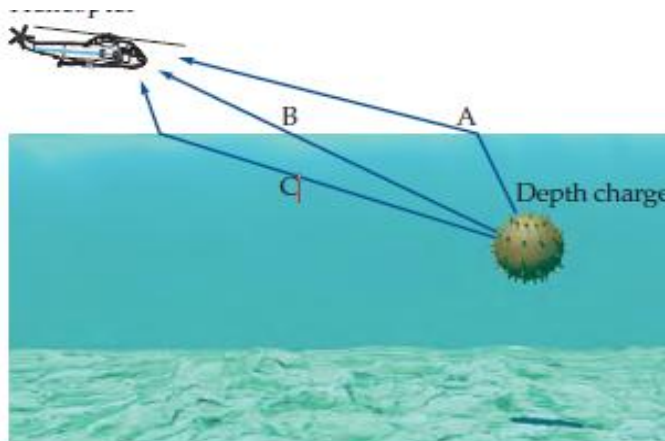
19-rasm Tovushning muhitda tarqalishi

Tovush o'zining kuchi, balandligi va tembri bilan tavsiflanadi. Tovushning kuchi yoki jadalligi to'liqin tarhalishi yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuza kesimidan uzatilayotgan to'liqin energiyasi miqdori bilan aniqlanadi. To'liqin uzatayotgan energiya to'liqin amplitudasining va chastotasining kvadratlari proportsional bo'lgani uchun, tovush kuchi ham

shu kattaliklarga proporsionaldir. Elastik muhitda bo'ylama tovush to'lqinlarining tarqalishi muhitning xajmiy deformatsiyalanishi bilan bog'liqdir. Shuning uchun muhitning har bir nuqtasidagi bosim uzluksiz tebranib turadi va u muhit bosimining muvozanatdagi qiymati va qo'shimcha bosim yig'indisiga tengdir. Qo'shimcha bosim muhitning tovush bosimi deb ataladigan deformatsiyasi ta'sirida vujudga keladi. Tovush deb insonning eshitish organida tovush sezgisini uyg'otuvchi bo'ylama mexanik to'lqinlarga aytiladi. Quyidagi to'rtta shart bajarilganda inson tovushni eshitadi (18-rasm)⁶.

1. Tovush manbai mavjud bo'lishi.
2. Tovush manbai va quloq orasida elastik muhitning bo'lishi.
3. Tovush manbaining tebranish chastotasi 20Gs bilan 20 kGs orasida bo'lishi.
4. Tovush to'lqinlarining quvvati eshitish organida tovush sezgisini hosil qilishga yetarli bo'lishi kerak. Tovush to'lqinlari ham barcha to'lqinlar singari har qanday moddada cheklangan tezlik bilan tarqaladi.

Masalan : 0⁰ temperatura havoda $V_T = 332\text{m/s}$ uy temperaturasida $V_T = 340\text{m/s}$ SUVDA $V_T = 1480\text{m/s}$ shishada $V_T = 5600\text{m/s}$ po'latda $V_T = 5000\text{m/s}$ kislorodda $V_T = 1263\text{m/s}$ karbanatangidrid $V_T = 258\text{m/s}$.



20-rasm Tovushning suvdagi tarqalishi

Tovush to'lqinlari yordamida uzoqdagi ob'ektlargacha bo'lgan masofalarni o'lchash mumkin (3-rasm). Bu usul radiolokatsiya deb yuritiladi va masofa quyidagi formula yordamida aniqlanadi $S = \frac{vt}{2}$

Tovush Amalda tovushning ta'sirini baxolash uchun tovush intensivligi yoki tovushning kuchi degan tushunchalar kiritilgan. Tovushning I intensivligi:

$I = \frac{\omega}{s \cdot t}$ (bunda ω -tovush energiyasi . S-yuza, t-vaqt) bilan aniqlanadi, uning

o'lchov birligi. $\frac{j}{m^2 \cdot s} = \frac{vt}{m^2}$ Tovushning qattiqligi

⁶ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS"496-503 pg

$I = k / g \frac{I}{I_0}$ bilan aniqlanadi. Bunda k -proporsionallik koefitsienti, I -tovush intensivligi I_0 eshitish oldidagi intensivligi.

Agar $k=1$ deb olinsa, tovushning qattiqligi bel (b) deb ataluvchi birlikda o'lchanadi ya'ni $L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ (db)



21-rasm O'zaro tovushning tasiri

DESIBEL to'g'risida yana ham aniqroq tasavvur qilish mumkin: qattiqlikning odam qulog'i seza oladigan minimal o'zgarish 1 desibelga teng ekan. Tebranish chastotasi 20 Gts dan kichik chastotali mexanik tebranishlar ultratovushlar deb ataladi⁷. Tovush asosiy tonining chastotasi (ν_0) qancha katta bo'lsa tovushning balandligi shuncha yuqori bo'ladi. Tovush bosimi balandligining birligi hilib «Bell» olingan. «Bell» katta o'lchov birligi bo'lgani uchun uning o'ndan bir qismi detsibell (dB) olinadi.

Chastotasi 20 Gts dan past tovushlar - infratovushlar, 20000 Gts dan yuqorisi - ultratovushlar deb ataladi. Odatda, ultratovush to'lqinlarni generatsiya qilish uchun, asosan p'ezoelektrik va magnitostriksiyaviy nurlatgichlar ishlatiladi. (20-rasm)

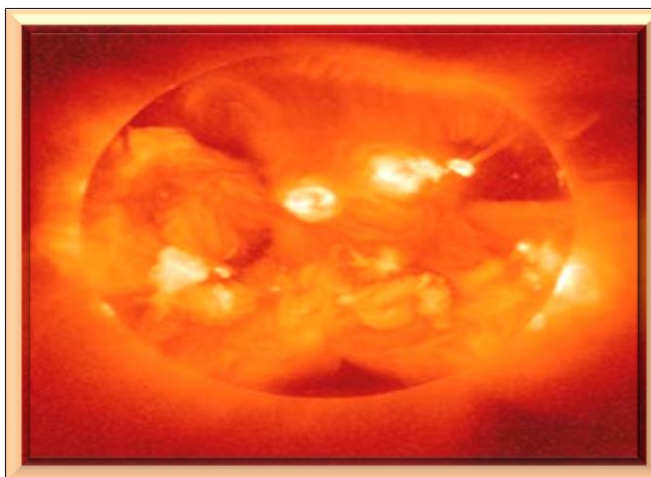
Ultratovushli to'lqinlar bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ulardan eng muhimi, yoruhlikka o'xshab tor yo'nalgan dastalar - ultratovushli nurlar kabi nurlanishi mumkin. Ultratovushlarning to'qri chizikli tarqalishi qonuniga asosan, ularni defektoskopiya va ultratovushli lokatsiyada qo'llaniladi.

Kuchli ultratovushlar hosil qiladigan tovush bosimining amplitudasi katta bo'lgani tufayli, suyuqlikda kavitatsiya hodisasi paydo bo'ladi, ya'ni uzluksiz ichki uzilishlar hosil bo'ladi va yo'qolib turadi. 6-rasm

Natijada, suyuqlikda makro organizmlar, qattiq jismlar parchalanishiga olib keladi. Tovushlarni quyidagicha farq qilish qabul qilingan :

- 1) Tonlar yoki musiqiy tovushlar:

⁷ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" 505-520 pg

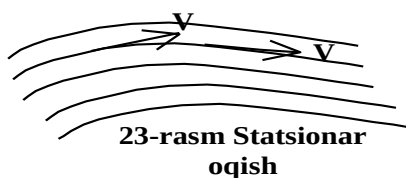


22-rasm Inson qulog'ini eshitish tizimi

2) Shovqinlar;

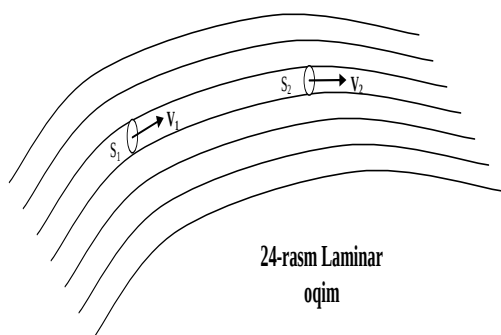
3) Tovush zarbalari Amalda tovushni baxolashda tovush intensivligidan emas balki tovush bosimidan foydalaniladi. Odamning normal qulog'i etarlicha keng diapozondagi tovush intensivliklarni qabul qiladi : masalan ; 1 kGts chastotadakustika tonlarni eshitganda, odam ularni balandliklari bo'yicha farqlaydi. Balandlik va qattqlik tovushni subektiv harakteristikasidir. Tovush qattqligi darajalari shkalasini tuzish asosida Veber - Fexnerning muxim psixofizik qonuni yotadi. Bu qonunga muvofik agar ta'sir geometrik progressiya bo'yicha orttirib borilsa u xolda bu ta'sirotni sezilishi arifmetik progressiya bo'yicha ortib boradi. Buning matematik mazmuni tovushning qattqligi shu tovush intensivligining logorifmiga proportsional demakdir, yani Turli xil chastotalarda tovush intensivligi va qattqligi orasidagi moslikni topish uchun qattqlik , qiymati teng bo'lgan egri chiziqlardan foydalaniladi.

Bundan shuni aytish mumkinki odamni normal qulog'i 2500 - 3000 Gts chastotalarda etarlicha sezgirlikka ega bo'ladi. Chastotasi 20 Gts dan kichik chastotani mexanik to'lqinlarga IT deyiladi. IT turli muxitlar tomonidan turlicha yutiladi shuning uchun u ancha uzoq masofalarga tarqaladi. IT organizmning bir qator sistemalari funktsional xolatlariga yomon ta'sir etadi : Charchash bosh ogrishi , uyqichilik , jaxl chiqish va boshqalar paydo bo'ladi. IT manbalari (dengiz , yer qimirlashi, momaqaldiraq paytidagi razryadlari) bilan bir qatorda suniy (portlash, avtomashinalar , stanoklar) misol bo'ladi. ITxavoda tez sunadi, elastik moddalarda IT organizm sistemasining funktsional xolatiga yomon ta'sir qiladi : charchaganda, bosh ogrigida uykisizlikda va x.k. ITning organizmga birlamchi mexanizmi ta'siri rezonans tabiatga o'xshashdir. Xususiyy tebranishlar chastotasi bilan tebranishga majbur etuvchi kuchlarning chastotasi bir biriga yaqin bo'lgan rezonans xodisasi beradi.



Oqim chiziqlarining manzarasi vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin. Lekin oqim egallagan fazoning ixtiyoriy biror nuqtasidan o'tayotgan suyuqlik zarralarining tezliklari o'zgarmas bo'lsa, oqim chiziqlarining shakli va vaziyati vaqt o'tishi

bilan o'zgarmaydi. Oqim chiziqlarining manzarasi o'zgarmaydigan holdagi suyuqlikning harakatini barqaror yoki statsionar oqish deb ataladi⁸. Statsionar oqishdagi oqim chiziqlari suyuqlik zarrachalarning traektoriyasi sifatida ham xizmat qiladi.



2. Suyuqlik harakatini kinematik tavsiflash. Suyuqlik oqimining statsionar harakatini tekshirish uchun uni hayolan oqim naylariga ajratiladi va har bir oqim nayidagi harakat o'rganiladi. Oqim nayi deganda suyuqlik oqimining shunday hayoliy qismi tushuniladiki, uning yon sirtlari oqim chiziqlaridan tashkil topgan bo'lishi kerak.

Bunday nay ichidagi suyuqlik zarrachalari undan tashqariga chiqq olmaydi va nay tashqarisidagi zarralar uning ichiga kira olmaydi.⁹ Odatda, oqim nayining ko'ndalang kesimi yetarlicha kichik qilib olinadiki, natijada mazkur kesimning barcha nuqtalaridan o'tayotgan suyuqlik zarralarining tezliklarini birday deb hisoblash mumkin. Oqim nayi ichidagi suyuqlik sharra deb ataladi. 2 - rasmda tasvirlangan oqim nayining S_1 va S_2 kesimlaridagi suyuqlik oqimining tezliklari mos ravishda V_1 va V_2 , suyuqlikning zichliklari esa ρ_1 va ρ_2 bo'lsin.

Oqim nayining S_1 va S_2 kesimlaridan 1 s davomida statsionar ravishda oqib o'tayotgan suyuqlik massalari $m_1 = \rho_1 V_1 S_1$ va $m_2 = \rho_2 V_2 S_2$ o'zaro teng bo'lishi kerak ($m_1 \neq m_2$ bo'lgan holda suyuqlikni oqishi statsionar bo'lmaydi). 3-rasm

SHuning uchun

$$\rho_1 V_1 S_1 = \rho_2 V_2 S_2 \quad (1)$$

munosabat o'rinli. Siqilmas suyuqliklar uchun $\rho_1 = \rho_2$ bo'ladi. Natijada (11.1) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$V_1 S_1 = V_2 S_2 \quad (2)$$

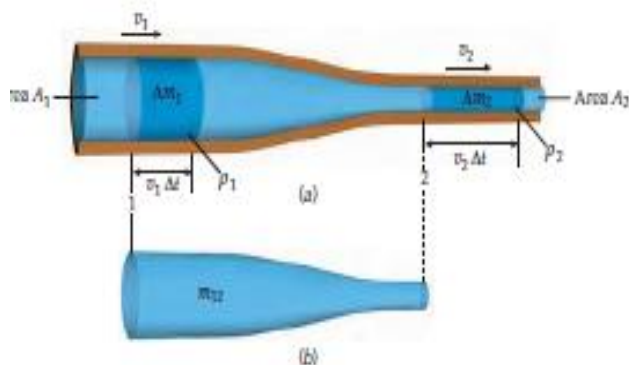
⁸ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" 534-545 pg

⁹ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" 535-546 pg

(1) ifoda siqiluvchan suyuqliklar uchun, (.2) esa siqilmas suyuqliklar uchun uzilmaslik tenglamasidir. (2) ga asosan, oqim nayi ensizroq bo'lgan sohalarda suyuqlikning oqim tezligi ortib boradi.

Demak, siqilmas suyuqlik uchun oqim nayi ko'ndalang kesimining yuzini shu kesimdan o'tayotgan suyuqlikning oqim tezligiga ko'paytmasi mazkur oqim nayi uchun doimiy kattalikdir.

$$S \vartheta = \text{const}$$



25-rasm Oqim uchlaridagi tezlik

Suyuqliklar siqiluvchanlik va ichki ishqalanish hossalriga ega. Suyuqlik harakatini o'rganish chog'ida bu hossalarning barchasini hisobga olmoqchi bo'lsak masala ancha murakkablashadi. SHu sababli suyuqlik oqimining umumiy manzarasini tekshirayotganda ideal suyuqlik modelidan foydalanish ancha qulaylik tug'diradi. Ideal suyuqlik deganda yopishqoqlikka ega bo'lmagan siqilmas suyuqlik tushuniladi. Ideal suyuqlik uchun hosil qilingan xulosalarni siqiluvchanligi va yopishqoqligi kuchsiz namoyon bo'ladigan real suyuqliklarga ham qo'llash mumkin.

Ideal suyuqlikning oqim tezligi va bosimi orasidagi bog'lanishni aniqlaylik. Buning uchun ideal suyuqlik barqaror oqim ichida ko'ndalang kesimi yetarlicha kichik bo'lgan oqim nayini hayolan ajrataylik (rasm – 25). Oqim nayining S_1 kesimidagi suyuqlik tezligi va bosimini mos ravishda V_1 va R_1 bilan, S_2 kesimidagilarni esa V_2 va R_2 harflari bilan belgilaylik.

S_1 va S_2 kesimlar markazlarining biror gorizonta satxidan balandliklari mos ravishda h_1 va h_2 bo'lsin. S_1 va S_2 kesimlar bilan chegaralangan oqim nayi ichidagi suyuqlik massasining Δt vaqt davomidagi to'liq energiyasining o'zgarishini aniqlaylik. SHu vaqt davomida suyuqlikning tekshirilayotgan massasi oqim nayi bo'ylab o'ng tomonga siljib qoladi va Δt vaqtning oxirida S_1' va S_2' kesimlar bilan chegaralangan xajmni egallaydi. 25- rasmdan ko'rinishicha, tekshirilayotgan suyuqlik massasining S_1 va S_1' kesimlar orasidagi m massali suyuqlik

$$W_1 = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + mgh_1$$

to'liq energiyaga ega bo'lgan vaziyatdan S_2 va S_2' kesimlar orasidagi xajmni egallagan

$$W_2 = \frac{m\vartheta_2^2}{2} + mgh_2$$

to'liq energiyali vaziyatga o'tib qolgandek bo'ladi. Natijada tekshirilayotgan suyuqlik massasining S_1 va S_2 kesimlar bilan chegaralangan vaziyatga ko'chishi tufayli uning to'liq energiyasi

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \left(\frac{m\vartheta_2^2}{2} + mgh_2 \right) - \left(\frac{m\vartheta_1^2}{2} + mgh_1 \right) \quad (3)$$

miqdoriga o'zgaradi. Energiyaning bu o'zgarishini mexanik energiyaning saqlanish qonuniga asosan, tashqi kuchlarning bajargan ishiga teng bo'lishi lozim. Mazkur holda ish bajaradigan tashqi kuchlar - oqim nayining tekshirilayotgan qismiga suyuqlik tomonidan ta'sir etuvchi bosim kuchidir. Oqim nayining yon devorlariga ta'sir etuvchi bosim kuchlari suyuqlik zarralarining harakati yo'nalishiga tik bo'lganligi uchun ular xech qanday ish bajarmaydi. SHuning uchun S_1 va S_2 kesimlar orqali ta'sir etuvchi $F_1 = R_1 S_1$ va $F_2 = R_2 S_2$ kuchlarga ish bajaradi. At vaqt davomida S_1 - kesimdagi suyuqlik zarralari $\Delta \ell_1 = \vartheta_1 \cdot \Delta t$ masofaga siljiganligi tufayli F_1 kuch bajargan ishning qiymati

$$\Delta A_1 = F_1 \Delta \ell_1 = R_1 S_1 \vartheta_1 \Delta t$$

ifoda bilan aniqlanadi va bu ish musbat. R_2 - bosim kuchi suyuqlik zarralarining ko'chish yo'nalishlariga teskari bo'lganligi tufayli u bajargan ish manfiy, yaoni

$$\Delta A_2 = - F_2 \Delta \ell_2 = - R_2 S_2 \vartheta_2 \Delta t$$

bo'ladi.

Natijada tashqi kuchlarning to'liq ishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta A = \Delta A_1 - \Delta A_2 = R_1 S_1 \vartheta_1 \Delta t - R_2 S_2 \vartheta_2 \Delta t \quad (4)$$

3-rasmdan ko'rinadiki, $S_1 \vartheta_1 \Delta t$ - oqim nayiga Δt vaqt davomida S_1 kesim orqali kirayotgan suyuqlik hajmi, $S_2 \vartheta_2 \Delta t$ esa S_2 kesimdan chiqayotgan suyuqlikning hajmi. Ikkinchi tomondan, uzilmaslik tenglamasiga asosan, $S_1 \vartheta_1 = S_2 \vartheta_2$. SHuning uchun

$$S_2 \vartheta_2 \Delta t = S_1 \vartheta_1 \Delta t = \Delta V$$

Natijada (4) ni quyidagicha yoza olamiz

$$\Delta A = R_1 \Delta V - R_2 \Delta V \quad (.5)$$

Yuqorida qayd qilganimizdek, ideal suyuqlikning statsionar oqimida $\Delta W = \Delta A$ shart bajarilishi lozim. SHunga asosan (3) va (5) ifodalarni birlashtirib quyidagi tenglamani hosil qilamiz.

$$\frac{m g_1^2}{2} + m g h_1 + P_1 \Delta V = \frac{m g_2^2}{2} + m g h_2 + P_2 \Delta V$$

Bu tenglikni ikkala tomonini ΔV ga bo'lib yuborsak va $m/\Delta V = \rho$ suyuqlik zichligi ekanligini hisobga olsak, yuqoridagi tenglama yangi ko'rinishdagi quyidagi

$$\frac{\rho g_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho g_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2 \quad (6)$$

munosabat vujudga keladi. Xisoblashlarda S_1 va S_2 kesimlarni ixtiyoriy ravishda tanlagan edik. SHuning uchun (6) munosabat oqim nayining ixtiyoriy kesimlariga ham taluqlidir.

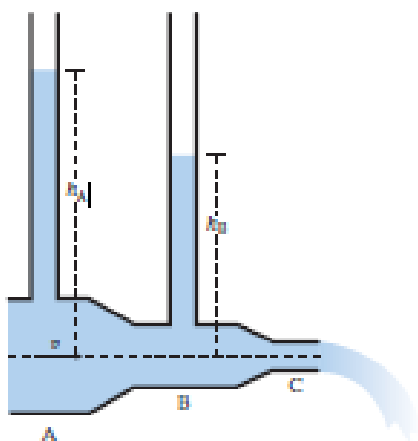
Demak, statsionar oqayotgan ideal suyuqlikning ixtiyoriy oqim chizig'i bo'ylab

$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho g h + p = \text{const} \quad (7)$$

shart bajariladi. Bu ifodani Bernulli tenglamasi deb ataladi.

Bernulli tenglamasida qo'shiluvchi hadlarning fizik ma'nosi bilan tanishaylik:

1. r-harakatlanuvchi suyuqlik ichidagi bosim, statik bosim deb ataladi. (7) ga asosan statik bosim



25-rasm Oqim uchlaridagi bosim

$$p = \text{const} - \frac{\rho g^2}{2} - \rho g h$$

munosabat bilan aniqlanadi. Agar mazkur ifodada $g = 0$, $h = 0$ deb olsak, $r = r_0 = \text{const}$ bo'ladi. Bundan Bernulli tenglamasidagi o'zgarmasning ma'nosi kelib

chiqadi: u tinch turgan suyuqlikning sanoq boshi tarzida qabul qilingan sathdagi (nolinchi sath) bosimdir. U holda (8) ga asosan, oqim tezligi ortsa yoki oqim nayini nolinchi sathga nisbatan balandroq ko'tarilsa, statik bosimning qiymati kamayadi, degan xulosaga kelamiz.

2. $\frac{\rho g^2}{2}$ – dinamik bosim. U suyuqlik ichidagi bosim suyuqlikning

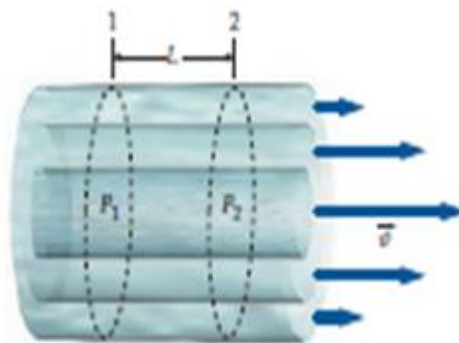
harakatlanishi tufayli qandaydir miqdorga kamayishini harakterlaydi.

3. ρgh – gidravlik bosim. U oqim nayi h balandlikka ko'tarilgan taqdirda statik bosimning qanchagacha kamayishini ifodalaydi. 4- rasm

Bularni xisobga olib Bernulli tenglamasining mohiyatini quyidagicha taoriflash mumkin: ideal suyuqlikning statsionar oqimdagi to'liq bosim - dinamik, gidravlik va statik bosimlarning yig'indisidan iborat bo'lib, uning qiymati oqim nayining barcha kesimlari uchun birday bo'ladi.

Bosimni xalqaro birliklar tizimi "SI" dagi o'lchov birligi sifatida 1 m^2 yuzaga tik ravishda ta'sir etayotgan 1 N kuchning bosimi qabul qilinib, unga Paskal P (Pa) deb nom berilgan.

Suyuqlik qatlamlarining bir-biriga nisbatan harakatlanishi jarayonida ichki ishqalanish kuchlari vujudga keladi. Bunga quyidagi tajribada ishonch hosil qilish mumkin. Ikki o'zaro paralel gorizontal plastinkalarning biri ikkinchisining tepasida joylashgan bo'lib, ular oralig'ida biror suyuqlik, masalan, suv qatlami mavjud.



26-rasm Suyuqlik oqimining uzluksizligi

Suyuqlikning ikki qo'shni qatlamlariga oid molekulalar orasidagi o'zaro tutinish tufayli quyi qatlam yuqori qatlam tezligini kamaytiradi va aksincha, yuqori qatlam quyi qatlam tezligini oshiradi. Suyuqlikning bir-biriga nisbatan harakatlanayotgan qatlamlari orasida vujudga kelayotgan bu kuchni ichki ishqalanish kuchi deb yuritiladi, ichki ishqalanish kuchi bilan bog'liq bo'lgan suyuqlik xossasi esa yopishqoqlik deb ataladi. (26-rasm)

Tajribalarning ko'rsatishicha, suyuqlikning ikki qatlami orasidagi ichki ishqalanish kuchi (F) ning qiymati qatlamlarning bir-biriga tegish so'asining yuzi (S) ga va tezlik gradienti deb ataladigan kattalikka thri proportsional:

$$F = \eta S \frac{\Delta v}{\Delta x} \quad (9)$$

Bu ifoda Nyuton formulasi deb ataladi. Undagi tezlik gradienti suyuqlik qatlamlari tezliklarining bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o'tganda (OX yo'nalishida) o'zgarish jadalligini xarakterlaydi. (9) dagi (η - suyuqlikning tabiatiga boliq bo'lib, u suyuqlikning (dinamik) yopishqoqlik koefitsenti deb yuritiladi.

Yopishqoqlik koefitsientining o'lchov birligini

$$\eta = \frac{F}{S \frac{\Delta v}{\Delta x}} \quad (10)$$

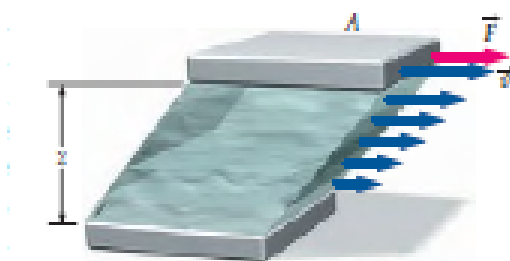
xalqaro birliklar tizimi «SI» dagi birligi sifatida shunday suyuqlikning yopishqoqligi qabul qilinishi kerakki, tezlik gradienti bo'lgan holda mazkur suyuqlikning ikki bir-biriga tegib turgan qatlami orasidagi $S = 1\text{m}^2$ sirtida 1N ga teng ichki ishqalanish kuchi vujudga keladi. Bu birlik paskal - sekund (Pa (s) deb ataladi. Haqiqatan, (10) da F, S, v,x larning o'rniga ularning xalqaro birliklar tizimi «SI» dagi birliklarini qo'yib $[\eta] = \frac{N}{m^2 s^{-1}} = \frac{H}{m^2} \cdot s = Pa \cdot s$ ni xosil qilamiz.

Adabiyotlarda yopishqoqlikning puaz (P) deb ataladigan lekin foydalanilmaydigan o'lchov birligi ham uchraydi: $1\text{Puaz} = 0,1\text{Pa} \cdot s$.

Suyuqliklarning yopishqoqligi temperaturaga teskari proportsional ravishda o'zgaradi. Buning sababi T- temperatura ortishi bilan suyuqlik molekulalari orasidagi o'zaro ta'sirning susayishidadir .

Stoks formulasi. Gidrodinamik betayinlik.Turbulentlik.

Suyuqlik oqishining turlari haqida fikr yuritaylik. Buning uchun yana bir marta suyuqlikning qatlamimon oqishi qanday vujudga kelishi bilan tanishaylik.



27-rasm Laminar oqim

Tajribalarning ko'rsatishicha, laminar oqish sodir bo'layotgan suyuqlik qatlamlarining tezliklari nay o'qidan uzoqlashgan sari parabolik qonun asosida o'zgarib boradi. Ingichka kapilyar quvrlardagi suyuqlikning laminar oqishini

frantsuz fizik va fiziolog olimi J. Puazeyl (1799 - 1869) tekshirgan. R - radiusli va (uzunlikdagi kapilyar quvrni olamiz. Suyuqlik ichida qalinligi dr va r radius bilan chegaralangan qatlamni fikran ajratib olamiz (27- rasm).

Bu qatlamga ichki tomondan ichki ishqalanish kuchi ta'sir etadi.

$$F = -\eta \frac{d\vartheta}{dr} S = -\eta 2\pi r \ell \frac{d\vartheta}{dr}$$

Berilgan suyuqlikning oqimi uchun ichki ishqalanish kuchi silindirning chekkalaridagi bosimlar farqiga proporsional bo'ladi:

$$-\eta 2\pi r \ell \frac{d\vartheta}{dr} = \Delta p \pi r^2 \quad (11)$$

Bundan ko'rinadiki trubada suyuqlik zarrachalarning tezligi parabolik qonun asosida o'zgarib boradi, parabolaning cho'qqisi (eng katta qiymati) quvrning o'qiga to'g'ri keladi.

t vaqt ichida trubadan oqib chiqayotgan suyuqlikning hajmi:

$$V = \int_0^R \vartheta t 2\pi r dz = \frac{2\pi \Delta p t}{4\eta \ell} \int_0^R r(R^2 - r^2) dr = \frac{\pi \Delta p t}{2\eta \ell} \left[\frac{r^2 R^2}{2} - \frac{r^4}{4} \right]_0^R = \frac{\pi R^4 \Delta p t}{8\eta \ell} \quad (12)$$

Bundan suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsienti

$$\eta = \frac{\pi R^4 \Delta p t}{8\vartheta \ell} \quad (12) \quad \text{ifoda bilan xarakterlanadi.}$$

Suvning naydagi oqish tezligini oshirib borsak, tezlikning biror qiymatidan (kritik qiymat) boshlab rangli suyuqlik sharrasi nay kesimi bo'ylab yoyila boshlaydi. Oqimning qatlamsimonligi buzilib, suyuqlikning aralashishi sodir bo'ladi. Suyuqlikning bunday xarakatlanishini turbulent oqish deb ataladi. Turbulent oqishi jarayonida suyuqlik zarralarining tezliklari xaotik ravishda o'zgarib turadi. Shuning uchun nay kesimining u yoki bu nuqtasidagi suyuqlik zarrasining o'rtacha tezligi haqida mulohaza yuritish mumkin. Suyuqlikning aralashishi tufayli nay kesimining deyarli barcha qismida zarralar bir xil o'rtacha tezliklar bilan harakatlanadi. Faqat nay devorlariga bevosita yaqin qatlamdagina o'rtacha tezlik boshqa qatlamdagiga nisbatan kichik bo'ladi. Bundan laminar oqishda suyuqlikning yopishqoqligi nay kesimining barcha qismida, turbulent oqishda esa faqat nay kesimining devorlariga juda yaqin qismida nomoyon bo'ladi degan xulosa kelib chiqadi.

Demak, nay orqali oqayotgan suyuqlik tezligining biror kritik qiymatidan boshlab oqish turbulentlik xarakteriga ega bo'la boshlaydi. Tekshirishlar natijasida suyuqlik oqishining xarakteri Reynolds soni (Re) deb ataladigan

$$Re = \frac{\rho \vartheta \ell}{\eta} \quad (13)$$

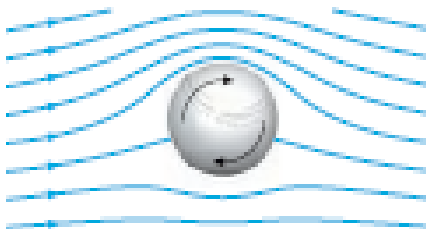
O'lchamsiz kattalikka bolg'iqligi aniqlangan.

(13) dagi:

ρ - suyuqlik zichligi,

ϑ - nay kesimi bhyicha suyuqlik oqishining o`rtacha tezligi,
 η - suyuqlikning yopishqoqligi, ℓ - nay kesimining hlchami.
 (13) dagi (η/ρ) va (ℓ) larning nisbatini kinematik yopishqoqlik deb ataldigan
 $\nu = \eta/\rho$ kattalik bilan almashtirsak, quyidagi ko`rinishga keladi:

$$Re = \vartheta * \ell / \nu \quad (14)$$



28-rasm Laminar oqim

Kinematik yopishqoqlik (m^2/s) birligi bilan o`lchanadi.  $1 m^2/s$  - zichligi  $1 kg/m^3$  va dinamik yopishqoqligi  $1 Pa \cdot s$  bo`lgan suyuqlikning kinematik yopishqoqligidir. Tajribalarning ko`rsatishicha, oddiy sharoitlarda silindrsimon naylar orqali suyuqlikning oqimi laminar xarakterga ega bo`lishi uchun $Re < 2300$, turbulent oqim namoyon bo`lishi uchun esa  $Re > 2300$  bo`lishi lozim.

Qattiq jism va suyuqlikning o`zaro ta`sirlashishida vujudga keluvchi kuchlar qo`zalmas suyuqlik ichida qattiq jism xarakatlanganda ham yoki suyuqlik xarakatlanib qattiq jism esa qo`zalmas bo`lganda ham, bir xil bo`ladi.

Qattiq jism suyuqlikda harakatlanish jarayonida qarshilikka uchraydi. Suyuqlik tomonidan jismga ta`sir etuvchi kuch, umumiy holda, harakat yo`nalishi bilan biror burchak hosil qiladi. Tajribalarning ko`rsatishicha, bu kuch ikki kuchning yig`indisidan iborat (5-rasm):

1) harakatga qarshilik ko`rsatuvchi kuch suyuqlik oqishi bo`ylab yo`nalgan, uni ro`baro` (peshona) qarshilik kuchi (F_r) deb ataladi.

2) Suyuqlikning oqimga perpendikulyar ravishda ta`sir etadigan kuch, uni ko`taruvchi kuch (F_k) deb ataladi.

Suyuqlik va jismning, bir-biriga nisbatan tezligi unchalik katta bo`lmagan xollarda harakatga ko`rsatiladigan qarshilik kuchi suyuqlikning yopishqoqligi bilan bog`liq. Agar suyuqlik yopishqoqligi, jismning shakli va o`lchamlari hamda jismning suyuqlik oqishi yo`nalishiga nisbatan joylashishini hisobga oluvchi C_x koeffitsientidan foydalansak¹⁰

$$F_{ish} = C_x \cdot \nu \quad (16)$$

munosabat o`rinli bo`ladi. 6-rasm.

Reynolds sonining qiymati birga yaqin bo`lganda chegaraviy qatlam qalinligi jism o`lchami bilan taqqoslanadigan darajada, $Re < 1$ da esa chegaraviy qatlam

¹⁰ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" 424-450 pg

oqimning deyarli barcha sohasini egallaydi. Bunday hol uchun r radiusli sharsimon jismning harakatiga suyuqlik tomonidan ko'rsatiladigan qarshilik kuchi ishqalanish kuchidan iborat bo'ladi va u ifoda bilan aniqlanadi.

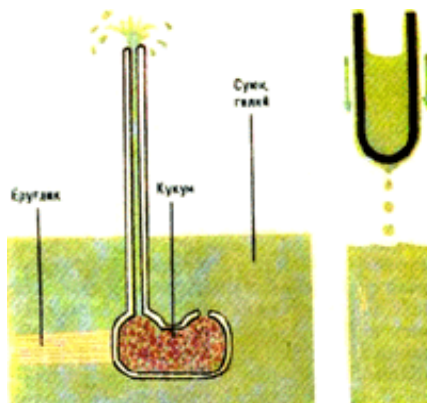
$$F_{ishq} = 6\pi\eta vr \quad (17)$$

(17 ni Stoks ((1819 - 1903) ingliz fizik olimi) formulasi deb ataladi.

Oqish tezligining ancha katta qiymatlarida, masalan, $Re = 104$ bo'lganda, chegaraviy qatlamning qalinligi jism o'lchamining 0,01 ulushidan ham kichik bo'ladi. Mazkur holda jismni o'rab turgan yupqa chegaraviy qatlam suyuqlikning umumiy oqimidan keskin ajralib turadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, suyuqlik va jismning bir-biriga nisbatan harakat tezligini orttirib borsak, biror paytda manzara o'zgaradi (rasm – 5). Jismning orqa tomonida uyurmalar vujudga kelib, ular vaqt-vaqti bilan uziladi. Oqim bu uyurmalarini olib ketishi tufayli uyurmalaridan iborat yo'l hosil bo'ladi. Jismdan ancha uzoqlikda uyurmalar yo'qolib, yana oqish qatlamsimon shaklini tiklaydi. G'alayonlanmagan suyuqlikni bosimini P deb belgilasak, jismning orqa tomonida vujudga kelayotgan uyurmalar sohasidagi bosim $P_B < P$.

O'ta oquvchanlik

Kvant suyuqliklarning bu xossasi – ishqalanishsiz oqishidir. Buni birinchi marta 1938 yilda fizik olim P. L. Kapitsa suyuq geliyda aniqlagan. 2,17 K dan past temperaturada geliyning yopishqoqligi nolga aylanadi va u juda ingichka kapillyarlardan erkin oqadi. O'ta oquvchanlik hodisasini 1941 yilda fizik olim L. D. Landau nazariy tushuntirdi. Suyuq geliy atomlari yagona kvant sistemani tashkil qiladi, uning energiya va impulsini faqat birdaniga sakrash bilan - chekli kattalik qadar o'zgartirish mumkin. Shuning uchun muayyan tezlikkacha suyuq geliy to'siqlarni pisand qilmasdan ishqalanishsiz oqadi -o'ta oquvchanlik xossasiga ega bo'ladi.



30-rasm. Suyuqliklarda hosil

hosil bo'ladigan bosim

Suyuq geliyda ko'p mo'jizalar bor. U guyo ikki suyuqlikdan iborat bo'lib, bu suyuqliklar bir-biriga hech qanday xalaqit bermasdan mustaqil oqishi mumkin.

Bir suyuqlik o'ta oquvchan, u yopishqoqlikka ega emas, ikkinchisi normal suyuqlik. Normal tashkil etuvchining nisbiy miqdori temperaturaga bog'liq absolyut nol temperaturada butun geliy o'ta oquvchan bo'ladi, kritik 2,17 K temperaturada esa bitta normal suyuqlik qoladi. Ingichka kapillyarlar orqali faqat o'ta oquvchan tashkil etuvchi oqadi. Normal tashkil etuvchining oqa boshlashi uchun geliyda temperaturalar farqini hosil qilish yetarli ekan.

Biz geliyning biror joyini isitdik, deb faraz qilaylik. Bu holda u joyda normal tashkil etuvchi zichligi ortadi. Shuning uchun o'ta oquvchan suyuqlik isitilgan joyga intiladi, normal suyuqlik esa (konsentratsiyalarni tenglash va temperaturaning hamma joyda bir xil bo'lishini tiklash uchun) teskari yo'nalishda oqa boshlaydi. Juda chiroyli bir tajriba shunga asoslangan. Pastki uchi kengroq bo'lgan va qora kukun joylangan kapillyar naycha suyuq geliyga botiriladi. Yoruqlik bilan yoritganda kukun isiydi, normal tashkil etuvchi vannaga oqib tushadi, o'ta oquvchan geliy esa teskari yo'nalishga intiladi va naychaning ochiq uchidan fontan (30 sm gacha balandlikda) bo'lib otilib chiqadi.

O'ta oquvchanlik tufayli hatto tutashmagan idishlardagi geliyning sathlari hamma vaqt tenglashadi. Buning yuz berishiga sabab shuki, idishning sirtini yopishqoqliksiz harakat qiladigan geliyning juda yupqa (qalinligi 100 atom qatlam chamasida) pardasi qoplaydi. Natijada, agar geliy solingan probirkani suyuqlik sathidan yuqori ko'tarilsa, u holda geliyning hammasi probirkadan albatta oqib tushadi. O'ta oquvchanlik kollektiv effektdir. Geliy atomlari butun (nol) spinga ega va shuning uchun bir xil holatlarda to'planadi. Natijada har bir zarraning kvant xossalari kuchayadi. Yarim butun spinli zarralardan tarkib topgan sistemalarda, masalan, elektronlar, neytronlar yoki protonlar sistemalarida Pauli printsipi ta'sir qiladi, u aksincha zarralarning bir xil holatlarda bo'lishini man qiladi. Bunday sistemalarda odatda o'ta oquvchanlik kuzatilmaydi. Ammo bu holda ham zarralarni butun spinga ega bo'lgan va o'ta oquvchan holatga o'tadigan juftlarga birlashtirish mumkin. Masalan, metallda erkin elektronlarni juftlash elektron suyuqlikni o'ta oquvchanlik holatiga o'tishiga olib keladi. Natijada elektr tok yo'qotishsiz oshishi mumkin. Geliy He^3 izotopining atomlari uch zarra (ikki proton va bir neytron) dan tuzilgan, u atomning umumiy spini yarimbutun, shuning uchun oddiy sharoitda He^3 normal suyuqlik bo'ladi va faqat Kelvin gradusining mingdan bir ulushi atrofidagi juda past temperaturalarda atomlarning juftlashishi va o'ta oquvchan holatga o'tish yuz beradi.

Nazorat savollari.

1. Akustika nimani o'rganadi?
2. Tovush deganda nimani tushunasiz?
3. Tovush manbalari necha xil bo'ladi?
4. Tovushning qanday ob'yektiv va sub'yektiv xarakteristikalar bo'ladi?

6. Ultratovush va infratovush qanday xususiyatlarga ega?
7. Yopishqoqlik kuchi qanday sodir bo'ladi?
8. Yopishqoqlik koeffitsientiga ta'rif bering.
9. Nyuton formulasini tushuntirib bering.
10. Kinematik yopishqoqlik nimani ifodalaydi?
11. Reaktsiya kuchlari qanday hosil bo'ladi?
12. Samolyot nima sababdan havoga ko'tariladi?
13. Qovushoq muhitda harakatlanuvchi jismga qanday kuchlar ta'sir qiladi va bu kuchlar qanday yo'nalgan? Harakat tenglamasini yozing.
14. Suyuqlikning qanday oqimi uchun Puazeyl formulasi o'rinli bo'ladi?
15. Kinematik ichki ishqalanish koeffitsienti nima va u qanday formula yordamida ifodalanadi?

5- Mavzu. Issiqlik va termodinamika-ning birinchi qonuni. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya

Reja

1. Modda tuzilishi molekulyar kinetik nazariyaning asosiy qonuniyatlari.
 2. Molekulalarning massasi va o'lchami. Modda miqdori.
 3. Issiqlik va harorat. Ideal gaz haqida tushuncha..
 4. Ideal gaz molekulyar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
 5. Ideal gaz molekulalarining tezliklar bo'yicha taqsimoti.
- Molekulalarning o'rtacha harakat tezligi.**
6. Erkinlik darajasi bo'yicha molekulalarning teng taqsimlanishi.
 7. Izojarayonlar. Ideal gaz holat tenglamasi.
 8. Ideal gaz qonunlari va holat tenglamasi
 9. Termodinamika predmeti.
 10. Termodinamikaning birinchi qonuni.
 11. Qaytar va qaytmas jarayonlar .
 12. Issiqlik mashinalari va Karno sikli.
 13. Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti.
 14. Termodinamika qonunlarining biologiyada qo'llanilishi.
 15. Termodinamikaning ikkinchi qonunini turli talqini.
 16. Statsionar holat. Entropiya haqida tushuncha
 17. Biologik sistemalarda entropiya o'zgarishi.
 18. Prigojin formulasi. Le – Shatele printsipi.

Tayanch iboralar: bosim, temperatura, o'rtacha kvadratik tezlik, kush impulsi, molekula, atom, xaotik harakat, Avogadro soni, mol, ideal gaz, izojarayonlar. Holat tenglamasi. Gaz qonunlari. Erkinlik darajasi Issiqlik harakati, qaytar va qaytmas jarayonlar, Karno aylanma jarayoni, issiqlik mashinasi, foydali ish koeffitsienti (F.I.K), sovitgich, isitgich, ish, issiqlik miqdori, ideal gaz, izotermik jarayon, adiabatik

Makroskopik sistemalar xossalarini molekulyar-kinetik tasavvurlar asosida va matematik statistik usullar bilan o'rganuvchi nazariy fizika bo'limi statistik fizika deb ataladi. Termodinamik sistemalarning xolatlari termodinamik parametrlar-sistema xolatini tavsiflovchi xamma fizik kattaliklar qiymatlari bilan aniqlanadi. Agar termodinamik parametrlardan biri boshqa qiymatga ega bo'lsa, bunda sistemaning xolati xar xil bo'ladi. Agar xolat vaqt bo'yicha o'zgarmasa statsionar xolat deyiladi. Statsionar xolatdagi sistemani muvozonat xolatdagi sistema deyiladi. Asosiy termodinamik parametrlar bosim, xarorat va xajmdir. Termodinamikada sistema xolatlari kattaliklarini ichki va tashqiga ajratiladi. Sistemaga ta'sir etayotgan tashqi jismlar koordinatasiga bog'liq bo'lgan parametrlar tashqi deyiladi. Masalan, gazni xajmi tashqi jism-idish devorlariga bogliq bo'lgani uchun tashqi kattalik xisoblanadi. Jism tashkil topgan zarrachalar tezliklariga bog'liq bo'lgan kattaliklar ichki kattaliklar deyiladi. Masalan, bosim va sistema energiyasi. Statistik fizika muvozonat xolatdagi sistemalarni ko'rib chikadi. Statistik fizikaning asosiy vazifasi sistemalarni atom tuzilishi nuqtai nazaridan xossalarini o'rganishdan iborat. Statistik fizikada kvant mexanikasida o'rganiladigan aloxida atom, molekula elementar zarrachalar xossalari va qonunlari asos qilib olinadi.

Ko'p sonli zarrachalardan tashkil topgan sistemalar xolatini statistik qonuniyatlar bilan angiqlanadi. Buning uchun fizik kattaliklarni o'rtacha qiymati olinadi. Aloxida zarralar xarakatini tavsiflaydigan qonuniyat (dinamik qonuniyatlar) lar bilan statistik qonuniyatlar orasidagi bog'lanish shundan iboratki, statistik fizika o'rganadigan makroskopik sistemalar xossalari aloxida zarralar xarakat qonunlariga bog'liq.

Molekulyar-kinetik nazariya modda holatining eng sodda holi bo'lgan gaz holatini talqin qilishda katta yuto'qlarga erishdi. Bu nazariya soddalashtiruvchi bir qator farazlar kiritilgan sharoitdagi o'zining eng elementar ko'rinishida ham gaz holatining asosiy xossalarini va gazlarda bo'ladigan hodisalarni sifat jihatidan emas, balki miqdor jihatidan ham izoxlab bera oladi.

Biz yechmoqchi bo'lgan birinchi masala gazning idish devorlariga beradigan bosimining kattaligini hisoblash masalasidir. Bu masalaning yechilishi absolyut

temperaturaning fizik tabiatini yechib beradi. Masalani yechish uchun gazlarning eng sodda molekulyar-kinetik modelidan foydalanamiz. U quyidagichadir:

1. Gaz molekullari olisidan bir-biriga ta'sir ko'rsatmaydi, va ular tartibsiz xaotik harakatda bo'ladi;

2. Gaz molekulasining o'lchami juda kichik, shuning uchun gaz molekullarining xususiy hajmi idishda egallangan hajmidan juda kichik va ular shar shaklida. Molekulalarning o'lchamlari:

Moddalar uzluksiz harakatda bo'lgan atom va molekullardan tuzilgan degan fikri soslangan moda tuzilishi haqidagi nazariyaga molekular-kinetik nazariya deyiladi. (MKN)

MKN uchta qoidaga asoslangan:

1. Modda zarralaridan tuzilgan:

2. Bu zarralar tartibsiz harakat qiladi:

3. Zarralar o'zaro ta'sirlashadi:

MKN asoslarini XUJ asarda M.V.Lamansov Aniq bayon qilib berdi va tajribada tasdiqladi.

Molekular-kinetik nazariya (MKN) to'g'riligini Braun harakati, diffuziya va boshqa hodisalar to'la tasdiqlaydi. Braun harakati deb, suyuqlik yoki gazla muallaq hlatdagi qattiq va erimaydigan zarrachalarning uzluksiz xaotik xarakatiga aytiladi.

Diffuziya deb, bir biri bilan chegaralash ikki moda molekullarining xaotik harakati natijasida o'xaro aralashib ketish xodisasiga aytiladi.

Gazlarda diffuziya hodisasini tajribada birinchi bo'lib avstryalik fizik Loshmidat kuzatgan. Diffuziya xodisasi tabiatda va tehnika katta ro'l o'ynaydi.

Tehnika diffuziya har xil modalarni masalan, lavlagidan qandni, ximiya sanoatida xilma-xil moddalarni, tabiiy uran rudasidan yadro yoqilg'isi « ${}_{92}U^{235}$ » iz topishni ajratib olishda va shu kabilardan foydalanadi».

MKN uchta qonunning asoslarida.

Bu Braun harakati qonunlaridir, ya'ni:

1. Braun harakati tashqi sabablarga bog'liq bo'lmasdan, to'xtovsiz sodir bo'lib turadi.

2. Braun xarakatining inteksivlgi zarralarining o'lchamiga va shakliga bog'liq bo'lib, zarra materialiga bog'liq emas Braun harakati zarralarning o'lchami 1 mM (10^{-3} m) bo'lganda kuzatiladi.

3. Suyuqlik temperaturasi ko'tarishi bilan Braun harakatini inteksivlgi ortadi.

Molekulalar (atomlar) massasi va moddasi miqdori quyidagi tartibda aniqlashi mumkin. Atom va molekularning nisbiy masalasi m_0 –berilgan molekula (yoki atom) massasi.

$$M_H = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{oc}},$$

$\frac{1}{12}m_{oc}$ -uglerod molekulasini (yoki atom) massasini qismi.

Bunda: $m_o = \frac{1}{12}M_H \cdot m_{oc}$ bunda m_o -xisoblanayotga molekulaning massasi.

Masalan: Kaliy ($_{19}K^{33}$) ning atom massasi ga teng: Geliy ($_{2}He^4$) atomining massasi 4 ga teng.

Moda miqdori (v) deb, jisimdagi atomlar soni N ning 0,012 kg masalasi uglerodda mavjud bo'lgan atomlar soni Na ga bo'yiga nisbasiga aytiladi: $v = \frac{N}{Na}$, (1mol) 0,012 kg ugleroddagi atomlar soniga teng bo'lgan molekular soni. Molyar massa (*) Bilan belgilanadi va $\mathcal{M} = \frac{m}{v}, \left(\frac{kg}{mol} \right)$ dan hisoblanadi.

Molyar massa deb, 1 mol moda miqdoriga mos kelgan massaga miqdor jixatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi: ya'ni $m \cdot m_o \cdot N$ uchun $\mathcal{M} = m_o \cdot Na$ bo'ladi. Mol ta'rifiga binoan, har qanday moddaning bir mol miqdoridagi molekula yoki atomlar soni bir xil buladi.

Bu songa Avogadro soni deb, ataladi, ya'ni.

$$Na = \frac{\mathcal{M}_c}{m_{oc}} = \frac{\mathcal{M}_c}{m_o}, Na = \frac{\mathcal{M}_c}{m_{oc}} = \frac{0,012kg/mol}{m_{oc}} \text{ ni}$$

e'tiborga olsak.

$$\mathcal{M} = m_o Na = \frac{1}{12}M_H \cdot m_{oc} \cdot \frac{0,012kg/mol}{m_{oc}} = M_H \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}$$

$$Na = \frac{\mathcal{M}_c}{m_{oc}} = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$$

Moddalardagi molekular soni:

$$N = \gamma Na = \frac{m}{\mathcal{M}} Na$$

Avagadro qonuni quyidagicha ta'riflanadi: «BU xil temperatura va bir xil bosimdagi istalgan gazlarning teng xajmlaridagi molekular soni bir xil bo'ladi».

Normal sharoitda, ya'ni t_0 G, P_0 1 atom 1 mol gazning xajmi, ya'ni molyar xaji: $V_M = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{mol} = 22,4 \frac{m^3}{mol}$ bo'ladi. SHuningdek, molekular kontsentratsiya:

$$n = \frac{Na}{V_M} = \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{22,4 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{\frac{1}{mol}}{\frac{1}{m^3}} = 2,69 \cdot 10^{25} \frac{1}{m^3} \text{ bo'lda.}$$

Bunda Lashmid soni deyiladi.

vqs' d (S-qatlam yuzi, d-qatlam qalinligi) yordamida molekulalarning o'lchamlarini Aniqlah mumkin.

Zaytun moyi molekulalarning o'lchami quyidagiga teng.

$$V = 1mm^3, S = 0,6m^3,$$

$$d = \frac{V}{S} = \frac{0,001sm^3}{6000sm^3} \approx 1,7 \cdot 10^{-7} sm.$$

Massasi 1% ya'ni xajmi $1cm^3$ bo'lgan suv tomchisida tahminan qancha molekulalar borligini hisoblaymiz. Suv molekulaasining diametrik $D = 3 \cdot 10^{-8} sm$ ni egallasa $1cm^3$ da sm
 $V = 3 \cdot 10^{-8} sm^3$

$$N = \frac{1sm^3}{(3 \cdot 10^{-8})^3 sm^3} \approx 3,7 \cdot 10^{22} \text{ ta molekula bo'ladi.}$$

Demak, atomning o'lchami: $D = 10^{-8} sm = 10^{-10} m$, Suv

molekulasining massasi: $m_0(H_2O) = \frac{1\epsilon}{3,7 \cdot 10^{22}} \approx 2,7 \cdot 10^{-23} \epsilon$ bo'ladi

Molekulaalrning o'lchamlari va massasi.

Molekulalarning chiziqli kattaligi $10^{-8} \quad 10^{-10} m$ bo'ladi. Alohida molekulalarning massalari juda kichik bo'lib, maxsus asbob-massa –spektrometrlar yordamida aniqlanadi. masalan. suv molekulasining massasi $3 \cdot 10^{-26} kg$ atrofida. Xalqaro kelishuvlarga asosan etalon, ya'ni birlik atom massasi m_0 sifatida uglerod ^{12}C izotopi massasining $1/12$ qismi qabul qilingan

$$m_0 = \frac{1}{12} m_{0C} = 1,66 \cdot 10^{-27} kg$$

Modda miqdori

Modda miqdori-moddagi molekulalar sonining 0,012 uglerodda qancha molekulalar bo'lsa, shuncha molekulalari bo'lgan modda miqdoridir. Uning SI dagi birligi $v=1mol$. 1 mol-0,012 kg uglerodda qancha molekulalar bo'lsa, shuncha molekulaalri bo'lgan modda miqdoridir.

Avagadro soni va Avagadro qonuni.

Istalgan moddaning 1 molida bir xil sondagi molekulalar mavjuddir. Bu son Avagadro doimiysi deyiladi. 0,012 kg uglerodda N_A ta molekula bor:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$$

ya'ni istalgan moddaning bir molida $N_A=6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$ ta molekula mavjud.

Bir xil temperatura va bir xil bosimda istalgan gazning bir moli bir xil hajmni egallaydi. Normal sharoitda bu hajm

$$N_0 = 22,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{molga teng.}$$

Normal sharoit.

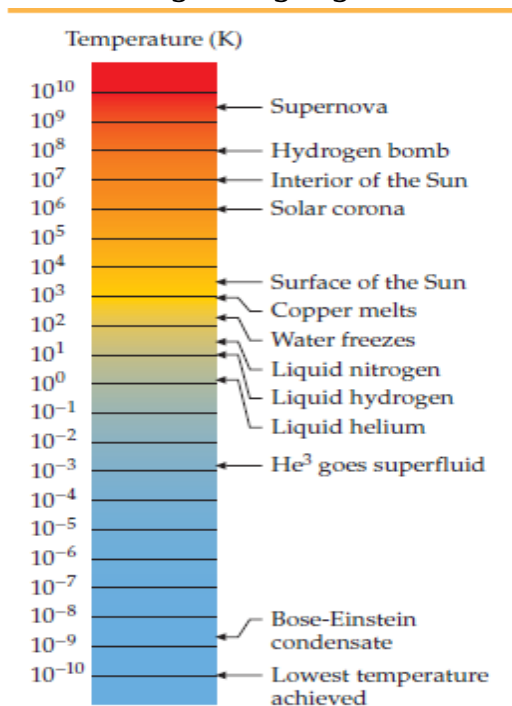
Normal sharoit: bosim normal atmosfera bosimi $p = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mm.sim.ust.}$ va temperatura $T = 273,15 \text{ K}$ yoki $t = 0^\circ \text{C}$ bo'lgan sharoit.

Molekulyar massa.

Molekulyar massa bir mol moddaning massasi kabi aniqlanib, molekula massasining Avagadro soniga ko'paytmasi kabi aniqlanadi.

$$M = m_{\text{mol}} \cdot N_A$$

SI dagi birligi- kg/mol



31-rasm Temperaturaning grafigi

Temperatura Jismlarning issiqlik darajasini xarakterlash uchun temperatura tushunchasidan foydalaniladi. Agar qizitilgan jism qizitilmagan jismga tekkizilsa, ular orasida issiqlik almashuvi ro'y beradi. Energiya temperaturasi yuqoriroq jismdan temperaturasi pastroq jismga o'tadi. Bu jarayon jismlarning temperaturalari tenglashguncha davom etadi. Demak, issiqlik muvozanatidagi jismlarning temperaturalari bir xil bo'ladi. Shuning uchun ham temperatura sistemaning issiqlik muvozanatini xarakterlovchi kattalik deyiladi.

Temperaturalarni o'lchash

Temperaturani o'lchash uchun etalon sifatida gaz yoki suyuqliklarning issiqlikdan hajmining o'zgarishidan foydalaniladi. Temperaturani o'lchaydigan asbobga termometr deyiladi.

Temperatura shkalasi

1960—yilda boʻlib oʻtgan oʻlchovlar va tarozilar boʻyicha XI bosh konferensiyasining qaroriga muvofiq ikkita shkaladan foydalaniladi. Temperatura shkalasida (T) temperatura kelvinlarda (K) va xalqaro amaliy temperatura shkalasida (t) temperatura selsiy graduslarida oʻlchanadi. Termodinamik temperatura va xalqaro amaliy temperatura shkalaalr quyidagi munosabat yordamida bogʻlangan: $T = 273,15 + t$. **31-rasm** Absolyut nol temperatura.

Temperaturaning termodinamik shkalasi ingliz olimi Kelvin tomonidan qabul qilingan. Bu shkalaning boshlanish nuqtasi sifatida nol gradus Kelvin $0K = -273,15^{\circ}C$ qabul qilingan. Bu temperaturalarda ideal gazning bosimi nolga teng boʻladi, yaʼni molekulalari harakatdan toʻztaydi. $0K$ dan pastki temperatura boʻlishi mumkin emas va shu bilan birga bu temperaturaga yetishib ham boʻlmaydi. $0^{\circ}K$ absolyut nol temperatura deyiladi.

Ideal gaz deb quyidagi shartlarni bajaradigan gazga aytiladi:

1)gaz molekulalarining xususiy hajmi gaz egallab turgan idishning hajmiga nisbatan eʼtiborga olmasa boʻladigan darajada kichik;

2) gaz molekulalari orasida oʻzaro taʼsir kuchlari mavjud emas;

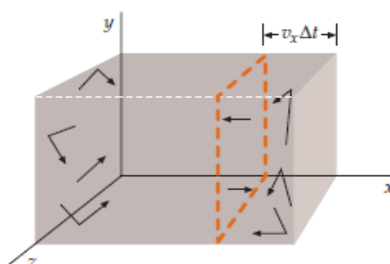
3)gaz molekulalarining oʻzaro va idish devorlari bilan urilishi absolyut elastik.¹¹

Gaz parametrlari

Gaz holati bir-biriga bogʻliq boʻlgan va holat parametrlari deyiladigan quyidagi kattaliklar bialn xarakterlanadi,bular: hajm V , bosim P va temperatura T . gazning hajmi V u egallab turgan idishning hajmi bilan mos keladi. hajmning SI dagi birligi m^3 .

Ideal gaz bosimining molekulyar kinetik nazariyasi. Gazning idish devorlariga beradigan bosimi molekulalarning xaotik harakati bilan bogʻliq va ularning uzluksiz ravishda devorga urilib turishining natijasidir. Molekulalarning devorga urilish kuchi, albatta, uning tezligiga (yoki kinetik energiyasiga) bogʻliq. Shuning uchun gazning bosim molekulalarning ilgarilama harakati oʻrtacha kinetik energiyasi (E) ga bogʻliq bulishi kerak:

$$P = \varphi(\bar{E}) \quad (8.7)$$



32-rasm Malekulalar harakati

¹¹ Paul A. Tipler “PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS” 564-586 pg

Ana shu munosabat ideal gazning kinetik nazariyasida chikariladi. Va u kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi deb ataladi. Bu tenglamani 1850 yillarda nemis fizigi Klauzius topgan. Klauzius tenglamasini keltirib chiqarishdan oldin molekulalarni moddiy nuqta deb qarashga kelishib olamiz. Ideal gazda bosim katta bo'lmaydi, shuning uchun molekulalar o'rtasidagi masofa molekulalarning diametriga qaraganda ancha katta bo'ladi. Shuning uchun ular o'rtasidagi tortishish va itarishish kuchlarini hisobga olmasa ham bo'ladi. Lekin ular to'qnashganda (o'zaro yoki devor bilan) absolyut elastik sharlarga o'xshab to'qnashadi, deb hisoblaymiz.

Bunday to'qnashuvda tezliklarning yo'nalishi o'zgaradi, qiymati esa o'zgarmaydi. Molekulalarning urtasidagi masofa katta bo'lganligi uchun ular asosan devor bilan to'qnashadilar. Ana shunday talablarga javob beradigan gaz ideal gaz deyiladi. Demak, ideal gaz molekulalari elastik moddiy nuqta kabi bo'lib, ular orasida tortishish kuchlari bulmaydi.

Faraz qilaylik, tomonlari a ga teng kubda n molekuladan iborat ideal gaz joylashgan, har bir molekulaning massasi m . Dekart koordinatalar sistemasini kub markaziga joylashtiramiz. Shunda molekulalar xaotik ravishda harakat qilayotganligi uchun ularning $\frac{1}{3}$ qismi y o'qi, $\frac{1}{3}$ qismi z o'qi bo'ylab harakat qiladi. Demak, har bir o'qqa parallel, $\pm$ yo'nalishda $n' = \frac{1}{3}n$ ta molekula harakatlanadi.

Shu molekulalarning v tezlik o'ng devorga qarab ketayotganlarining harakatlarini kuzatamiz. Molekula devorga urilganda Δf kuch bilan Δt vaqt ichida ta'sir ko'rsatsin. Unda molekulaning devoriga berilgan kuch impulsi teng bo'ladi $\Delta f \Delta t$ ga. Bu esa o'z navbatida teng:

$$\Delta f \Delta t = mv - (-mv) = 2mv \quad (8.8)$$

Δf juda qisqa vaqt davom etadi. Shuning molekulasi 1 sekund ichida devorga ko'rsatgan ta'sir kuchining o'rtacha qiymati $\bar{\Delta f}$, Δf dan ancha kichik bo'ladi.

Albatta o'rtacha $\bar{\Delta f}$ kuchning impulsi devorga 1 sekund ichida ta'sir qiluvchi Δf kuchlar impulslarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\bar{\Delta f} \cdot 1\text{syk} = \Delta f \cdot \Delta t \cdot k$$

k -molekulaning 1 sekund ichida o'ng devorga urilishlar soni. Ma'nosi bo'yicha k soni molekulaning 1 sekunda bosib o'tgan yo'lining $2a$ ga bo'linganligiga teng. $2a$ -molekulaning devorga ikki marta ketma-ket urilishlar

o'rtasida bosib o'tgan yo'li. 1 sekund ichida molekula ν ga teng uzunlikni bosib o'tadi., shuning uchun $k = \frac{\nu}{2a}$, u holda;

$$\Delta \bar{f} = \Delta f \Delta t \frac{\nu}{2a} = 2m\nu \frac{\nu}{2a} = \frac{m\nu^2}{a} \quad (8.9)$$

Bu ifoda bitta molekula uchun yozildi, lekin o'ng devorga n' ta molekula kelib uriladi. Shuning uchun o'ng devorga ta'sir qilayotgan to'la kuch n' ta molekulalarning ta'sir kuchlarining yig'indisiga teng bo'ladi:

$$f = \sum_i^{n'} \Delta \bar{f} = \sum_i^{n'} \frac{m\nu_i^2}{a} = \frac{m}{a} \sum_i^{n'} \nu_i^2 \quad (8.10)$$

bu erda $\nu_i = \nu_1, \nu_2, \nu_3, \dots, \nu_n$ - molekulalar tezliklari. Bu ifodaning o'ng tarafini n' ga ko'paytiramiz va bulamiz:

$$f = \frac{m}{a} n' \frac{1}{n'} \sum_i^{n'} \nu_i^2 \quad (8.11)$$

hosil bo'lgan $\frac{1}{n'} \sum_i^{n'} \nu_i^2$ ifoda ta'rif buyicha o'rtacha kvadratik tezlik U ning kvadratini bildiradi:

$$U = \sqrt{\frac{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \nu_3^2 + \dots + \nu_{n'}^2}{n'}} - \text{o'rtacha kvadratik tezlik.}$$

Demak, ; $f = \frac{mn'u^2}{a}$; f ni a^2 ga bo'lamiz va n' ning o'rniga $\frac{1}{3}n$ ni qo'yamiz: $\frac{f}{a^2} = \frac{mu^2}{a^3} \cdot \frac{1}{3}n$ $a^2 = S$ -o'ng devor yuzi va $a^3 = V$ -kub hajmi bo'lganligini hisobga olsak hosil bo'ladi:

$$\frac{f}{S} = \frac{1}{3} \frac{mnu^2}{V} \quad (8.12)$$

Lekin $\frac{f}{S} = P$ -gazning devorga bosimi, $\frac{n}{V} = n_0$ -molekulalar zichligi.

Shuning uchun:

$$P = \frac{1}{3} mn_0 u^2 = \frac{2}{3} n_0 \frac{mu^2}{2} \quad (8.13)$$

Lekin, $\frac{mu^2}{2} = \bar{E}$ -molekulaning o'rtacha kinetik energiyasidir.

Demak:

$$P = \frac{2}{3} n_0 \bar{E} \quad (8.14)$$

Bu ifoda ideal gaz kinetik nazariyasining asosiy tenglamasidir: gazning bosimi molekulalarning ilgarilama harakati o'rtacha kinetik energiyasiga proporsional ekan. Asosiy tenglamani bir mol gazning hajmi V_μ ga ko'paytiramiz:

$$PV_{\mu} = \frac{2}{3} n_0 \bar{E} V_{\mu} \quad (8.15)$$

$n_0 V_{\mu} = N_A$ -Avogadro soni bo'lganligi uchun:

$$PV_{\mu} = \frac{2}{3} N_A \bar{E} \quad (8.16)$$

Lekin Mendeleev-Klaapeyron tenglamasi bo'yicha:

$$PV_{\mu} = RT$$

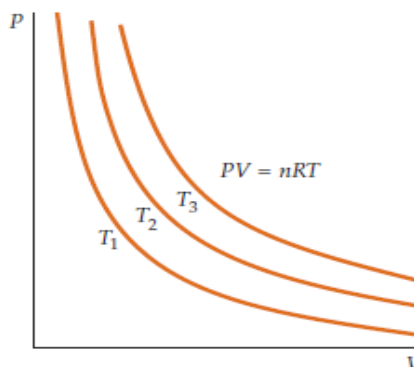
Shuning uchun $\frac{2}{3} N_A \bar{E} = RT$ va $\bar{E} = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} kT$

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{grad} \text{ - Boltsman doimiysi}$$

Demak, $P = n_0 kT$ (8.17)

ekan. Bu -asosiy tenglamaning boshqacha ko'rinishidir.

Berilgan massali gazni holatini harakterlash uchun bosim P , hajm va temperatura kabi parametrlardan foydalaniladi. Agar gazning holati o'zgarmasa bu parametrlarning hammasi yoki bir qismi o'zgaradi. O'zgarmas temperaturada hajmning o'zgarishi bilan gazning bosimi o'zgarsa, bunday jarayonga izotermik jarayon deb ataladi. O'zgarmas bosimda temperatura ta'sirida hajm o'zgarsa. Bunday jarayonga izobarik jarayon deb ataladi.



33-rasm Temperaturaning grafigi

O'zgarmas hajmda temperatura ta'sirida bosim o'zgarsa, bunday jarayonga izoxorik jarayon deyiladi. Ideal gazning holat tenglamasini o'rganishdan oldin, molekulyar-kinetik nazariya yaratilguncha topilgan bir necha gaz qonunlarini o'rganib chiqamiz.

Boyl-Mariott qonuni. Izotermik gaz jarayonlarini o'rganib turib ingliz olimi Boyl (1662y.) va frantsuz olimi Mariott (1667y.) quyidagi gaz qonunini yaratdilar: gazning berilgan massasi uchun o'zgarmas temperaturada gazning bosmi hajmiga teskari propartsionaldir.

$$PV = const \quad (8.1)$$

Gey-Lyussak qonunlari:

a) Gazning berilgan massasi uchun o'zgarmas bosimda uning hajmi

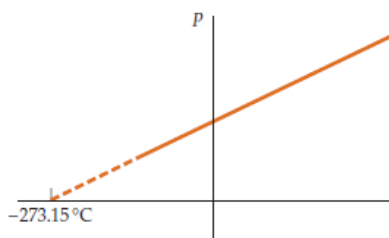
temperaturaga proportsional ravishda o'zgaradi (8.2-rasm):

$$V = V_0(1 + \alpha t) \quad (8.2)$$

V_0 -gazning $0^\circ C$ dagi hajmi, α -gazning hajmiy kengayish koeffitsienti,

$$\alpha = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ C^{-1}.$$

b) gazning berilgan massasi uchun uning bosimi o'zgarmas hajmda temperaturaga proportsional ravishda o'zgaradi (8.4-rasm):



34-rasm Absolyut temperaturaning grafigi

$$P = P_0(1 + \gamma t) \quad (8.3)$$

P_0 -gazning $0^\circ C$ dagi bosimi, γ -bosimning termik koeffitsienti,

$$\gamma = \alpha = \frac{1}{273^\circ C}.$$

Absolyut temperatura va Selsiy shkalasi o'rtasida quyidagi munosabat mavjud: $T = t + 273,15^\circ C$

Dalton qonuni. 1801 yilda ingliz fizigi va ximigi Dalton gaz aralashmasining bosimi bilan shu aralashmadagi gazlarning partsial bosimlari urtasidagi munosabatni topdi: P_i gaz aralashmasining bosimi P shu aralashmadagi gazlar partsial bosimlarining yig'indisiga teng.

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n + \sum_i^n P_i \quad (8.4)$$

Avogadro qonuni. 1811 yilda italyan olim Avogadro kuyidagi qonunni yaratdi: *bir xil temperatura va bosimda harqanday gazning 1 kilomoli birxil hajmni egallaydi*¹².

Normal sharoitda bu hajm $22,42 \frac{m^3}{kmol}$ yoki $22,42 \cdot 10^3 \frac{litr}{kmol}$ ni tashkil etadi.

Ideal gazning holat tenglamasini Klapayron (1834y) va Mendeleevlar (1875y) yaratgan. Avval bu tenglamani Klapayron

$$\frac{PV}{T} = B = const \quad (8.5)$$

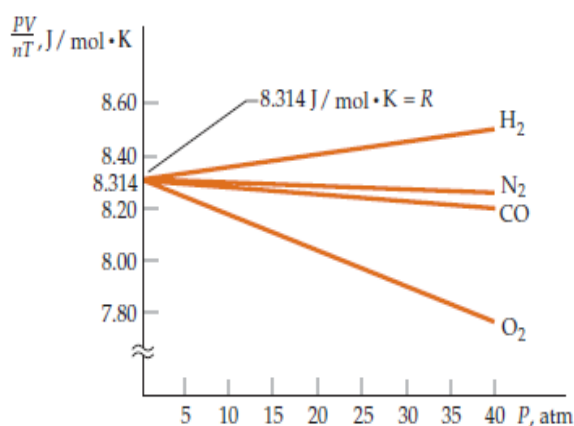
¹² Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" 588-600 pg

ko'rinishda berdi. Bu erda P gazning bosimi, V -uning hajmi, T -temperaturasi, V esa o'zgarmas parametr. Lekin tenglamani bir kamchiligi bor edi. Undagi o'zgarmas parametr har xil gaz uchun har xil qiymatga ega edi. Ana shu kamchilikni yo'qotish uchun Mendeleev bu tenglamaga o'zgartirishlar kiritdi va har qanday ideal gaz uchun ishlaydigan shaklda yozdi:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (8.6)$$

Bu erda m -ideal gazning massasi, μ -1 kilomol gazning massasi, R -universal gaz doimiysi (-rasm). Uning kiymati:

$$R = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 22,42}{273} \cong 8,32 \cdot 10^3 \frac{J}{grad \cdot kmol} \text{ ga teng.}$$



35-rasm Universal gaz doimiysi

Keyinchalik (8.6) formula Klapeyron-Mendeleev degan nom oldi

Bu modeldan gazning har bir molekulasini hamma vaqt erkin harakatda va ba'zan boshqa molekulalar bilan yoki idish devorlari bilan elastik ravishda to'qnashib turadi. Bu model biz bilamizki, ideal gaz modelidir. Yana shuni e'tiborga olamizki gaz molekulalari tartibsiz xotik harakatda bo'lganidan ular barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil ehtimollik bilan harakat qiladilar. Bunday fikrga kelishimizga yana bir sabab, gaz idish devorlariga hamma joyda bir xil bosim ko'rsatadi. Agar bordi-yu, molekulaning biror yo'nalish bo'yicha harakati ustunlik kilganda unda gaz devorining shu yo'nalishi tomonida yotgan qismiga ko'proq bosim ko'rsatar edi.

Molekulaning tezligi juda xilma-xil bo'lishi mumkin. Ular to'qnashganda, massalari bir xil bo'lgan ikkita shar o'zaro elastik markaziy to'qnashgani kabi, tezliklari almashadi. Birining tezligi oshsa, boshqasini kamayadi. Chunki to'qnashguncha bo'lgan umumiy kinetik energiya, to'qnashgandan keyingi umumiy kinetik energiyaga teng bo'lishi kerak. Qo'yilgan masalani yechishni soddalashtirish uchun molekulalar harakatining xarakteriga aloqador bo'lgan ba'zi soddalashtiruvchi farazlarni kiritamiz:

1. Molekulalar faqat o'zaro perpendikulyar bo'lgan uchta yo'nalishda harakatlanadi. Agar gazda N dona molekula bo'lsa, har bir yo'nalishda $N/3$ ta molekula ishtirok etadi. Agar yo'nalishni qarama-qarshi tomonini hisobga olsak, har bir yo'nalish bo'yicha $N/6$ ta molekula harakat qiladi. Bunday farazga asosan bizni qiziqtirayotgan yo'nalishda (masalan, idish devorining mazkur dS elementiga o'tkazilgan normal bo'ylab) molekulalarning $1/6$ qismi harakat qiladi, deb hisoblaymiz.

2. Hamma molekulalarning tezligi V deb hisoblaymiz. 1-soddalashtirish oxirgi natijaga ta'sir etmaydi. Buni ko'rsatish mumkin.

Idish devoriga kelib urilganda molekula devoriga kuch dp impuls beradi, bu impulsning son qiymati, molekula miqdorining o'zgarishiga teng. Devor sirtining har bir dS elementini ko'p miqdordagi molekulalar doimiy ravishda bombardimon qilib turadi. Buning natijasida dS element dt vaqt ichida dS ga normal bo'yicha yo'nalgan dp yig'indi impuls oladi. Mexanikadan ma'lumki,

$$F = P \cdot S$$

S ga ta'sir etuvchi kuchga, $P = \frac{F}{S}$, esa, bosimga tengdir. Bu elementar tushunchalardan foydalanib idish devoriga urilayotgan molekulalarning usha idish devoriga beradigan bosimini hisoblasak, quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$R = \frac{1}{3} nmv^2,$$

Gaz molekulasiining ilgarilama harakati kinetik energiyasini hisobga olib (3.3) dan

$$P = \frac{2}{3} nE_{kin}$$

ga ega bo'lamiz. Bir atomli ideal gaz molekulasiining ilgarilama harakatining o'rtacha kinetik energiyasi uchun shunday ifoda mavjud:

$$E_{kin} = \frac{3}{2} k T$$

bu yerda k —Bolsman doimiysi, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

SHuni qiziqki, E_{kin} faqat temperaturaga bog'liq bo'lib, molekulaning massasiga bog'liq emas. (3.5) dan ko'rinadiki, temperaturaning absolyut shkalasi (Bolsman shkalasi) bevosita fizik ma'noga ega bo'lib qoladi. Absolyut 0° temperaturada molekulaning ilgarilama harakati butunlay to'xtab holadi. Lekin bu temperaturada molekula va atomlar ichidagi harakat to'xtamaydi. Agar tekshirayotgan gaz bir turli emas, balki har xil gaz aralashmasi bo'lsa, P_1, P_2, P_3 va hokazo bu bosimlar *parsial bosimlar* deyiladi.

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n.$$

Dalton qonunining ifodasidir, ya'ni ideal gazlarda parsial bosimlarning yig'indisi butun gaz aralashmasining bosimiga tengdir.

Molekulalarning harakat kinetik energiyasi, umuman aytganda ularning ilgarilama harakat kinetik energiyalaridagina iborat emas. U molekulalarning aylanish va tebranish kinetik energiyalarining yig'indisidan iborat bo'lishi ham mumkin. Molekulalarnig barcha tur harakatlariga to'g'ri keladigan energiyani hisoblash uchun *erkinlik darajasi* degan tushunchani kiritish kerak bo'ladi. Jismning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun zarur bo'lgan erkli koordinatalarning soniga jismning *erkinlik darajasi* deyiladi. Masalan, moddiy nuqtaning erkinlik darajasi 3 ga teng. Gazning har bir molekulasini ma'lum erkinlik darajasiga ega bo'lib, uning ilgarilama harakatiga 3 ta erkinlik darajasi to'g'ri keladi. Gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosida molekular harakatining butunlay tartibsizligi to'g'risidagi faraz yotadi: molekulalarning harakatidagi bunday tartibsizlik faqat ilgarilama harakatdagina emas, balki barcha tur harakatlariga (aylanma, tebranma) ham xosdir. Harakat turlarining barchasi teng qiymatlidir. SHu sababli molekulalarning har bir erkinlik darajasiga o'rtacha bir xil miqdorda energiya to'g'ri keladi, deyish tabiiydir. Bu holat energiyaning erkinlik darajalari bo'yicha birday (tekis) taqsimlanishi qonuni nomi bilan yuritiladi. Bunda bitta erkinlik darajasi ($i=1$) ga to'g'ri kelgan o'rtacha energiya

$$E_{kin0} = \frac{1}{2} kT.$$

bo'ladi. Gaz molekulasining erkinlik darajasi $i = i_{ayl} + i_{teb}$ ga teng. Tebranma harakatda ham kinetik, ham potensial energiya bo'ladi.

SHuning uchun

1 atomli molekulada $i = 3$.

2 atomli molekula (qattiq bog'lam) $i = 5$, tebranish yo'q.

3 atomli molekula (elastik bog'lam) $i = 7$, tebranish bor.

3 va undan ortik (qattiq bog'lam) $i = 6$, tebranish yo'q.

Bir atomli molekulaning harakati faqat ilgarilanma harakatdan iborat bo'ladi. Lekin ikki va undan ortiq atomlardan tashkil topgan molekular ilgarilanma harakatdan tashkari aylanma harakatda ham ishtirok etishlari mumkin, shuningdek ular tarkibidagi atomlar esa yana tebranma harakatda ham ishtirok etishlari mumkin. Shuning uchun molekulaning to'la energiyasi ilgarilanma, aylanma va tebranma harakat energiyalarining yig'indisidan iborat.

To'la energiyani hisoblash uchun erkinlik darajasi tushunchasi bilan tanishib chiqaylik. Jismning fazodagi vaziyatini to'la ravishda ifodalash uchun zarur bo'lgan erkli koordinatalar soniga shu jismning erkinlik darajasi deyiladi. Moddiy nuqtaning erkinlik darajasi uchga teng ekan. Har qanday atom yoki bir atomli molekula moddiy nuqta deb qaralishi mumkin. Agar molekula bir - biri bilan elastik tarzda bog'langan N ta atomdan tashkil topgan bo'lsa, molekulaning berilgan vaqtda fazodagi vaziyatini to'la aniqlash uchun $3N$ ta erkin koordinata

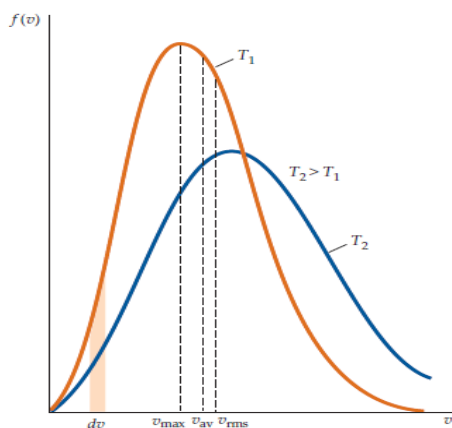
zarur bo'ladi. Ya'ni, bunday molekulaning erkinlik darajasi $3N$ ga teng. Lekin shu molekuladagi istalgan ikki atom orasidagi masofa aniq qiymatga ega bo'lib, u vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, molekulaning erkinlik darajasi $3N$ dan bitta kam bo'ladi. Bunday masofa bir nechta bo'lsa, $3N$ shunday masofalar soniga kam bo'ladi.

Ikki atomli molekula erkinlik darajasi. Ikkala atom orasidagi masofa vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bunday molekulaning erkinlik darajasi $3N - 1 = 3 \cdot 2 - 1 = 5$ ga va aksincha, atomlar bir-biri bilan elastik ravishda boglangan bo'lsa, yani masofa vaqt o'tishi bilan o'zgarib tursa, 6 ga teng bo'lishi kerak.

Molekula inertsia markazining fazodagi vaziyati X, Y, Z koordinatalari bilan aniqlanadi. Atomlar orasidagi masofa o'zgarmasa bo'lsa, molekulaning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun zarur bo'lgan koordinatalar x, y, z va α, β, γ lardan iborat buladi va bunday molekulaning erkinlik darajasi 6 ga teng bo'ladi.

36-rasm Bir atomli gazning harakati

Shunday qilib bir atomli molekulaning erkinlik darajasi 3 ga teng, ikki atomli molekula erkinlik darajasi 5 ga yoki 6 ga teng va xokazo. Demak ilgariylanma harakat erkinlik darajasi hamma vaqt 3 ga teng, aylanma va tebranma harakat erkinlik darajalari kuzatilayotgan molekulaning xarakteriga qarab turli qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Molekulaning erkinlik darajasi i ni ilgariylanma, aylanma va tebranma harakatlar erkinlik darajalarining yig'indisidan iborat deb qarash mumkin:



37-rasm Energiya bo'yicha taq-

$$i = i_{u.l} + i_{a\ddot{u}.l} + i_{me\delta}$$

Ilgariylanma harakat erkinlik darajasi 3 ga teng ekanligini etiborga olib, ilgariylanma harakatning har bir erkinlik darajasiga $\frac{1}{2}kT$ energiya to'g'ri keladi degan xulosaga ega bo'lamiz. Umuman, ilgariylanma, aylanma va tebranma harakatning birortasi ikkinchisidan ustun ravishda ajralib turmaydi.

Statistik fizikaning muhim qonunlaridan biri - energiyaning erkinlik darajasi bo'yicha bir xilda taqsimlanish qonuni ilgariylanma, aylanma va tebranma

harakatning har bir erkinlik darajasiga o'rtacha $\frac{1}{2}kT$ kinetik energiya to'g'ri kelishini ko'rsatadi. Demak, erkinlik darajasi i ga teng bo'lgan molekulaning o'rtacha kinetik energiyasi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\varepsilon = \frac{i}{2}kT$$

Lekin i ni aniqlashda quyidagilarga etibor berilishi kerak. Molekula ilgarilanma yoki aylanma harakatda qatnashayotgan bo'lsa, u faqat kinetik energiyaga ega buladi. Molekuladagi atomlar tebranma harakatda ham qatnashayotgan bo'lsa, tebranma harakat ham kinetik energiyaga, ham potentsial energiyaga ega bo'ladi va bu kinetik energiyaning o'rtacha qiymati potentsial energiyaning o'rtacha qiymati bilan bir xil buladi. Shuning uchun tebranma harakatning har bir erkinlik darajasiga $2 \cdot \frac{1}{2}kT$ energiya to'g'ri keladi.

Yuqoridagi munosabatdan foylanaib, berilgan ideal gazning ichki energiyasini aniqlash mumkin. Misol uchun bir mol ideal gazning ichki energiyasi quyidagiga teng:

$$U_M = N_A \langle \varepsilon \rangle = \frac{i}{2}kTN_A = \frac{i}{2}RT$$

Ya'ni, ideal gazning ichki energiyasi shu gazni tashkil etuvchi molekulalarning erkinlik darajasiga va gazning haroratiga bog'liq

Gaz molekulalarining tezligi son jihatidan va yo'nalish bo'yicha ularning bir-biri bilan to'knashuvi natijasida, doimo o'zgarib turadi. Tezlikning barcha yo'nalishlari teng ehtimolli bo'lgani uchun, molekulalar har bir yo'nalish bo'yicha teng taqsimlanadi; har qanday orientirlangan $d\theta$ fazoviy burchak ichida har bir paytda o'rta hisobda bir xil dN sondagi molekulalarning harakat yo'nalishi yotadi. Tezliklarning son qiymatiga kelsak tezlikning 0 dan ∞ bo'lgan qiymatlari bir xil ehtimollik bilan uchramaydi. Chunki to'knashuvlarda molekulalarning tezligi tasodifiy ravishda o'zgaradi. Agar hamma molekulalar bitta molekula bilan to'qnashib unga energiya bersalar ham, bu molekulaning tezligi chekli qiymatga ega bo'ladi (∞ bo'lmaydi). Bu protsess ehtimolligi kichikdir, ya'ni *o'rtacha tezlikdan* katta bo'lgan tezliklar ehtimoli kichikdir. Agar to'knashuvdagi 1 ta molekula to'xtab koladigan protsess bor desak, u protsess ehtimoli ham kichikdir, demak $v \gg 0$ bo'lganda ham, $v \gg \infty$ bo'lganda ham shunday tezlikli molekulalar uchrash ehtimoli 0 ga intiladi.

Aytilganlardan xulosa qilib, molekulalarning tezliklari asosan eng katta ehtimolli biror qiymatga yaqin bo'ladi deyish mumkin. Gaz molekulalarining tezliklari bo'yicha taqsimlanishini nazariy yo'l bilan Maksvell topgan bo'lib, uning

ko'rinishi
$$dn = \frac{4}{\sqrt{\pi}} n v_0^2 e^{-v_0^2} dv_0,$$

ga *Maksvell taqsimot funksiyasi* deyiladi (bu yerda $v_0 = \frac{v}{v_0}$ - nisbiy tezlik, v_0 - oniy tezlik, v_e – eng katta ehtimolli tezlik). Taqsimot funksiyasi gazning turiga va holat parametri T ga bog'liq ekan, lekin R va V ga bog'liq emas. Taqsimot funksiyasining maksimum qiymatiga mos keluvchi tezlikning ehtimoli ravshanki eng katta bo'ladi (rasm). Uni eng ehtimolli tezlik deyiladi.

$$v_e = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} \approx 1.41 \sqrt{\frac{RT}{\mu}}. \quad (3.10)$$

Maksvell taqsimot funksiyasidan foydalanib, molekulyar fizikada muhim rol o'ynaydigan kattaliklar: o'rtacha arifmetik tezlik $\langle v \rangle$, o'rtacha kvadratik tezlik v_{kv} ni topish mumkin;

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} \approx 1.60 \sqrt{\frac{RT}{\mu}}.$$

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \approx 1.73 \sqrt{\frac{RT}{\mu}}.$$

Endi gaz tashqi maydonda masalan, og'irlik kuchi maydonida bulsin. Bu holda gazning bosimi hamma yerda har xil bo'ladi. Bu holni L. Bolsman o'rgangan va gaz molekularining og'irlik kuchi maydonida taqsimlanishi uchun shunday formula chiqargan:

$$n = n_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_p}{kT}\right)$$

bu yerda: E_p — potensial energiya, p_a — potensial energiya nol bo'lgan nuqtadagi molekularning zichligi.

Bu formula **Bolsman formulasi** deyiladi va u gazning zichligini potensial energiya bilan o'zgarishini ko'rsatadi. Gaz bosimi molekular zichligidan kT o'zgarmas kattalik bilan farq qiladi.

SHuning uchun (3.13) formulani shunday yozish mumkin:

$$p = p_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_p}{kT}\right). \text{Yerdan } h \text{ balandlikda molekulaning potensial energiyasi}$$

$$E_p = mgh$$

bo'ladi. SHu sababli (3.14) ni quyidagicha ifodalash mumkin:

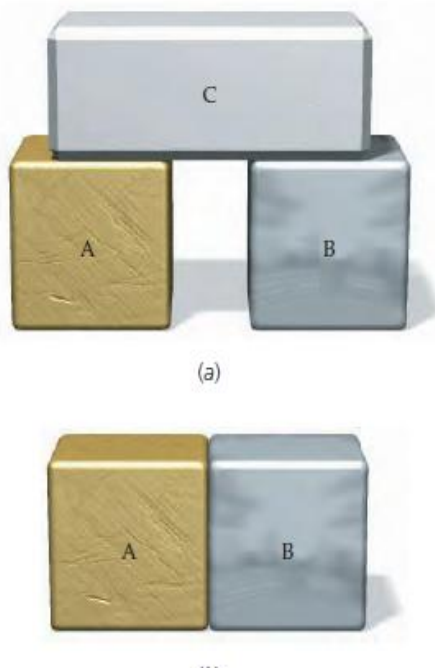
$$p = p_0 \cdot \exp\left(-\frac{mgh}{kT}\right).$$

Bu formulani *barometrik formula* deyiladi, bunda r_0 - yer sathidagi gaz bosimi.

Berilgan ideal gazning ichki energiyasi deganda, shu gazni tashkil etuvchi barcha molekularning betartib tarzdagi ilgarilanma va aylanma harakat kinetik energiyalari bilan molekularlardagi atomlarning betartib tarzdagi tebranma harakat kinetik va potentsial energiyalarning yig'indisi tushuniladi.

Termodinamika so'zi ikkita yunon so'zidan tashkil topgan: «terme» – «issiqlik» va «dinamik» – «kuch». Termodinamika issiqlik mashinalari: bug' qozonlari, ichki yonuv dvigatellari va b. da yuz beruvchi protsesslar haqidagi, ya'ni issiqlikning mexanik harakatga, ishga aylanishi haqidagi fan sifatida vujudga keldi. Hozirgacha uning bo'limlaridan biri shu masalalarni (faqat u reaktiv dvigatellar nazariyasini ham, yadro reaktorlarini va b. ko'plab narsalarni ham) o'rganadi. O'z taraqqiyoti jarayonida termodinamika g'oyat kengaydi va fundamental fizika fani xarakterini oldi. Hozirda amalda materiyaning energiya ajratish yoki yutish, ish bajarish, moddaning ko'chishi va sh. k. bilan bog'liq bo'lgan har qanday o'zgarish protsesslari uning tadqiqot manbai hisoblanadi. Termodinamika kengayish va siqilish, isish va sovish, erish va qotish, bug'lanish va kondensatsiya, ximiyaviy reaksiyalar, issiqlik nurlanish va b. protsesslarni o'rganadi. Bu barcha protsesslar bo'yicha u uchta asosiy savolga javob beradi:

1) Berilgan sharoitlarda shu protsess yuz berishi mumkinmi?



38-rasm Termodinamikaning nolinchi qonuni

2) Agar protsess yuz berishi mumkin bo'lsa, u qaysi yo'nalishda (albatta, bu holda ham berilgan sharoitlarda) sodir bo'ladi?

3) Protsess nima bilan tugaydi?

Bu oxirgi, endi vaqtga bog'liq bo'lmaydigan adolat termodinamikada issiqlik muvozanati holati deb ataladi. Termodinamika bu savollarga uning asosiy mazmunini tashkil etgan nolinchi va uchta qonun yordamida javob beradi.

Termodinamikaning nolinchi qonuni. Agar A va B sistema C sistema bilan muvozanatda bo'lsa, u holda A va B sistemalar ham o'zaro termodinamik muvozanatda bo'ladi. 38-rasm

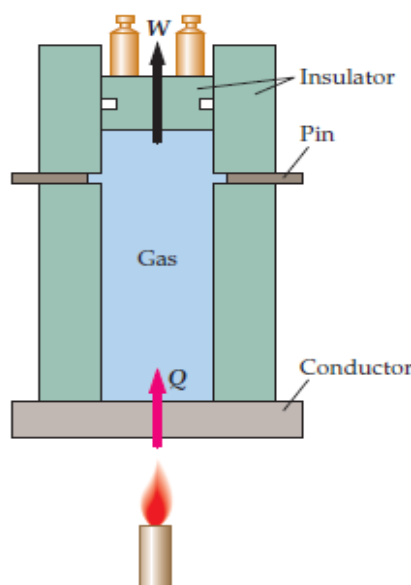
Termodinamikaning b i r i n c h i q o n u n i g a ko'ra, har qanday jism U ichki energiyaga ega bo'lib, agar jism A ishni bajarsa, bu energiya kamayishi, agar jismga Q issiqlik berilsa, energiya ortishi mumkin:

Termodinamikaning birinchi qonuni – bu energiyaning saqlanish qonuni. Undan, xususan, agar jismning ichki energiyasi doimiy bo'lsa hamda issiqlik olmasa va bermasa, bu holda u ish bajara olmaydi: $A = 0$. Binobarin, hech narsadan ish hosil qilib bo'lmaydi yoki ishni hech narsaga aylantirib bo'lmaydi. Hech narsadan ish hosil qiluvchi qurilma yoki mashinaga birinchi tur abadiy dvigatel deyiladi. Termodinamikaning birinchi qonuni birinchi tur abadiy dvigatelni rad qiladi.



39-rasm Termodinamikaning birinchi qonuni

Bu qonunning o'rnatilishi asosan 1842 yillarda birinchi bo'lib issiqlik va ishning bir-biriga aylanishi mumkinligi g'oyasiga kelgan nemis vrachi Y. Mayerning, 1843 yilda birinchi bo'lib issiqlikning mexanik ekvivalentini hisoblab topgan

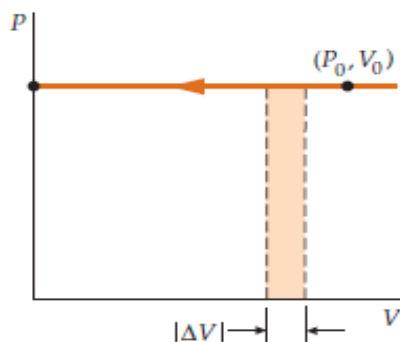


40-rasm Issiqlik harakati

ingliz fizigi J. Joulning (2-rasm) hamda 1847 yilda birinchi qonunni ta'riflagan va uning energiyani saqlanish qonuni sifatida umumiy ma'nosini anglagannemis olimi G. Gelmgoltsning nomlari bilan bog'liq.

Termodinamika energiyalarning issiqlik harakati tufayli yuz beradigan bir - biriga aylanishdagi miqdoriy qonuniyatlarni o'rganadi. U ikki fundamental (asosiy) qonunga asoslangan. Birinchi qonun energiyani bir - biriga aylanishdagi miqdoriy va sifat tomonlarini belgilaydi. Ikkinchi qonun bu jarayonlarning yo'nalishini belgilaydi. Termodinamik muvozanatda sistema holati PVT - uchta parametr orqali belgilanadi va $f(TPV)=0$ tenglamani holat tenglamasi deb ataladi. Ideal gaz uchun bu Mendeleyev - Klapeyron tenglamasidir:

$$PV - \frac{m}{\mu}RT = 0 \quad (1) \quad \text{39-rasm}$$



41-rasm Bosimning hajmga bog'liqligi

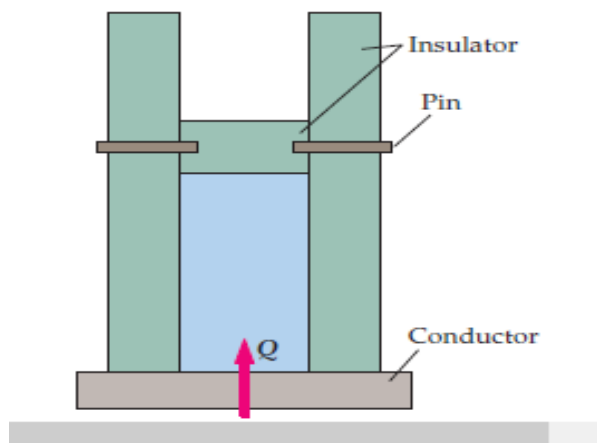
Sistemaning (P_1, V_1, T_1) holatdan (P_2, V_2, T_2) holatga o'tishi termodinamik protsess deb ataladi (1-rasm). Holat diagrammasida sistemaning holati (P_i, V_i) to'chka bilan belgilanadi, protsess esa - egri chiziq bilan. Sistemaning 1 holatdan 2 holatga o'tish qaytar o'tish (jarayoni) deb ataladi, agar sistemaning 2 holatdan 1 holatga o'tish uchun boshqa proses mavjud bo'lsa va u sistema teskari yo'nalishda birinchi yo'nalishning hamma holatlaridan o'tib 1 holatga o'tib olsa va na sistemada va na tashqi atrofda hech qanday o'zgarishlar qolmasa. Aks holda protsess qaytmas deb ataladi. Umuman olganda tabiatda qaytar protsesslar bo'lmaydi.

Qaytar protsess - bu idealizatsiya qilingan protsessdir. Faraz qilamiz, ichki energiyasi U_1 bo'lgan sistemaga Q energiya beriladi va uning ichki energiyasi U_2 bo'lib qoldi va A ish bajaradi. va $A > 0$ - agar ish tashqi kuchlarga qarshi bajarilsa (40-rasm).

$$Q = (U_2 - U_1 + A = \Delta U + A)$$

Demak, sistemaga berilgan energiya ichki energiyani o'zgartirishga va sistemaning bajargan ishiga sarf bo'ladi. Bu termodinamikaning birinchi qonuni va energiyani saqlanish va bir - biriga aylanishi qonunining ifodasidir:

$$Q = \Delta U + A \quad (11.2)$$



42-rasm Issiqlikdan kengayish

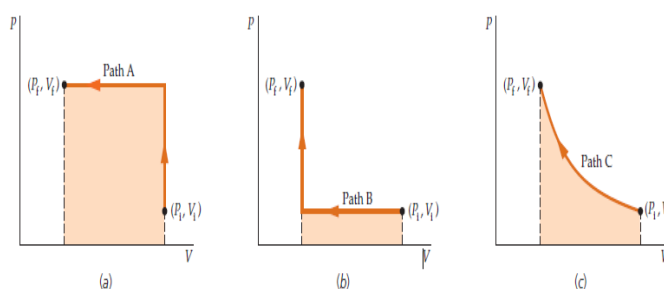
Agar sistema davriy ravishda avvalgi holatiga qaytib kelaversa $\Delta U = 0$ bo'ladi. $Q = A$

Demak sistema olgan energiyasidan ko'p ish bajaraolmaydi. Aks holda biz abadiy dvigatelga ega bo'lar edik. Demak termodinamikaning birinchi qonuni **adabiy dvigatelning bo'lishi mumkin emas, deydi.**

Termodinamik ish. Elementar ish (hajm o'zgarganda) $P\Delta V$ ga teng. Hajm V_1 dan V_2 ga o'zgarganda hamma ish $P\Delta V$ lar yig'indisiga teng **(41-rasm).**

$$A = \sum_i P_i \Delta V_i \rightarrow \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (11.3) \text{ - deyish mumkin } P = \frac{RT}{V} \quad (11.4) \text{ - bir mol uchun.}$$

Turli jarayonlar uchun bajarilgan ish grafikda quyidagi rasmlarda berilgan yuzalar orqali aniqlanadi (6-rasm).



43-rasm Bosimning hajmga bog'liklik grafigi

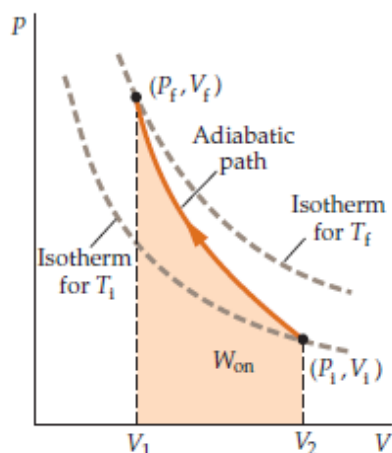
Sistemada hajm o'zgarmasa uholda tashqaridan berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgartirishga sarflanadi. (43-rasm)

$$\text{Izotermik ish uchun } A = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} dV = RT(\ln V_2 - \ln V_1), \text{ yoki } A = RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (11.5)$$

$$\text{Izobarik ish uchun } A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = P \int dV = P(V_2 - V_1). \quad (11.6)$$

Yana adiabatik ish bor. Bunda sistema bilan tashqari orasida issiqlik energiyasini uzatish bo'lmaydi. Bunda $Q=0$ bo'lgani uchun $dA = -dU$. Demak, ish ichki energiya hisobiga bajariladi. Adiabatik siqilishda ichki energiya oshadi va $dU > 0$ bo'ladi, lekin $dA < 0$ bo'ladi, chunki ishni tashqi kuchlar bajaradi. Devorlarni issiqlik o'tmaydigan silindr bir kilomol gazdagi adiabatik protsessni ko'rib chiqamiz. Bu gazning ichki energiyasi:

$$U = C_V T \quad (11.7)$$



44-rasm Izojarayonlar

C_V - mol issiqlik sig'imi va $dU = C_V dT$, $dA = -dU$ bo'lgani uchun $PdV = -C_V dT$, lekin $P = \frac{RT}{V}$ bo'lgani uchun

$$\frac{RT}{V} dV = -C_V dT \rightarrow \frac{R}{C_V} \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = - \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

$$\frac{R}{C_V} (\ln V_2 - \ln V_1) = \ln T_1 - \ln T_2, \text{ yoki } \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\frac{R}{C_V}} = \ln \frac{T_1}{T_2}; \quad \frac{R}{C_V} = \frac{C_P - C_V}{C_V} = \gamma - 1$$

bo'lgani uchun $\left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = \frac{T_1}{T_2}$, yoki $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ yoki $TV^{\gamma-1} = \text{const}$ (11.8) - Pusson qonuni.

Demak, gaz adiabatik kengaysa u sovuydi, toraysa - isiydi. Adiabatik protsessda sistema devorlari absolyut issiqlik o'tkazmaydi. Izotermik protsessda devorlar absolyut ravishda o'tkazish kerak. Lekin tabiatda absolyut teploizolyatorlar va teploprvodniklar bo'lmaydi. Shuning uchun adiabatik protsess qilish uchun protsessni tez bajarish kerak, issiqlik almashinuvi bo'lmasligi uchun. Masalan, dizelda yoqilg'I adiabatik siqiladi, qizib yonib ketadi.

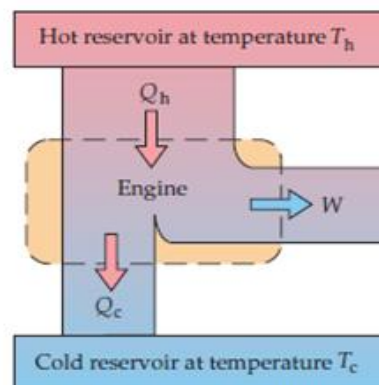
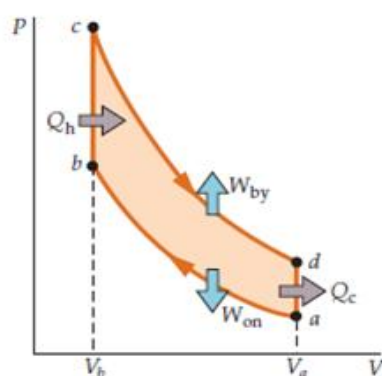
Puasson qonuniga qaytamiz. Unda T ning o'rniga $T = \frac{PV}{R}$ ni qo'ysak $PV^\gamma = \text{const}$ hosil bo'ladi. Adiabatik kengayishda bosim nafaqat hajmning oshishi

hisobiga kamayadi, u temperaturaning kamayishi hisobiga ham kamayadi. Adiabatik protsessda $dA = -C_v dT$ va bajarilgan ish $A = C_v(T_1 - T_2)$ (11.9). *Karno sikli*. Agar sistemaning holati o'zgarib u qator holatlardan o'tib yana o'zining avvalgi holatiga qaytib kelsa, bunday jarayon aylanma jarayon deb ataladi. Bunday jarayon grafikda berk chiziqli bilan ifodalanadi (11.5-rasm). Kegayishda bajarilgan ish A_1 barobar dA_{1bs} figuraning ichiga olgan yuzaga va musbat hisoblanadi. Gazning siqilishida bajargan ish A_2 figuraning ichiga olgan yuziga teng va u manfiy hisoblanadi. Natijada aylanma jarayonda bajarilgan ish quyidagi ifodaga teng:

$$A = A_1 - A_2 \quad (11.10) \quad 8\text{-rasm}$$

Agar aylanma jarayon soat strelkasi bo'ylab yuz bersa bajarilgan ish 0 dan katta bo'ladi, teskari bo'lsa ish 0 dan kichik bo'ladi. Agar sikl paytida ish bajarilsa va bu sikl davriy ravishda qaytarilib tursa bunday sistema mashina deb ataladi.

1824 yilda Frantsuz injeneri Sadi Karno ideal issiqlik mashinasining ishini ko'rib chiqadi. Bu mashina porshenli silindr ichidagi bir kilomol ideal gazdan, isitgichdan va sovutgichdan iborat. Bu sistema davriy ravishda ikki izotermik jarayondan va ikki adiabatik jarayondan iborat. Ana shu to'rt davriy jarayonni ko'rib chiqamiz (9-rasmlar).



45-rasm Temperaturaning aylanish jarayoni

1. Gaz siqilgan va bosimi P_1 ga, temperaturasi T_1 ga teng. I isitgich bilan kontaktda Q_1 energiya oladi va $Q_1 = A_1$ ga teng izotermik ish bajaradi.
2. d-a uchaskada adiabatik kengayishda A' ga teng ishni o'zining ichki energiyasi hisobiga bajaradi. Bunda silindrning tagida izolyator bo'ladi va tashqi muhit bilan energiya almashilmaydi, gaz sovidi.
3. a-b uchaskada tashqi kuchlar A_2 ga teng izotermik ish bajaradi, T_2 temperaturada sovutgichga Q_2 ga teng issiqlik beradi.
4. b-c uchaskada tashqi kuchlar A'' ga teng ish bajaradi, bunda gazning ichki energiyasi oshadi ($T_2 \rightarrow T_1$).

Provvardida gazning ichki enegiyasining o'zgarishi $\Delta U = 0$. Demak gazning olgan issiqlik miqdori $Q_1 - Q_2$ sikl mobaynida bajarilgan ishga teng:

$$Q_1 - Q_2 = A_1 + A' - A_2 - A''$$

Adiabatik protsessda bajarilgan ish $A = C_V(T_1 - T_2)$ bo'lgani uchun $A' = A''$ ($T_1 \rightarrow T_2$) va ($T_2 \rightarrow T_1$) - intervallar bir hil). Shuning uchun

$$Q_1 - Q_2 = A_1 - A_2 = A$$

A - bajarilgan umumiy (foydali) ish, u shtrixlangan yuzaga teng. Ish soat strelkasi bo'yicha bo'lgani uchun u musbatdir.

Savol beramiz: Isitgichdan olingan issiqlik Q_1 ni hammasini, sovutgichga Q_2 ni bermasdan, ishga aylantirish mumkinmi?

Boshqacha aytganda Q_1 ning hammasini ishga aylantirish mumkinmi?

Ko'rinib turibdiki, sovutgich bo'lmasa $c \rightarrow b \rightarrow d$ yana $d \rightarrow b \rightarrow c$ bo'yicha orqaga qaytadi va shtrixlangan yuza no'lga teng bo'ladi, boshqacha aytganda foydali ish ham no'lga teng bo'ladi. Demak, ish bajarishi uchun albatta Q_1 ning bir qismini sovutgichga berish shart ekan. Qisqasi, isitgichdan olingan issiqlik miqdorini hech qanday uslub bilan hammasini ishga aylantirib bo'lmaydi, bir qism issiqlik sovutgichga berilishi kerak. Bu - termodinamikaning ikkinchi qonunidir. Issiqlik mashinasining ish printspi 9-rasmda ko'rsatilgan.

Olingan issiqlik miqdorining hammasini ishga aylantiradigan mashina abadiy mashina (dvigatel) deb ataladi. Termodinamikaning ikkinchi qonuni yana abadiy dvigatelning bo'lishi mumkin emas, deb ham aytsa bo'ladi.

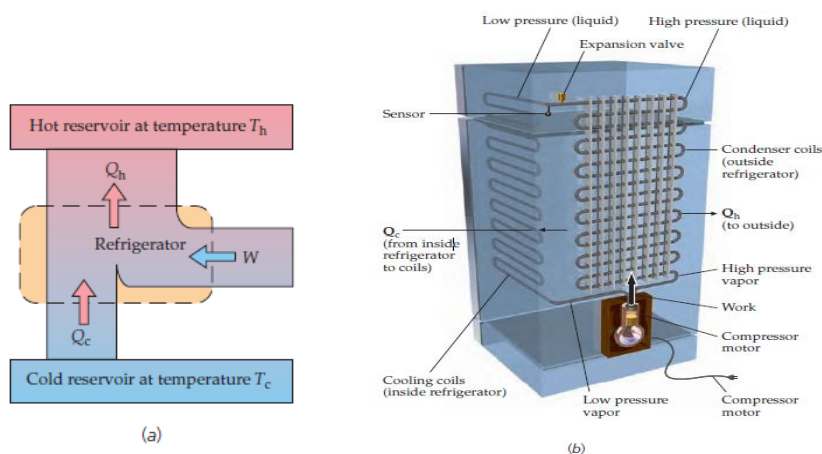
Ideal issiqlik mashinasining F.I.K. quyidagiga teng.

$$\eta = \frac{A}{A_1} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Boshqacha aytganda $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} < 1$ dir.

Sovutgich. Teskari Karno sikli - sovutgichdir. Tashqi kuchlar ishi A orqali gaz Q_2 sovutgichdan issiqlik miqdorini olib Q_1 qismini isitgichga beradi. Natijada xolodlik (sovutgich) paydo bo'ladi (10 rasm).

Protsesslarning yo'nalishini avvaldan aytib berish imkoni **t e r m o d i n a m i k** a ikkinchi qonunining asosiy mazmunini tashkil etadi. Nemis fizigi R. Klauzius protsessning bir tomonlama kechishiga olib keluvchi cheklashni tahlil qilib S funksiyani kiritdi va uni entropiya deb atadi. Klauzius ta'rifida (1865) termodinamikaning ikkinchi qonuni shunday ifodalanadi:



46- rasm Sovutgichlar

«O'zgarmas energiyaga ega sistemalarda o'z-o'zicha kechadigan protsesslarda entropiya hamisha o'sib boradi». Shunday qilib, agar $S_a > S_B$ bo'lsa, sistema, o'z-o'zicha A sharoitdan B sharoitga o'tadi. Aks holda: $S_a < S_B$ teskari protsess o'z-o'zicha kechadi. Entropiyaning qizish, sovish, erish, bug'lanish, ximiyaviy reaksiyalar va shu kabilar bilan bog'liq bo'lgan turli protsesslarda o'zgarishini hisoblashning umumiy usullari mavjud. Hisoblashning bu usullari, retseptlari termodinamikaning ajralmas qismini tashkil etadi va ularning hammasi u yoki bu tajriba natijalaridan foydalanishga asoslanadi.

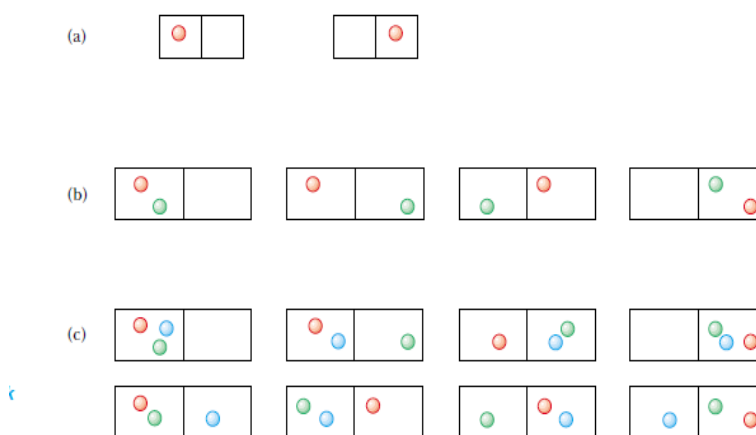
Masalan, entropiyaning erishda o'zgarishi ni hisoblash uchun $e r i s h$ is-siqligi ni erish temperaturasi T_m ga bo'lish kerak. Suvning entropiyasi muzning entropiyasidan katta.

Avstriya fizigi L. Bolsman entropiyaning fizik ma'nosini va uning izolyatsiyalangan sistemalarda (o'zgarmas energiyaga ega sistemalar shunday ataladi) o'sib borishi sabablarini aytib berdi. Bolsman fikriga ko'ra, entropiya sistemadagi tartibsizlik o'lchovidir. To'liq tartib entropiyaning minimum qiymatiga to'g'ri keladi; har qanday tartibsizlik uni o'stiradi. Shunday qilib, entropiya o'sishining fizik ma'nosi quyidagicha: zarralar to'plami tashqi ta'sirlarni sinamay (izolyatsiyalangan sistema) o'z-o'zicha qolish imkoniyati yaratilsa, bu zarralar tartibsizligi juda yuqori bo'lgan holatga o'tadi. Maksimal entropiya to'liq tartibsizlikka mos keladi.

O'zimizdan so'raylik: atomlar qayerda tartibli joylashadi – kristall panjara-sida atomlar malum vaziyatni (tugunlarni) egallagan kristall kattiq jismdami yoki atomning malum, mustahkam holati bo'lmagan suyuqlikdami? Javob aniq: qattiq jismda. Modomiki entropiya – tartibsizlik o'lchovi ekan, u suyuqlikda kristaldagi-ga nisbatan katta; avval aytib o'tilganidek, suv entropiyasi muz entropiyasidan kat-tadir. Endi zarralar holatini suv bug'ida va suvda solishtiraylik. Molekulalarning vaziyatlari unda ham, bunda ham qayd qilinmagan. Lekin uy temperaturasida va atmosfera bosimida 1 mol suv (18 g) 18 sm^3 hajmni egallaydi (suvning zichligi 1 g/sm^3), 1 mol suv bug'i esa – 22,4 l ni, ya'ni 1000 marta katta hajmni egallaydi.

Qayerda tartibsizlik katta bo'ladi. Albatta, bunda haqiqatan ham, bug' entropiyasi suv entropiyasidan kattadir, shuni ham aytish kerakki, uning bug'lanishdagi o'zgarishi erishdagi o'zgarishiga qaraganda 5 marta katta. Entropiyaning maksimum mezoni faqat izolyatsiyalangan jismlar uchungina to'g'ri. Aks holda barcha jismlar gaz bo'lishi kerak edi.

Agar jism atrof-muhit bilan issiqlik almashsa, u holda Gibbs fikriga ko'ra, turg'un holatga boshqa termodinamik funktsiyalarning eng kichik qiymati to'g'ri keladi. Xuddi shuning uchun erish temperaturasidan pastda qattiq holat, erish va qaynash temperaturalarida suyuq holat bo'ladi va hokazo.



47-rasm Malekulalarning harakati

Bolsman birinchi bo'lib, «sistemaning holatlari ehtimolliklari» yoki ma'lum bir holatni amalga oshirishga yordamlashadigan usullar sonini ifodalaydigan termodinamik iborani kiritdi. Bolsman fikriga muvofiq molekulalarning o'zaro to'qnashuvlari natijasida sistemada molekulalar tezliklari va koordinatlarining turli kombinatsiyalari vujudga kelishi mumkin, ular sistema holatini mexanik nuqtai nazardan o'zgartirmaydi (sistema energiyasi o'zgarmaydi), lekin termodinamik nuqtai nazardan sistema holati o'zgaradi. Juda ko'p zarralardan tashkil topgan har qanday sistema ehtimolliги kamroq holatdan juda ko'p usullar bilan amalga oshadigan ehtimolliги ko'proq holatga o'tadi. Masalan quyidagi 1 - rasmlarda zarra-chalar soniga qarab ularning bo'lishi mumkin bo'lgan holatlari ya'ni termodinamik ehtimolliklari namoyish qilingan.

Termodinamika i k k i n c h i q o n u n i ning g'oyasi fransuz injeneri S. Karnoning nomi bilan bog'liq bo'lib, u 1824 yilda Karno siklini – issiqlik mashinasidagi aylanma protsessni yaratdi. Bu sikl natijasida jism ish bajarib, so'ngra shu ishning bir qismidan foydalangan holda boshlang'ich holatga qaytadi. U birinchi bo'lib issiqlik qizigan jismdan sovuqroq jismga uzatilgandagina foydali ish olish mumkinligini ko'rsatib berdi. Bunday holatni 2- rasmdagi qurilma orqali namoyish qilish mumkin.

Karno g'oyalarini rivojlantira borib, ingliz fizigi U. Tomson 1851 yilda ikkinchi qonunni ta'rifladi: «Tabiatda birdan-bir natijasi issiqlik rezervuarining

sovishi hisobiga olingan mexanik ishdan iborat protsessning bo'lishi mumkin emas». Bu ta'rif issiqlik va ishning bir-biriga aylanishlari teng qiymatli emasligini ko'rsatadi: ishni to'liq issiqlikka aylantirish (ishqalanish yo'li bilan, elektr toki bilan qizdirish va b. usullar bilan) mumkin bo'lgani holda issiqlikni to'liq ishga aylantirib bo'lmaydi. Issiqlikni bir necha marta va to'liq ishga aylantiradigan mashinaga ikkinchi tur abadiy dvigatel deyiladi.



48-rasm Issiqlikning harakati

Ikkinchi qonun ikkinchi tur abadiy dvigatelni rad etadi. U. Tomsondan mustaqil ravishda 1850 yilda nemis fizigi R. Klauzius ikkinchi qonunning ta'rifini berdi: «Issiqlik sovuqroq jismdan issiqroq jismga o'z-o'zicha o'tishi mumkin emas». Bu ta'rif real protsesslarning bir yoqlama ekanligini ko'rsatadi. Haqiqatan ham, termodinamikaning birinchi qonuni yuqoridagidek issiqlik o'tishini taqiqlamaydi (energiyaning saqlanish qonuni bajarilsa bas), biroq bu hech qachon sodir bo'lmaydi. Biz protsesslarning bir tomonliligiga juda ko'p boshqa misollarni keltirishimiz mumkin: gazlar idishda aralashgani holda o'zlaricha ajralmaydi

qand chaqmog'i suvda erigani holda chaqmoq tarzida qaytadan ajralmaydi; simni akkumulyatordan qizdirish mumkin, biroq (avtomobilchilarning ranjishlariga qaramay!) issiq sim yordamida akkumulyatorni zaryadlab bo'lmaydi va h.k.

Klauzius 1865 yilda o'z-o'zicha sodir bo'luvchi protsesslarning yo'nalishi haqidagi masalani yangi funktsiya – entropiyani kiritish bilan yechdi hamda uning eng muhim xususiyatini aniqlab berdi: termoizolyatsiyalangan sistemalarda protsesslar o'z-o'zicha entropiyaning oshishi yo'nalishida boradi; issiqlik muvozanati holatida entropiya maksimum qiymatga erishadi. Bu funktsiya sistemadagi tartibsizlik o'lchovidir; binobarin, o'z-o'ziga o'tuvchi protsesslar tartibsizlikning ortishi tomoniga boradi.

Entropiyaning absolyut kattaligini hisoblash nemis fizik-ximigi V. Nernst nomi bilan bog'liq. 1906 yilda u temperatura absolyut nolga intilganda har qanday

o'zgarish bilan bog'liq bo'lgan entropiya o'zgarishi ham nolga intilishini aniqladi. Keyinchalik, $T \rightarrow 0$ da oddiy kristall jismlar entropiyasining absolyut qiymati ham nolga intilishi ko'rsatilgan edi. Bu termodinamikaning uchinchi qonunidir.

Ichki energiya, entropiya va b. funksiyalarni kiritayotganda termodinamika ularning tabiati bilan qiziqmaydi hamda ularni jismlarning tuzilishi bilan, ya'ni jismlarning qanday zarralardan tuzilganligi, bu zarralar qanday xossalarga egaligi, ularning o'zaro qanday ta'sirlashishi bilan bog'lamaydi. Unda asosiy qonunlar insoniyatning ko'p asrli tajribasi umumlashmasidan iborat bo'lgan postulatlar tarzida kiritiladi. Shu sababli, ular har qanday protsesslar va har qanday moddalar: qattiq, suyuq, gazsimon, plazma, metallar, yarimo'tkazgichlar, dielektriklar va b. uchun o'rindidir. A. Eynshteyn quyidagicha yozgan edi: «Nazariyaning dastlabki shart-sharoitlari qanchalik sodda, u qamrab oladigan hodisalar qanchalik muhimroq xilma-xillikka ega, uning qo'llanish sohasi qanchalik keng bo'lsa, u shunchalik ta'sirchan bo'ladi. Aynan shuning uchun ham klassik termodinamika menda juda chuqur taassurot qoldiradi. U yagona umumiy fizik nazariyadir va men ishonamanki, u o'z asosiy holatlarining qo'llanilish doirasida hech qachon rad qilinmaydi».

Nazorat savollari:

1. Termodinamikaning ikkinchi qonunini Klauzius, Tomson tomonidan talqinlari qanday?
2. S Karnonning termodinamikaning ikkinchi qonuniga bergan g'oyasi.
3. Entropiya,
4. Termodinamik ehtimollik, Bolsman formulasi, entropiya va tartibsizlik,
5. termodinamikaning 3-qonuni. Nerst teoremasi qanday ta'riflanadi?
6. Qanday sharoitlarda qaytaruvchan jarayonlarni kuzatish mumkin.
7. Issiqlik mashinasining ishlashini tushuntiring.
8. Sovitkich mashinasining ishlash printsipini izohlang.
9. Aylanma jarayon deb qanday jarayonga aytiladi.
10. Molekula deganda nimani tushunasiz? 2. Molekulalarning issiqlik harakati tabiatini tushintiring?
11. Qattiq, suyuq va gaz xolatdagi moddani tashkil etuvchi molekulalar qanday issiqlik harakatlarda qatnashdi?
12. SI sistemasida modda miqdori qanday aniqlanadi?

6-Mavzu: Elektr zaryadlari. Kulon qonuni. Elektrostatik maydon xarakteristikalar.

Reja

1. Jismlarning elektrlanishi. Elektr zaryadlar va zaryadlarning elektr maydoni.

2. Kulon qonuni. Zaryadlarning saqlanish qonuni.
3. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektori. Kuchlanganlik chiziqlari
4. Maydon kuchlanganligini oqimi. Ostrogradskiy-Gauss teoremasi.
5. Elektr maydonlari uchun superpozitsiya prinsipi
6. Elektrostatik maydonda zaryadni ko`chirishda bajariladigan ish.
7. Potentsial. Potentsial birliklari. Potentsiallar ayirmasi.
8. Ekvipotensial sirtlar. Potensiallar ayirmasi va kuchlanganlik orasidagi bog`lanish.
9. Bioelektrik potentsiallar

Tayanch iboralar: *elertrlanish, elektron, zaryad, dielektrik, kuchlanganlik, superpozitsiya, kuch chiziqlari, elektr maydon, nuqtaviy zaryad, Kulon qonuni. Kuchlanganlik, plastinka, sirt, zaryad, dipol, kuchlanganlik oqimi, elektr doimiysi, zaryadning chiziqli zichligi, zaryadning sirt zichligi, , ish, maydon, energiya, potentsial, Volt, kuchlanganlik, potentsial maydon, elektr maydon kuchlanganligi, gradient, kuch chiziqlari, ekvipotensial sirt.*

Qahrabo shoyi bilan ishqalanganda uning yengil predmetlarni o`ziga tortish xususiyatiga ega bo`lib qolishini odamlar eramizdan avval ham bilishgan. Bunday holat mushukka plastmassa sharchani ishqalaganda ham kuzatiladi.

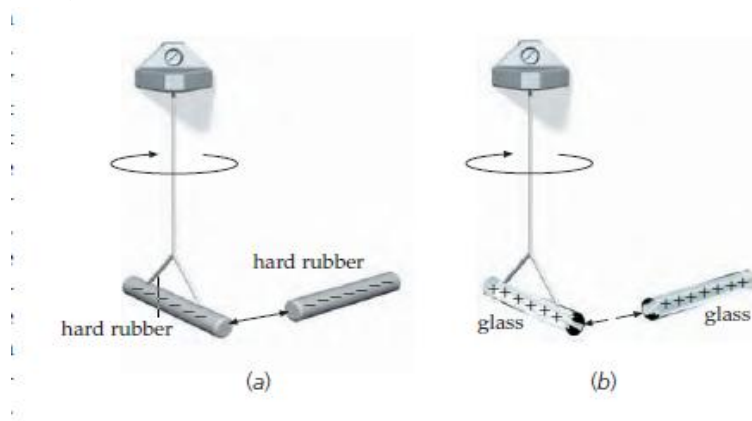
Lekin faqat XVI asrga kelib, ingliz olimi Gilbert bunday xususiyatga qahrabodan tashqari shisha, farfor, ebonit va shunga o`xshash jismlar ham teri yoki yumshoq mato bilan ishqalanganda ega bo`lib qolishini isbotladi. Bu jarayonni Gilbert elektrizatsiya (elektrlanish) deb atadi.



49-rasm Zaryad xosil bo`lishi

“Elektron” so`zi grekchasiga “qahrabo” so`zini bildiradi. Gilbert bu jarayonning fizik mohiyatini tushuntirib bera olmadi. Faqat 1881 yilda nemis fizigi Gelmgolts jismlarning elektrlanishi qandaydir elektr zaryadiga ega bo`lgan

elementar zarrachalar bilan bog'liq bo'lishi kerak, degan g'oyani ilgari surdi. Keyinchalik, 1897 yilda ingliz olimi J.J. Tomson elektronni ixtiro qilganda o'z isbotini topdi. 1919 yilda bunga qo'shimcha sifatida Rezerford protonni kashf qildi. Elektronning massasi $m_e = 9,108 \cdot 10^{-31}$ kg va zaryadi $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Kulon. Protonning massasi $m_p = 1836 \cdot m_e$ va zaryadi $q_p = -e$. Elektrlanmagan jismda manfiy va musbat zaryadlar soni bir xil bo'ladi, aks holda har xil bo'ladi. Zaryadlar ikki xil bo'ladi va ularni shartli ravishda musbat (shoyi matoga ishqalangan shisha tayoqchadagi zaryad) va manfiy (jun matoga ishqalangan ebonite tayoqchdagi zaryad) zaryadlar deyiladi. Bir xil ishorali zaryadlar itarishadi, turli ishorali zaryadlar esa tortishadi (2 rasm).



50-rasm Magnitlarning o'zaro ta'siri

Zaryadlari erkin harakatda bo'lgan jism o'tkazgich (metall) deb ataladi. Agar elektronning hammasi bog'langan bo'lib, erkin harakat qilaolmasa, bunday jismlar dielektrik (izolyator) deb ataladi. Agar jism kichik elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lsa, u yarimo'tkazgich deb ataladi.

Izolyatsiya qilingan jismda zaryadlarning algerbaik yig'indisi o'zgarmasdir. Bu-elektr zaryadining saqlanish qonunidir. Zaryadning o'lchov birligi Kulon. Bu birlik tok kuchi bilan bog'liq: $q = I \cdot t$ 1 kulon = 1 amper · 1 sekund. Amper haqida keyinroq gaplashamiz.

Ma'lum bo'ldiki, zaryadlar o'z atrofida qandaydir bir muhit hosil qilar ekan va bu muhitga kiritilgan har qanday zaryadga kuch ta'sir qilar ekan. Bu muhit keyinchalik elekt maydon deb ataldi. Shu muhit orqali zaryadlar bir-biriga ta'sir ko'rsatishlari aniqlandi. Ana shu o'zaro ta'sirni birinchi marta 1785 yilda frantsuz fizigi Kulon o'rgandi shayintarozi yordamida o'rgandi(3 –rasm). U quyidagi qonunni aniqladi: ikki nuqtaviy zaryad vakuumda zaryadlar ko'paytmasi $q_1 q_2$ ga to'g'ri praporsional va ularning orasidagi masofaning kvadratiga teskari praporsional kuch bilan ta'sirlashadi va bu kuch zaryadlarni birlashtiruvchi chiziq bo'yicha yo'nalgan:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \quad (1)$$

Si sistemasida, $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, bu erda ϵ_0 elektr doimiysi (yoki vakuumning dielektrik singdiruvchanligi) deb ataladi.

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{Kl^2}{H \cdot m^2} = [m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2] = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{Farada}{metr}$$

Elektr maydon kuchlanganligi. Faraz qilaylik, elektr maydonning biror nuqtasiga q_0 zaryad (“sinov” zaryadi) joylashgan bo’lsin va unga ta’sir qilayotgan kuch F_0 bo’lsin. Bu kuch $F_0 = q_0 \cdot E$ deb olinadi va bu yerda E maydon kuchlanganligi deb ataladi. Uning fizik ma’nosi shuki, u birlik zaryad ($q_0 = 1Kл$) ga ta’sir qiladigan kuchga teng.

$$[E] = \frac{[F]}{[q]} = \frac{[H]}{[Kl]} = m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$$

Keyinchalik $\frac{H}{Kl} = \frac{Volt}{metr}$ ekanligini ko’ramiz.

Kuchlanganlik chiziqlari. Elektr maydon xossalarini kuch chiziqlari tushunchasi yordamida ham chuqurroq tushunish mumkin. Elektr maydonning kuch chiziqlari shunday chiziqlar-ki, ularning harqanday nuqtasidagi urinma shu nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi vektoriga mos tushadi. Kuch chiziqlarini shunday zichlik bilan chiziladi-ki, $1m^2$ yuzani kesib o’tayotgan kuch chiziqlari soni son jihatdan shu yuzadagi elektr maydon kuchlanganligiga teng bo’lishi kerak.

Agar maydonning istalgan nuqtasida kuchlanganligi E bir xil bo’lsa, bu maydon bir jinsli deb ataladi., aks holda bir jinsli bo’lmagan maydon deb ataladi.

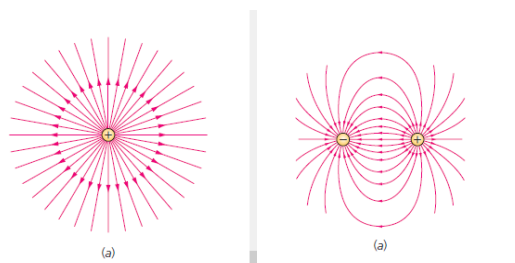
Agar birqancha $q_1, q_2, \dots, q_n$ zaryad bo’lsa, u holda istalgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi shu zaryadning shu nuqtada hosil qilayotgan maydon kuchlanganliklarining vektor yig’indisiga teng:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

Bu prinsip kuchlar uchun ham o’rinli.

Bunga superpozitsiya prinsipi deyiladi.

5-rasmda musbat va manfiy zaryadlarning hosil qilgan kuch chiziqlari



51-rasm

q zaryadning r masofadagi nuqtada hosil qiladigan maydon kuchlanganligi quyidagi formula orqali topiladi:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

S yuzani kesib o'tayotgan maydon kuch chiziqlarining soni shu yuzadan o'tayotgan maydon kuchlanganligi oqimi N deb ataladi. Agar S yuza kuch chiziqlariga perpendikulyar bo'lsa va uning har bir nuqtasida E bir xil bo'lsa, u holda $N=E \cdot S$ deb olinadi.

$$\vec{E} = \frac{\vec{P}}{4\pi\epsilon_0 r^3} \quad (r_+ = r_- \cong r \text{ va } r \gg l), \quad P = q \cdot l$$

Demak, katta masofada dipolning maydon kuchlanganligi masofaning kubiga teskari proporsional ekan.

E vektorining kuchlanganlik chiziqlari bilan ixtiyoriy burchak hosil qilib o'tkazilgan elementar yuzcha orqali oqimi

$$d\Phi = E_n dS \quad (15)$$

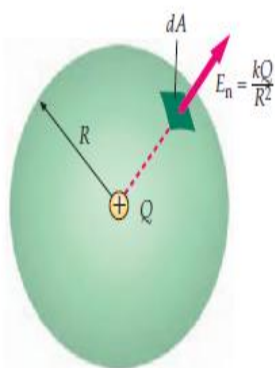
bo'ladi. Elektr maydon kuchlanganligi vektorining oqimi algebraik kattalik. Haqiqatdan, E vektor ΔS yuzaga o'tkazilgan normal n orasidagi burchak $\alpha < \pi/2$ o'tkir bo'lsa, $E_n = E \cos \alpha > 0$ ifoda musbat qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun $d\Phi$ ham musbat bo'ladi. Aksincha, α burchak o'tmas bo'lganda, E_n va unga bog'liq bo'lgan $d\Phi$ manfiy qiymatga ega bo'ladi. Agar E vektorining ixtiyoriy sirt orqali oqimini topish lozim bo'lsa, S sirtning dS elementar yuzchalarga ajratib, bu yuzchalar orqali o'tayotgan $d\Phi$ oqimlarning yig'indisini olish kerak. Bu masala integrallash amaliga keltiriladi: sferik sirtning elementar bo'lakchasi ΔS yuzga o'tkazilgan normal orasidagi α burchak nolga teng bo'ladi. Shuning uchun

$$E_n = |E| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \quad (16)$$

Ikkinchi tomondan, r – radiusli sferik sirtning to'liq yuzi $4\pi r^2$ ga teng. Natijada

$$\Phi = \oint_S E_n dS = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (17)$$

Bu ifoda faqat sferik sirt uchungina emas, balki nuqtaviy zaryadni o'rab turgan ixtiyoriy berk sirt orqali o'tuvchi E vektorining oqimini topish uchun ham qo'llanilishi mumkin. Haqiqatan, elektr maydon kuchlanganlik chiziqlarining har biri (5-rasmga qarang) sferik sirtning ham, ixtiyoriy berk sirtning «ajinsiz» qismlarini ham faqat bir martadan kesib o'tyapti. Ixtiyoriy sirtning «ajinli» qismlarini esa bir necha marta kesadi. Ammo E vektorining oqimi algebraik kattalik bo'lib, u sirtan tashqariga



chiqayotganda musbat qiymatga ega bo'ladi (chunki $E_n > 0$), aksincha, sirtni teshib ichkariga kirayotganda manfiy qiymatga ega bo'ladi (chunki $E_n < 0$). Shuning uchun ixtiyoriy sirtning «ajinli» qismini kesib o'tayotgan kuchlanganlik chizig'i oqimga navbatma-navbat goh musbat, goh manfiy hissa qo'shadi. Natijada sirtni toq marta kesib o'tayotgan bunday kuchlanganlik chizig'ining oqimga qo'shgan natijaviy hissassi xuddi sirtni faqat bir martagina kesib o'tgan kuchlanganlik

$$\Phi = \int_S d\Phi = \int_S E_n dS.$$

chizig'ining oqimga qo'shgan hissasidek bo'ladi. (16) + q nuqtaviy zaryad tufayli vujudga kelayotgan elektr maydon kuchlanganlik vektori E ning radiusi r bo'lgan sferik sirt orqali oqimini topaylik (6-rasm). Masalani yanada soddalashtirish maqsadida sferaning markazini zaryad joylashgan nuqtada deb faraz qilaylik. Bu misolda kuchlanganlik chiziqlari radial to'g'ri chiziqlardan iborat bo'lgani uchun E vektor va $S=dA$ yuza perpendikulyar.

6-rasm

Biz yuqorida faqat bitta nuqtaviy zaryad uchun mulohazalar yuritgandik. Agar ixtiyoriy berk sirt ichida k ta nuqtaviy zaryadlar joylashgan bo'lsa, S yuza orqali kuchlanganlik vektorining

$$\begin{aligned} E_n &= E_{n1} + E_{n2} + \dots + E_{nk} \\ &= \sum_{i=1}^k E_{ni} \end{aligned}$$

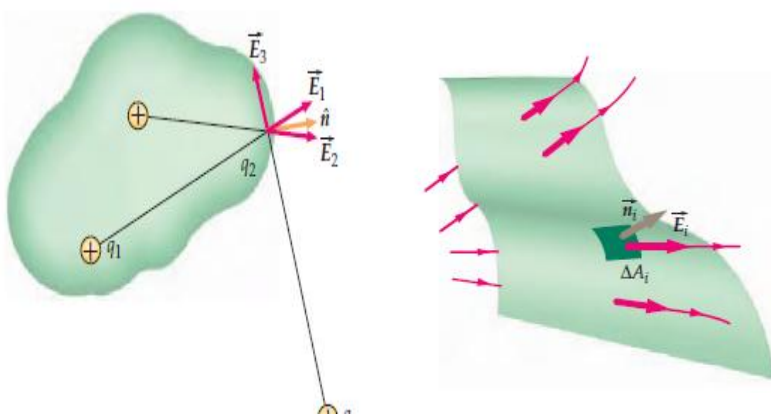
oqimi $N=E \cdot S$ ga teng.. bunda $E \perp S$ deb hisoblanadi. Endi $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ zaryadlar kuchlanganliklarining berk yuza orqali oqimini topamiz (4- rasm).

Bunda oqim yuza ichidan tashqariga yo'nalgan bo'lsa, u musbat deb qabul qilinadi, aks holda-manfiy bo'ladi. Avval R radiusli sferik yuzani ko'rib chiqamiz. Uning markazida bitta q zaryad joylashgan. Formulaga binoan sferaning istalgan nuqtasida kuchlanganlik bir xil bo'ladi:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

Kuch chiziqlari radius bo'ylab yo'nalgan. ($E \perp S$). Shuning uchun oqim:

$$N = E \cdot S = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cdot 4\pi R^2 = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (15.1)$$

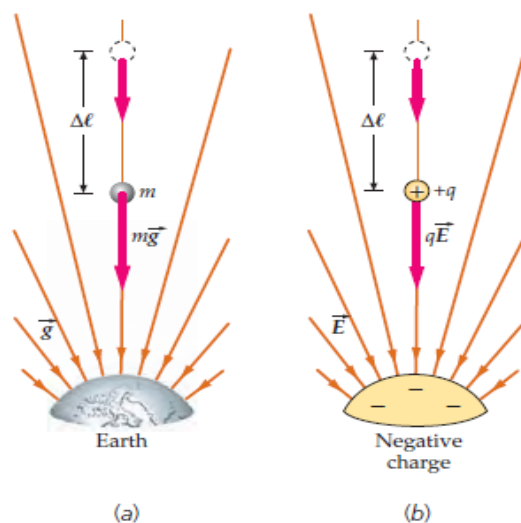


ga teng.

(15.1) formula har qanday istalgan yuza uchun to'g'ri kelaveradi. Endi berk yuza ichida n ta zaryad hosil bo'lsin. Ravshan-ki. Yuzadan chiqayotgan (o'tayotgan) kuchlanganlik chiziqlari oqimi zaryadlarning hosil qilgan oqimlarining yig'indisiga teng:

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{\varepsilon_0} = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_i q_i \quad (15.2)$$

Demak, berk yuzani kesib o'tuvchi kuchlanganlik oqimi shu yuza ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisiga proporsional ekan. Bu Gauss teoremasi deb ataladi. Bu teorema yordamida har xil shaklli zaryadlangan jismlarning maydon kuchlanganligini topish mumkin.



7-rasm

Elektr maydonda turgan q zaryadga Q zaryad F kuch bilan ta'sir qilyapti deb hisoblaylik (-rasm).

Bu kuchning qiymati quyidagi formula orqali topiladi;

$$F = \frac{qQ}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad (1)$$

Bu yerda r o'zgaruvchan masofa, bu kuch ta'sirida q zaryad harakatga keladi. O nuqtadan n nuqtaga zaryadni surishda bajarilgan ishni hisoblaymiz.

$dA = Fdr$ bo'lganligi uchun:

$$A = \int_{r_0}^{r_n} F \cdot dr = q\theta \int_{r_0}^{r_n} \frac{dr}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{qQ}{4\pi\varepsilon_0} \int_{r_0}^{r_n} \frac{dr}{r^2} = \frac{qQ}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_n} \right) = q \left(\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_0} - \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_n} \right) \quad (2)$$

$$W_p = \frac{q\theta}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad \text{qiymat zaryadning berilgan nuqtadagi potentsial energiyasvi}$$

deb ataladi va u Yerning gravitatsion maydonidagi potentsial energiya kbi ma'noga ega bo'ladi.

Agar zaryadlar o'rdasidagi masofa cheksiz ortib borsa ($r \rightarrow \infty$) potentsial energiya nolga intiladi. q va Q zaryadlar bir xil ishorali bo'lsalar ular o'rtasida itarish kuchi mavjud bo'ladi va potentsial energiya musbat bo'ladi. Agar q va Q zaryadlar har xil ishorali bo'lsalar ular o'rtasida tortishish kuchi mavjud bo'ladi va potentsial energiya manfiy bo'ladi.

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad (3) \quad \text{qiymat bir musbat zaryadning } (q = +1k) \text{ potentsial energiyasi}$$

bo'lib, maydoning potentsiali deb ataladi. Potentsial ko'chirilayotgan zaryad

miqdoriga bog'liq emas, u maydonni hosil qiluvchi zaryad Q ga bog'liq. (3) ni (2) ga qo'yamiz va

$$A = q(\varphi_0 - \varphi_n) \quad (4)$$

ni hosil qilamiz. $q = 1$ bo'lsa:

$$\varphi_0 - \varphi_n = A \quad (5)$$

Demak, ikki nuqta potentsiallari farqi shu nuqtalar o'rtasida bir birlik musbat zaryadni ko'chirishda bajarilgan ishga teng ekan. Agar zaryadni maydon kuchlariga qarshi cheksizga surib qo'yilsa ($r_n \rightarrow \infty$), u holda $\varphi_n = 0$ va

$$\varphi_0 = \frac{A}{q} \quad (6)$$

bo'ladi. Demak, berilgan nuqtadagi bir birlik musbat zaryadni nuqtadan cheksizga surib borishda bajarilgan ishga teng ekan.

(6) formuladan potentsialning birligi 1 Voltni chiqaramiz:

$$1V = \frac{1J}{1Kl}$$

Demak, 1 Volt shunday nuqtaning potentsialiki shu nuqtadan 1 Kulonni cheksizga surishda bajarilgan ish 1 Joulga teng. $E = \frac{F}{q} = \frac{H}{Kl} = \frac{V}{m}$ ekanligini

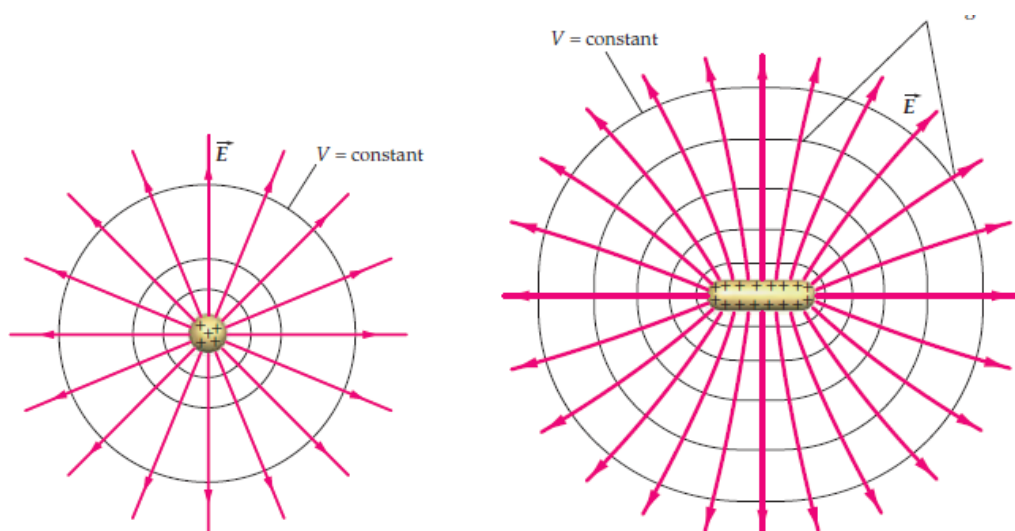
endi isbotlasa bo'ladi. Demak

$$\frac{H}{Kl} = \frac{H \cdot m}{Kl \cdot m} = \frac{Joul}{Kl \cdot m} = \frac{V}{m}$$

Agar maydonni hosil qiluvchi zaryad Q manfiy bo'lsa, u holda musbat birlik zaryadni cheksizlikka ko'chirishda bu zaryad qarshilik ko'rsatadi (manfiy ish bajaradi). Manfiy zaryadni potentsiali esa manfiy bo'ladi. Agar Q musbat bo'lsa, u holda maydon musbat birlik zaryadni cheksizga o'zi ko'chiradi. Bunda zaryad musbat ish bajaradi. Demak musbat zaryadning potentsiali ham musbat bo'ladi:

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (7)$$

Ekvipotensial chiziqlar (sirtlar). Biz ko'rdik-ki, Zaryadni elektr maydonda ko'chirishda bajarilgan ish yo'lning shakliga emas, balki boshlang'ich va oxirgi nuqtalardagi potentsiallar ayirmasiga bog'liq ekan. Demak elektr kuchlari potentsial kuchlar ekan. Potentsiallar bir xil bo'lgan nuqtalardan iborat yuza yoki chiziq ekvipotensial sirt (yoki chiziq) deb ataladi. (4) dan ko'rinib turibdi-ki, ekvipotensial sirt (yoki chiziq)da zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nolga teng (chunki $\varphi_0 = \varphi_n$). Demak maydonning kuch chiziqlari ekvipotensial sirt (chiziq)ga perpendikulyar ekan(8-rasm)



8-rasm. Ekvipotensial sirlar.

Shunday qilib, elektr maydon ikkita parametr bilan belgilanar ekan: maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ va potentsial φ . E -vektor kattalik, φ -esa skalyar kattalikdir.

E va φ o'rtasidagi bog'lanish? Faraz qilaylik, musbat q zaryad potentsiali φ_0 bo'lgan yuzadan potentsiali $\varphi_n < \varphi_0$ bo'lgan yuzaga maydon ta'sirida ko'chirilsin. Agar ko'chish dx kichik bo'lsa, $E = \text{const}$ deb hisoblanishi mumkin va shunda bajarilgan elementar ish $\Delta A = qE\Delta x$ (8) ga teng. Boshqa nuqtai nazardan,

$$\Delta A = q(\varphi_0 - \varphi_n) = q\Delta\varphi \quad (9)$$

$$\text{Bu ikki formulani solishtirsak; } qE\Delta x = q\Delta\varphi \quad (10)$$

$$\text{Bundan } E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} = -\text{grad}\varphi \quad (11)$$

bu yerda minus ishora shuning uchun qo'yilganqki, kuchlanganlik vektori E potentsialning kamayish yo'nalishi bo'ylab yo'nalgan, aksincha, potentsial gradienti potentsialning ko'payish (ortish) tomoniga qarab yo'nalgan. Demak $\vec{E}$ qiymat jihatdan potentsial gradientiga teng, yo'nalishi bo'yicha esa unga teskari yo'nalgan.

Demak E elektostatik maydonni kuch jihatdan xarakterlasa, potentsial esa uning energetik xarakteristikasi hisoblanadi va ular o'zari bir-biri bilan bog'langan bo'lib E potentsialni kamayish tomoniga yo'nalgan va hamisha ekvipotensial sirlarga perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi.

Nazorat savollari

1. mazmunini tushuntiring?
2. Elektr zaryadi qanday fizik kattalik?
3. Zaryadning qanday turlari mavjud?
4. Kulon tajribasini izohlang?
5. Kulon qonunini ta'riflang?

6. Elektr maydon kuchlanganligining fizik ma'nosini tushuntiring?
7. Kuch chiziqlari oqimi deb nimaga aytiladi?
8. Elektr maydon kuchlanganligi oqimi nimaga teng?
9. Gaus teoremasini matematik ifodasini tushuntiring? Potentsial tushunchasining fizik ma'nosi nima? Ikki nuqta potentsiallar farqi nimaga teng?
10. Potentsial birligi nima va u nimaga teng?
11. Ekvipotentsial chiziq degani nima?
12. Elektr maydon kuchlanganligi va potentsial qanday o'zaro qanday bog'langan?
13. Zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish qanday aniqlanadi?
14. Potentsial maydon deb nimaga aytiladi?

Adabiyotlar

- 1. Paul A. Tipler Gene Moska: Physiks For Scientists and Enginerers. W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 728-772 pp.**
- 2. Raymond A. Serway – Emeritus: Physics for Scientists and Engineers, James Madison University. John W. Jewett - California State Polytechnic University, Pomona. 739-795 pp.**

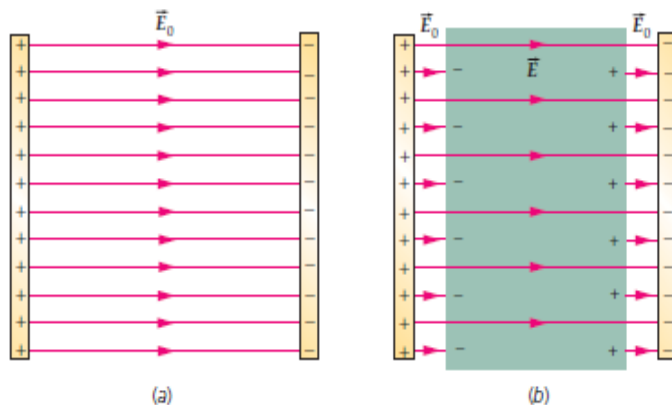
7-Mavzu. O'tkazgichlar va dielektrik-larlarda elektr maydoni Elektr maydon energiyasi. Elektr sig'imi va kondensa-torlar

Reja

1. Elektr maydoniga kiritilgan o'tkazgichda zaryadlarning taqsimlanishi.
2. O'tkazgichlarning elektrik sig'imi va uning o'lchov birliklari.
3. Kondensatorlar. Kondensatorlarni turlari. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
4. Zaryadlangan kondensator energiyasi. Zaryadlar sistemasining energiyasi.
5. Elektr maydonida dielektriklarning qutblanishi. Qutbli va qutbsiz molekulalar.
6. Elektr dipoli va uning maydoni.
7. Dielektrik singdiruvchanlik. Dielektriklarda elektr maydoni.
8. Tirik organizmlarda polyarizatsion elektr sig'imini hosil bo'lishi.

Tayanch iboralar: zaryad, maydon, elektrostatik, ion, elektron, o'tkazgich, sig'im, kondensator, kondensatorlarni parallel ulash, kondensatorlarni ketma-ket ulash, elektr maydon energiyasi. Dielektrik, atom, elektron, maydon, qutublangan molekula, qutublanmagan molekula, molekulaning dipol momenti, qutublanish vektori, qoldiq qutublanish, segnetoelektriklar.

Agar metal jismni bir jinsli elektr maydoniga joylashtirilsa, maydon ta'sirida erkin elektronlar chapga qarab harakatlanib jismning chap yuzasi manfiy, o'ng yuzasi musbat zaryadlanib qoladi. Bu xodisa elektrostatik induksiya deb ataladi.



Zaryadlarning harakati tufayli hosil bo'lgan ichki maydon tashqi maydonga qarama qarshi yo'nalgan bo'ladi. Harakat esa ichki maydon tashqi maydonga 1-rasm

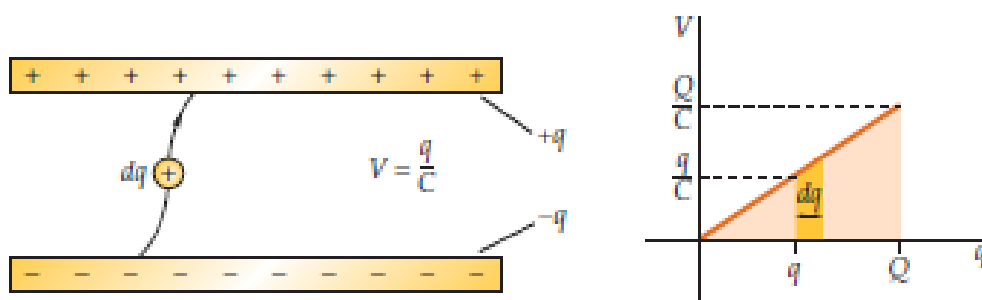
tenglashguncha davom etadi. Natijada tashqi elektr maydonga kiritilgan o'tkazgich ichida elektr maydoni bo'lmaydi. Bundan tashqari o'tkazgich yuzasidagi nuqtalarda potentsial bir xil bo'ladi va kuch chiziqlari yuzaga perpendikulyar bo'ladi (1-rasm). Bundan tashqari elektr maydon

ichi bo'sh sharda ham nol bo'ladi. Bu hodisaga elektrostatik himoya asoslangan: Agar bir priborni tashqi maydondan himoya qilish kerak bo'lsa, uni metal setka ichiga qo'yiladi.

Agar o'tkazgichga qo'shimcha zaryadlar berilsa, ular o'tkazgichda bir-biridan itarilib, uning yuzasida taqsimlanadilar va yuza ma'lum potentsialga ega bo'lib qoladi. Agar zaryad yana berilsa potentsial ham oshadi. Agar zaryad dq ga ohsa potentsial ham $d\phi$ ga oshadi va

$$C = \frac{dq}{d\phi} = \frac{q}{\phi} \quad (1)$$

o'tkazgichning elektr sig'imi deb ataladi. Sig'im o'tkazgichning o'lchami va shakliga bog'liq. (1) formuladan ko'rinib turibdiki, yolg'iz o'tkazgichning elektr sig'imi uning potentsialini 1 Voltga o'zgarishi uchun kerak bo'ladigan zaryadga teng ekan. Sig'im birligi Farada deb ataladi. Bu sig'im 1 Kulon zaryad berilganda potentsiali 1 Voltga o'zgaradigan o'tkazgich sig'imidir. $1\Phi = \frac{1\text{Kl}}{1\text{M}}$



2-rasm

Nuqtaviy zaryad va shar markazidan r masofada maydon (potentsial) bir xil.

$$\phi = \frac{q}{C} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}; \text{ bu yerdan}$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 r \quad (2)$$

$$\text{va } \epsilon_0 = \frac{C}{4\pi r} = \left[\frac{\Phi}{\mathcal{M}} \right]$$

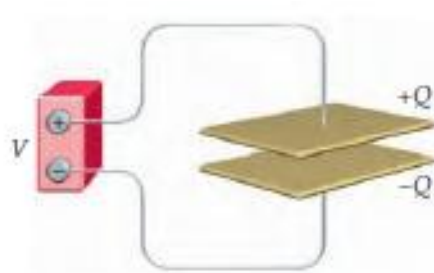
(2) dan sharning radiusini topamiz:

$$r = \frac{C}{4\pi\epsilon_0} \quad (3)$$

Agar $C=1\text{F}$ bo'lsa va $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$ hisobga olinsa,

$$r = \frac{1\text{F}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \approx 9 \cdot 10^9 \text{ m} = 9 \cdot 10^6 \text{ km}.$$

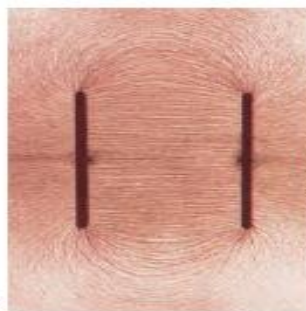
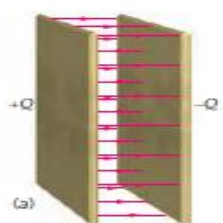
Demak radiusi yolg'iz shar sig'imi 1F sig'im. Texnikada va pikofaradalardan sig'imi ($R=6400\text{km}$).



$9 \cdot 10^6$ km bo'lgan ekan. Bu juda katta shuning uchun mikro foydalaniladi. Yerning

$$C_{\text{yer}} = 4\pi\epsilon_0 R_{\text{yer}} = 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot 64 \cdot 10^5 \text{m} \approx 710 \text{mkF}$$

O'tkazgichga zaryad berilayotganda itarish kuchlarini yengish uchun ish bajariladi. Bu o'tkazgichning lanadi. Sig'imi o'tkazgichga zaryad berib gal



ish zaryadlangan energiyasiga ay-C bo'lgan neytral sekin-asta dq boriladi va har

$$dA = (\varphi_0 - \varphi)dq \quad (4)$$

ish bajariladi. Agar zaryad cheksizdan olib kelinsa $\varphi_0 = 0$ bo'ladi, demak

$$dA = -\varphi dq = -C\varphi d\varphi \quad (5)$$

bo'ladi. To'liq ish:

$$A = \int_0^{\varphi} dA = -C \int_0^{\varphi} \varphi d\varphi = -\frac{1}{2} C\varphi^2 \quad (6)$$

Minus ishora tashqi kuchlar zaryadlangan o'tkazgich maydon kuchlariga qarshi ish bajarishini anglatadi. Demak, zaryadlangan o'tkazgich energiyasi:

$$W = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (7)$$

Kondensatorlar. Katta sig'imga ega o'tkazgichlar katta o'lchamlarga ega bo'ladi. Masalan, metall shar 1 mkF sig'imga ega bo'lishi uchun radiusi 9 km bo'lishi kerak. Lekin bir-biridan dielektriklar bilan ajratilgan o'tkazgichlar sistemasi tuzilsa, bunday sistema kichik o'lchamli bo'lsa ham, katta sig'imga ega bo'lishi mumkin. Bunday sistema kondensator deb ataladi. Eng oddiy kondensator-bir biriga parallel va o'rtasida ingichka dielektrigi bor ikki metall plastinkalardir. Bu plastinkalarga miqdori bir xil, lekin ishorasi har xil zaryad beriladi. Ta'rifga binoan bunday sistemaning sig'imi:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad (8)$$

ga teng. Bu erda q-bitta plastinkadagi zaryad.

3-rasm.

d kichik bo'lsa, ikki plastinka orasidagi maydonni bir jinsli deyish mumkin. Bu hol uchun quyidagi munosabat o'rinlidir:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} d; \quad (9)$$

$$\left(E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} \right)$$

$$C = \frac{q \varepsilon_0 \varepsilon}{\sigma d} = \frac{\sigma S \varepsilon_0 \varepsilon}{\sigma d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \quad (10)$$

4-rasm

Kondensatorlarni bir-biriga ulash. Bir nechta kondensatorlarni ulab, o'zgacha sig'imga ega boshqa kondensatorlarni hosil qilish mumkin (buni kodensatorlar batareyasi deb ham atash mumkin).

1. *Parallel ulangan kondensatorlar sig'imini topish.* Parallel ulangan kondensatorlar plastinkalaridagi potentsiallar farqi $\varphi_a - \varphi_e$ bir xil bo'ladi. Bir xil ishorali zaryadlar yig'indisi $q_1 + q_2 + \dots + q_n = q$. Bunday batareyaning sig'imi:

$$C = \frac{q}{\varphi_a - \varphi_e} = \frac{q_1}{\varphi_a - \varphi_e} + \frac{q_2}{\varphi_a - \varphi_e} + \dots + \frac{q_n}{\varphi_a - \varphi_e} = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_i^n C_i \quad (11)$$

Demak, parallel ulangan kondensatorlarning umumiy sig'imi ularning sig'imlarining yig'indisiga teng ekan.

2. *Ketma-ket ulangan kondensatorlar sig'imini topish.* Kondensatorlar ketma-ket ulanganda ularning plastinkalarida bir xil zaryad bo'ladi (ishorasi har xil) va u q ga teng. Potentsiallar farqi esa quyidagiga teng:

$$\varphi_1 - \varphi_n = (\varphi_1 - \varphi_2) + (\varphi_2 - \varphi_3) + \dots + (\varphi_{n-1} - \varphi_n)$$

Bunday batareyaning sig'imi:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_n} = \frac{1}{\frac{\varphi_1 - \varphi_n}{q}} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{q} + \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{q} + \dots + \frac{\varphi_{n-1} - \varphi_n}{q} + \frac{\varphi_n - \varphi_{n+1}}{q} \quad (12)$$

$$\text{Lekin } \frac{\varphi_i - \varphi_{i+1}}{q} = \frac{1}{C_i} \text{ bo'lgani uchun } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_i^n \frac{1}{C_i} \quad (13)$$

Zaryadlangan bo'lgani uchun kondensatorlar energiyaga ega va u:

$$W = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} \quad (14) \quad \varphi_1 - \varphi_2 = Ed \text{ va } C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot S}{d} \text{ bo'lgani uchun}$$

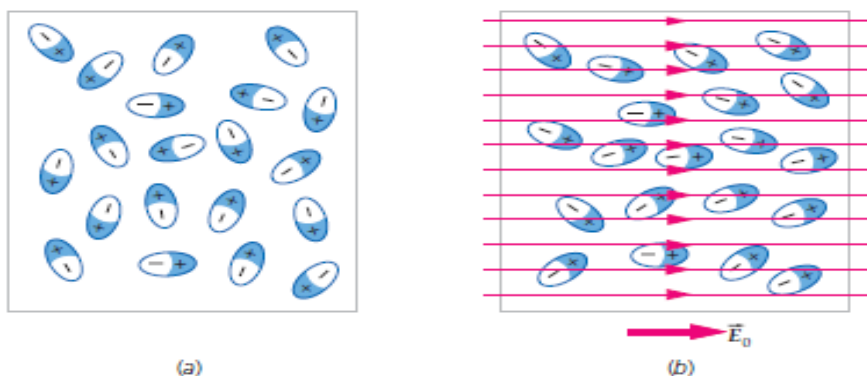
$$W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot E^2 S d}{2} \quad (15)$$

Lekin $Sd = V$ -kondensator plastinkalari o'rtasidagi xajm. Shuning uchun kondensatorlarning elektr energiyasi teng:

$$W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot E^2}{2} V \quad (16) \text{ bu yerda } w = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot E^2}{2} \text{ xajm birligidagi elektr}$$

energiyasiga teng, boshqacha aytganda u elektr energiyasining zichligidir.

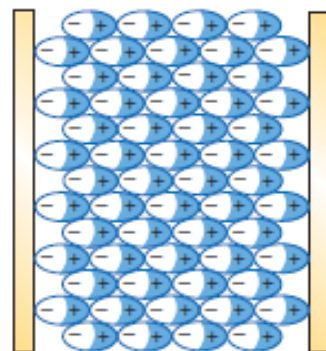
Agar dielektrik elektr maydoniga kiritilsa, u qublanadi (polyarizatsiyalanadi). Dielektrikka kuch chiziqlari kirgan tomon manfiy zaryadlanadi, teskari tomoni-musbat zaryadlanadi. Lekin bu elektrostatik induksiya emas, chunki metalldagi elektronlar erkin, ular maydon ta'sirida harakatlanadilar. Dielektrikda esa erkin elektronlar yo'q, ular bog'langan. Shuning uchun dielektrikdagi polyarizatsiya elektronlarning molekula (yoki atom) ichida siljishi bilan bog'langan bo'ladi. Agar dielektrik polyar molekulalardan tuzilgan bo'lsa, u holda polyarizatsiya molekulalarning burilishi tufayli yuz beradi.



7-rasm

1. *Nopolyar molekulalardan iborat dielektrik polyarizatsiyasi.* Nopolyar molekula (yoki atom) elektr maydoniga kiritilsa uning elektron buluti bir tomonga, yadrosi qarama-qarshi tomonga siljiydi, natijada molekula dipol momentga ega bo'lib qoladi. Dielektrik esa bir tarafi manfiy, ikkinchi tarafi esa musbat zaryadga ega bo'lib qoladi. Bunday polyarizatsiya elektron polyarizatsiya deb ataladi. Umumiy holda $P = \alpha E$

2. *Polyar molekulalardan tuzilgan dielektrik polyarizatsiyasi.* Ba'zi molekular elektr nuqtai nazardan nosimmetrikdir, shuning uchun ularda doimiy dipol momenti bo'ladi. Misol sifatida suv, ammiak, efir, atseton va boshqalarni keltirish mumkin. Issiqlik harakati tufayli bu molekular haotik harakatda bo'ladi, bu esa molekularning dipol momentlari har xil yo'nalishda bo'lishiga olib keladi (rasm). Shuning uchun dielektrik 8-rasm

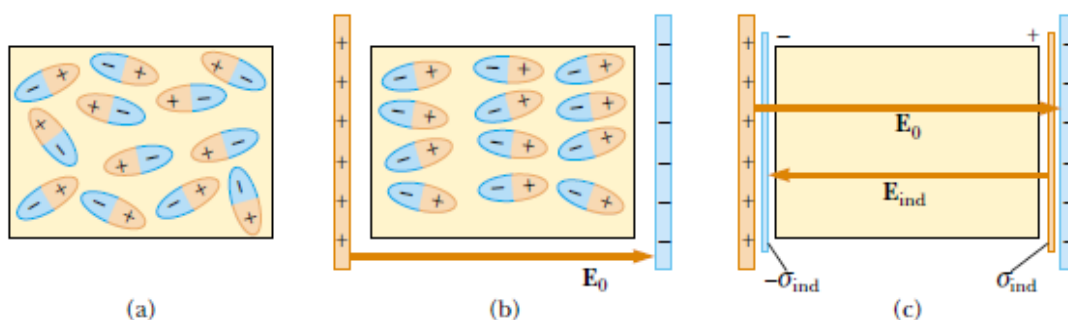


polyarizatsiyalanmagan bo'ladi. Endi bu dielektrikni elektr maydoniga olib kirsak, polyar molekular maydon yo'nalishiga qarab burila boshlaydi, natijada u polyarizatsiyalanib qoladi.

Elektr maydon o'chirilsa, polyarizatsiya ham yo'qoladi, chunki polyar molekularlar xaotik issiqlik harakatini davom ettiradilar. Bunda dipol momentlar har xil yo'nalishga qaragan bo'lib qoladi va dipol momentlari yig'indisi nolga teng bo'ladi. Bunday polyarizatsiya orentatsion polyarizatsiya deb ataladi. Lekin shunday dielektriklar bor-ki, ularda polyarizatsiya elektr maydon o'chirilgandan so'ng ham saqlanadi. Bunday dielektriklar segnetoelektriklar deb ataladi. Segnetoelektrlarda kichik hajmli sohalar bo'lib, ularda dipol momentli molekularlar bir xil yo'nalishda "o'z-o'zidan" terilib qoladi. Bu mikroskopik hajmlardagi molekularlar elektr maydon ta'sirida hammasi birgalikda buriladilar. Shuning uchun elektr maydon o'chirilganda oddiy haotik harakat molekularlarning orentatsiyasini buzaolmaydi. Bunga ko'proq energiya kerak bo'ladi. Bu ishni yuqori temperaturada bajarish mumkin. Segnetoelektrlarga misol: segnet tuzi ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) va bariy titanati (BaTiO_3).

3. *Dielektrik singdiruvchanlik.* Dielektrikning elektr maydonidagi polyarizatsiyasi uning ichidagi maydonning kamayishiga olib keladi. Kondensator ichiga joylashtirilgan dielektrikni ko'rib chiqamiz. Kondensatorning maydonini E_0 , polyarizatsiya maydonini E' bilan belgilasak, bu ikki maydon qo'shilib. Dielektrik ichidagi maydonni hosil qiladi (9-rasm)

9-rasm



$$E = E_0 - E' \quad (1)$$

Vakuumdagi elektr maydon kuchlanganligining izotrop dielektrik ichidagi maydon kuchlanganligiga bo'lgan nisbati dielektrik singdiruvchanlik deb ataladi:

$$\varepsilon = \frac{E_0}{E} \quad (2)$$

Bu parametr dielektrikning tashqi elektr maydoni ta'sirida polyarizatsiyalanish xususiyatini belgilaydi. Gazlarda ε ning qiymati birga yaqin ($1,0001 \div 1,01$). Nopolyar dielektrik suyuqliklarda uning qiymati $2 \div 2,5$ lar atrofida bo'ladi, qattiq dielektrlarda - $2,5 \div 8$, polyar suyuqliklarda - $10 \div 81$ atrofida bo'ladi. Segnetoelektrlarda $\varepsilon = 10^4$ largacha etishi mumkin, vakuum uchun esa $\varepsilon = 1$.

Ikki zaryad o'rtasidagi ta'sir kuchi, Kulon qonuniga binoan, quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} = \frac{F}{\epsilon} \quad (3)$$

bu erda F_0 -zaryadlarning vakuumdagi o'zaro ta'sir kuchi. Demak, ϵ biror muhit ichidagi ikki zaryad o'rtasidagi ta'sir kuchi vakuumdagiga qaraganda necha marta kamayishini anglatadi. Bir jinsli izotrop muhit uchun quyidagi formulalar mavjud:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} \quad (4)$$

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} \quad (5)$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r} \quad (6)$$

$$\text{va } N = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon} \sum_i^n q_i \quad (7)$$

Vakuum uchun bu formulalarda $\epsilon = 1$ deb olish kifoya.

Lekin bu formulani bir jinsli bo'lmagan muhitlar uchun ishlatib bo'lmaydi, chunki muhitlar chegarasida ϵ sakrab o'zgaradi. Bu qiyinchilikni bartaraf qilish mumkin, agar yangi maydonning yangi fizikaviy harakteristikasini - elektr induksiyasi D ni kiritsak. Faraz qilamiz-ki, vakuumda bir jinsli elektr maydoni E_0 bor deb. Endi vakuumni bir-biriga parallel bo'lgan va dielektrik singdiruvchanliklari $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n$ bo'lgan kattaliklar bilan to'ldiramiz. Bu qatlamlarda elektr maydoni har xil bo'lib, ular $E_1, E_2, \dots, E_n$ ga teng bo'ladi, lekin (17.2) formulaga binoan:



8-rasm

Bu tenglamani ϵ_0 ga ko'paytiramiz:

$$\epsilon_0 \epsilon_1 E_1 = \epsilon_0 \epsilon_2 E_2 = \dots = \epsilon_0 E_0 = \text{const} \quad (17.9)$$

Yangi ifoda kiritamiz:

$$\epsilon_0 \epsilon \vec{E} = \vec{D} \quad (17.10)$$

U holda quyidagini hosil qilamiz:

$$\vec{D}_1 = \vec{D}_2 = \dots = \vec{D}_n = \text{const} \quad (17.11)$$

D elektr induktsiyasi deb ataladi. E dan farqli ravishda $\vec{D}$ hamma dielektrlarda bir xil bo'ladi. Shuning uchun bir jinsli bo'lmagan muhitlarda maydonni $\vec{E}$ bilan emas $\vec{D}$ bilan ifodalagan yaxshi. Shu tufayli yangi terminlar kiritilgan: induktsiya chiqzilari, induktsiya oqimi.

Nazorat savollari

1. Elektr maydonida o'tkazgich qanday qutublanadi?
2. Elektr sig'imi deb nimaga aytiladi?
3. Sig'im birligi qanday?
4. Yassi kondensator energiyasi nimaga teng?
5. Parallel va ketma – ket ulangan kondensatorlar sistemasining sig'imi nimaga teng?
6. Elektr maydon energiyasi qanday aniqlanadi, formulasini keltirib chiqaring?
7. Ikkitadan ortiq kondensator ketma-ket ulanganda umumiy sig'im ifodasini yozing? Elektr maydoniga qo'yilgan o'tkazgich qanday ta'sirlanadi?
8. Elektr sig'im qanday fizik kattalik?
9. Kondensator qanday elektr qurilma, u qanday vazifani bajaradi?
10. Elektr maydon energiyasi ifodasini yozing?
11. Elektr maydonda dielektrik qanday qutblanadi?
12. Dielektrik singdiruvchanlikning fizik ma'nosi qanday?
13. Elektr indktsiyasi vektori nima?
14. Segnetoelektrik nima va u qanday qutblanadi?
15. Segnetoelektrik jismlarga, temperature qanday ta'sir qiladi?
16. Dielektrlarning asosiy xususiyati nimada?
17. Dielektrik elektr maydoniga kiritilsa qanday hodisa ro'y beradi?
18. Segnetoelektrik jismlarning elektr maydonidagi xususiyatini tushuntiring?

Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: **Physiks For Scientists and Engineerers.** W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 802-831 pp.
2. Raymond A. Serway – Emeritus: **Physics for Scientists and Engineers,** James Madison University. John W. Jewett - California State Polytechnic University, Pomona. 795-831 pp.

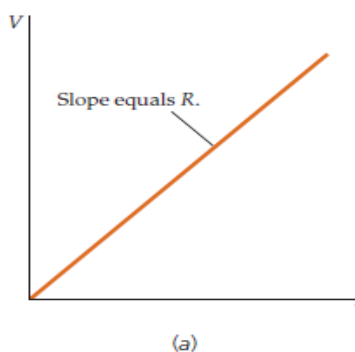
Reja

1. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni
2. To'la zanjir uchun Om qonuni.
3. Joul Lens qonuni.
4. Quvvat.
5. Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidalari.

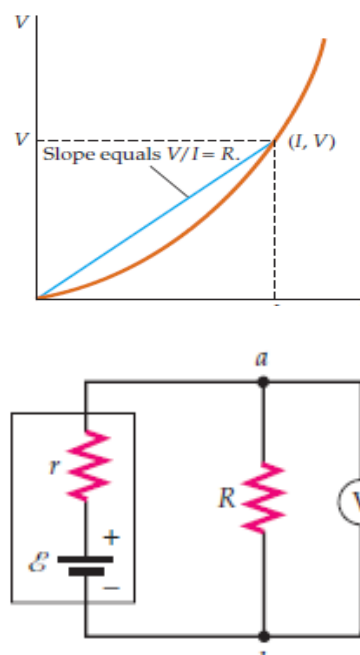
Tayanch iboralar: elektr zanjiri, elektr tokining bajargan ishi, quvvat, vatt, tarmoqlangan zanjir, tugun, tugunlar va tarmoqlar uchun Kirxgof qoidalari

Om qonuni. 1826 yilda nemis fizigi Om tajriba orqali tashqi R o'tkazgichdagi ampermetr orqali aniqlanadigan tok kuchi voltmeter o'lchaydigan kuchlanish (U) ga to'g'ri proporsional, R qarshilikka teskari proporsional ekanligini aniqladi. $I = \frac{U}{R}$ Bu zanjirning bir qismi (R) uchun Om qonunidir.

1-rasm



2-rasm.



Tajriba natijasida U kuchlanish va I tok kuchi orasidagi bog'lanish quyidagi grafikda

ko'rsatilgandek

ko'rinishga ega

bo'ldi. Bundan $U=IR$

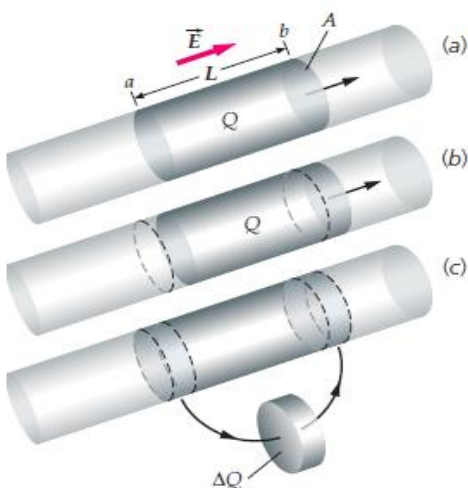
ekanligi kelib

chiqadi.

4-rasm

Bu yerda R proporsionallik koeffitsiyenti

qarshilik deb atalib $R=U/I$ gat eng va to'g'ri chiziq ko'rinishida bo'ladi.



Qarshilik Om larda o'lchanadi.

$$1\text{Om} = \frac{1\text{V}}{1\text{A}}$$

Qarshilik o'tkazgichning ℓ uzunligiga to'g'ri proporsional va ko'ndalang kesim yuzasi

S ga teskari proportsional bo'ladi: $R = \rho \frac{\ell}{S}$ ρ -o'tkazgichning solishtirma qarshiligi.

Qarshilik temperaturaga ham bog'liq bo'ladi:

$$R = R_0(1 + \alpha t) \quad \alpha \approx 0,004 \text{ grad}^{-1}$$

α -qarshilikning temperatura koeffitsienti deb ataladi.

Endi $\varphi_1 - \varphi_2 = U$ kuchlanish ta'sirida bo'lgan R qarshilikda o'zgarmas tokning q zaryadni ko'chirishda bajargan ishini topamiz. Bilamiz-ki, bu ish $A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$ ga teng. Om qonunini hisobga olsak, tokning bajargan ishi uchun quyidagi formulalar hosil bo'ladi:

$$A = IUt$$

$$A = I^2 Rt \quad (5)$$

$$A = \frac{U^2}{R} t$$

Har bir (5) formulani vaqtga bog'lasak o'zgarmas tok quvvati uchun ifodalar hosil bo'ladi:

$$N = IU$$

$$N = I^2 R \quad (6)$$

$$N = \frac{U^2}{R}$$

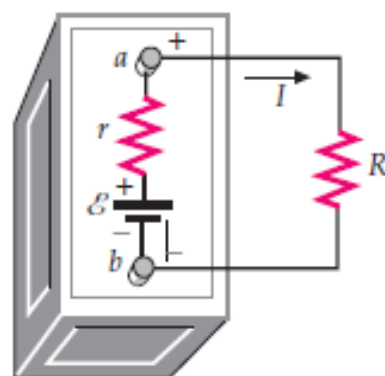
Ish Joule da va quvvat Vattlarda o'lchanadi. Elektrotexnikada sistemadan tashqari kilovatt-soat degan birlik ishlatiladi:

$$1 \text{ kVtsoat} = 10^3 \text{ Vtsoat} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Qarshilikda bajarilgan ishning hammasi issiqlikka aylanadi., demak ajralib chiqqan is-siqlik:

$$Q = A = IUt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t \quad (7)$$

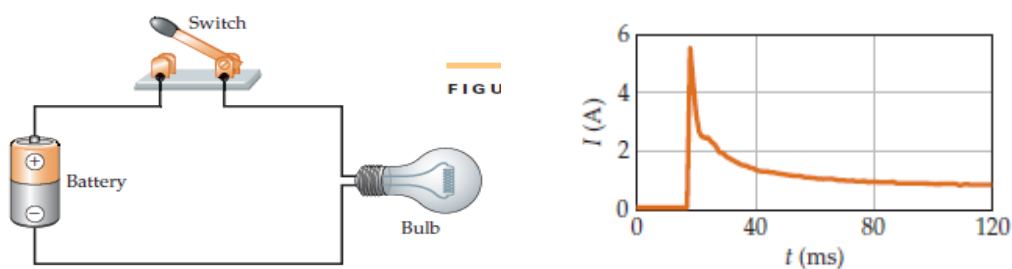
ga teng. Bu ifodaga Joule-Lents qonuni deb ataladi. : 3-rasm



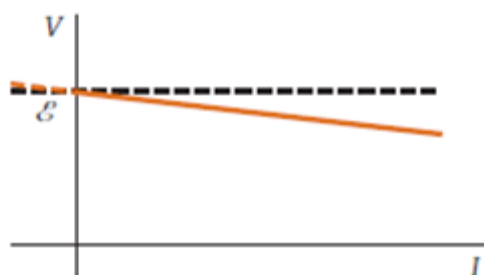
Butun zanjir uchun Om qonuni. 4-rasmda keltirilgan berk zanjirda $\mathcal{E} = IR + Ir$,
 r -tok manbaining ichki qarshiligi. Bu yerdan

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad (8)$$

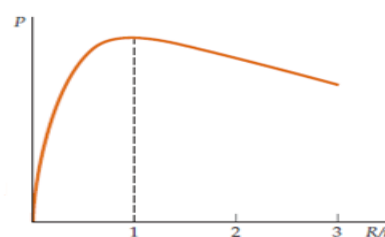
Elektr zanjiri kalit yordamida tashqi tok manbaiga ulanganda zanjirdagi tok birdaniga katta qiymatga erishadi, biroq 100 ms ichida zanjirdagi tok kuchi barqarorlashadi (5 rasm).



5-rasm



6a-rasm

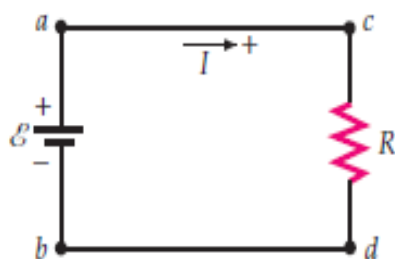


6b-rasm

R-tashqi qarshilik. Tashqi qarshilikdagi kuchlanishni tushishi $IR = E -$ $Irga$ teng bo'ladi (6 rasm)

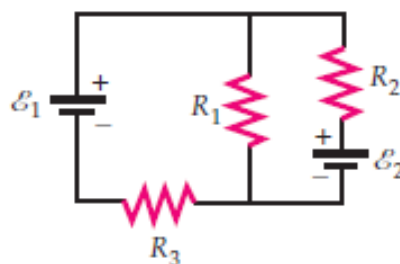
Berk zanjirda ajralib chiqadigan to'la quvvat $P = IE$ ga teng. R tashqi qarshilik nolga teng bo'lganda tok kuchi eng katta qiymatni qabul qilsada quvvat nolga teng bo'ladi. Qarshilik cheksizlikka intilganda quvvat ham kamayib boradi. Quvvatni eng katta qiymati $R=r$ bo'lganda hosil bo'ladi (6b rasm).

Kirxgof qoidalari. Berk zanjirlar uchun Om qonuni oson qo'llaniladi, lekin tarmoqlarga bo'lingan zanjiga bu qonunni ishlatish qiyin. (a) rasmda berk zanjir, (b) rasmda tarmoqlangan zanjir keltirilgan. Berk zanjirning xamma qismida tok bir xil, (b) rasmda esa har xil uchastkada tok qiymati har xildir. Bunday zanjirlarni hisoblashda Kirxgof qoidalari ishlatiladi. Bu qonun 1847 yilda taklif qilingan.



3-rasm a)

a) Kirxgofnin birinchi qonuni:



3-rasm b)

Tugunda toklarning algebraik yig'indisi nolga teng.

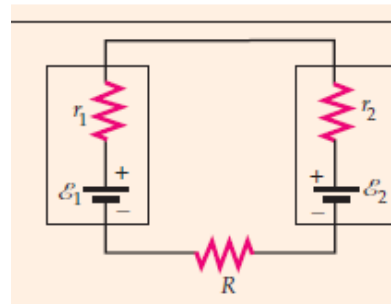
$$\sum_i I_i = 0 \quad (9)$$

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Tugunga kirayotgan tok musbat, chiqayotgan tok manfiy hisoblanadi.

b) Kirxgofnin ikkinchi qonuni:

Bu qoida tarmoqlangan zanjirning berk konturiga tegishli. Kontur bo'yicha soat strelkasi bo'ylab aylanish yo'nalishi musbat hisoblanadi. Agar tok aylanish yo'nalishi bo'yicha oqayotgan bo'lsa, u musbat, teskari tarafga-manfiy hisoblanadi. Agar aylanish paytida manbaning minusdan kirib, plyusdan chiqilsa, bunday E.Yu.K. musbat hisoblanadi, aks holda-manfiy



Ana endi Kirxgofning ikkinchi qoidasini keltiramiz:

$$\sum_i \bar{\varepsilon}_i = \sum_i \bar{I}_i R_i \quad (10)$$

Ana shu qoidalarni rasmdagi konturga ishlatamiz.

$$\varepsilon_1 - I_1 r_1 - I_2 r_2 - \varepsilon_2 - IR = 0$$

Nazorat savollari

1. Tok kuchi deb nimaga aytiladi?
2. Zanjirning bir kismi uchun Om qonuni kanday ifodalanadi?
3. Berk zanjir uchun Om qonuni qanday ifodalanadi?
4. Elektr yurituvchi kuch deb nimaga aytiladi?
5. Kirxgofning birinchi va ikkinchi qonunlarini tushuntirib bering.
6. Joule-Lents qonuni nimani bildiradi?
7. Qanday zaryadlar elektr tokini vujudga kelishida asosiy rol uynaydi?
8. Elektr qarshilik qanday kattaliklarga bo'liq?
9. E.Yu.K. va tok kuchi, qarshilik birliklari qanday aniqlanadi?

Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: *Physiks For Scientists and Engineerers*. W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 849-853 pp.
2. Raymond A. Serway – Emeritus: *Physics for Scientists and Engineers*, James Madison University. John W. Jewett - California State Polytechnic University, Pomona. 858- 894 pp.

Reja

1. Elektromagnit induksiya hodisasi.
2. Induksiya elektr yurituvchi kuchni aniqlash.
3. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni
4. Lents qonuni. Induksion tok ko`chirgan elektr miqdori.
5. Uyurmali elektr maydoni. Uyurmali toklar.
6. Konturning induktivligi. O`zinduksiya.
7. Magnit maydon energiyasi va uning zichligi
8. Maksvell tenglamalari va elektromagnit to`lqinlar
9. O`zgaruvchan tok zanjiri.
10. O`zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik,
11. O`zgaruvchan tok zanjirida sig`im qarshilik.
12. O`zgaruvchan tok zanjirida induktiv qarshiliklar.
13. O`zgaruvchan tok zanjirida to`la qarshilik – impedans.
14. Uch fazali tok haqida tushuncha.

Tayanch iboralar: elektromagnit induksiya hodisasi. Induksiya elektr yurituvchi kuch, Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni, Lents qonuni. Induksion tok ko`chirgan elektr miqdori. Uyurmali elektr maydoni. Uyurmali toklar. Konturning induktivligi. O`zinduksiya. Magnit maydon energiyasi va uning zichligi. Maksvell tenglamalari va elektromagnit to`lqinlar. Elektromagnit to`lqinlar shkalasi. O`zgaruvchan tok zanjirida  $R, L, C$ ; zanjirdagi kuchlanish va tok kuchi; kuchlanish va tok kuchi orasidagi fazalar farqi; to`la reaktiv qarshilik; kuchlanishlar rezonansi. o`zgaruvchan tok quvvatining oniy qiymati; o`zgaruvchan tokning o`rtacha quvvati; quvvat koeffitsienti; o`zgaruvchan tokning ishi.

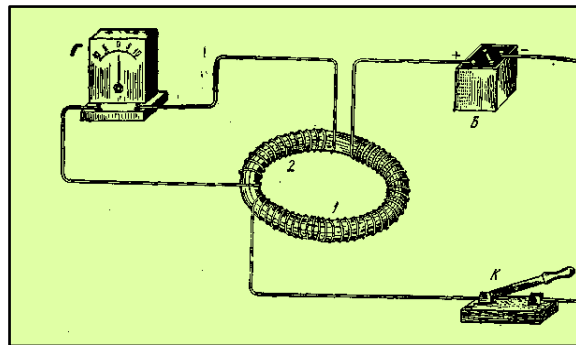
Ersted elektr tok magnit maydonni vujudga keltirishini aniqlagandan so`ng, ko`nchilik olimlar «teskari» effektni qidira boshlashdi, ya`ni magnit maydon elektr tokni vujudga keltirmasmikan, degan savolga javob qidira boshlashdi. 1-rasm



Bu savolga o`n yil davom etgan izlanishlardan so`ng Faradey javob topdi. Faradey tajribasida qo`llanilgan qurilmaning sxemasi 1-2- rasmda tasvirlangan.

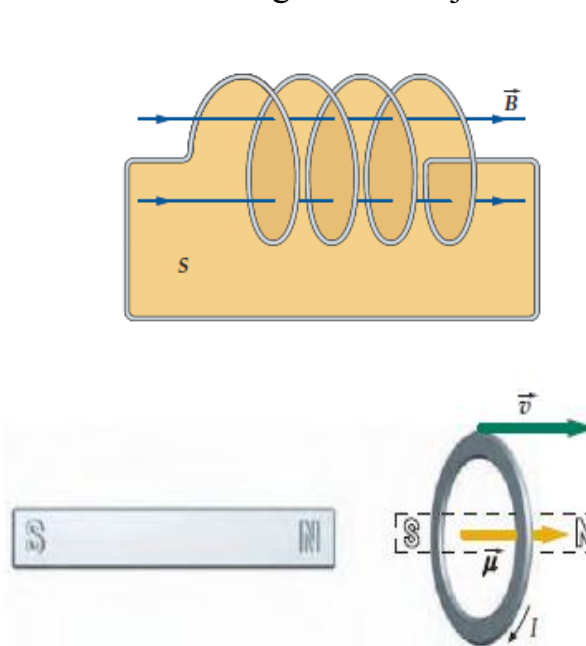
Bir-biridan izolyasiyalangan ikki o'ram sim olingan. Birinchi o'ramni kalit (K) orqali o'zgaras tok manbaiga ulanadi. Ikkinchi o'ramning uchlari esa galvanometr (G)ga ulangan. Birinchi o'ramdan o'tayotgan tok kuchi o'zgaraganda ikkinchi o'ramda hech qanday tok vujudga kelmagan. Lekin birinchi o'ramni tok manbaiga ulash va uzish vaqtida ikkinchi o'ramda qisqa muddatli elektr tok qayd kiligan. Faradey bu tokni *induksion tok* deb atadi.

Elektromagnit induksiya deb atalgan hodisa birinchi marta shu usulda kuzatilgan edi. Keyinchalik, Faradey elektrmagnit induksiya hodisasini turli variantlardagi tajribalarda ham amalga oshirdi. Masalan, birinchi o'ramdan o'tayotgan tok kuchini reostat yordamida o'zgartirish, o'ramlarni bir-biriga nisbatan harakat qildirish, o'ramlarni bir-biriga nisbatan burish orqali ham elektromagnit



2-rasm

induksiya hodisasini kuzatish mumkin bo'ldi. Bundan tashqari Faradey birinchi o'ram o'rniga uzun sterjen shaklidagi doimiy magnitdan ham foydalandi.



3-rasm

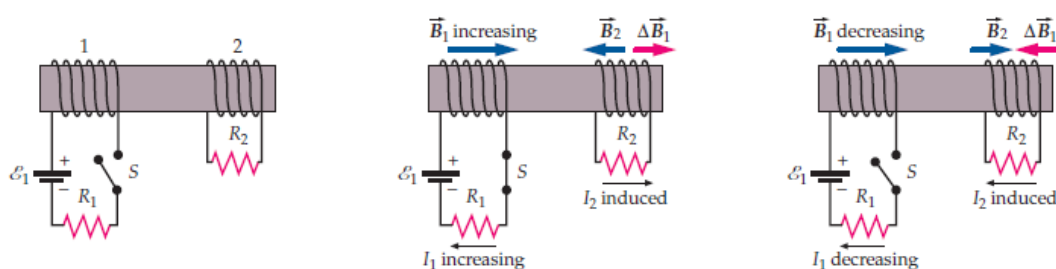
Berk konturni kesib o'tayotgan magnit induksiya vektorining oqimi Quyidagicha aniqlanadi

$$\phi = BScos \propto (1)$$

Doimiy magnitni g'altak (o'ram) ichida harakatlantirganda o'ram uchlariga ulangan galvanometr induksion tok vujudga kelganligini qayd qilgan. faradey o'z tajribalarini tahlil qilib quyidagi xulosaga keldi. *Berk kontur bilan chegaralangan yuzni kesib o'tuvchi magnit oqimning o'zgarishi* (bu o'zgarish

qanday usul bilan amalga oshirilishidan qat'i nazar) *natijasida konturda induksion tok vujudga keladi (3-rasm).* Tokning qiymati magnit oqimning o'zgarish tezligiga bog'liq.

Induksion tok yo'nalishining bu tokni vujudga keltiruvchi sababga, ya'ni magnit oqimning o'zgarishiga bog'liqligini Lens tekshirdi va quyidagi qoidani aniqladi: *induksion tok shunday yo'nalgan bo'ladiki, uning xususiy magnit oqimi bu tokni vujudga keltirayotgan (induksiyalovchi) magnit oqimning o'zgariishga to'sqinlik qiladi.* Bu qonun *Lens qoidasi* deb ataladi. Faradeyning tajribasidagi induksion tok yo'nalishini bu qoida asosida tahlil qilaylik. Birinchi o'ramni, manbaga ulash jarayonida to'ldirishga harakat qiladi, ya'ni Φ_{iid} va bir tomonga yo'nalgan bo'ladi. Demak, ikkala holda ham induksion tok tufayli vujudga kelgan xususiy magnit oqimlar (Φ'_{iid} va Φ'_{ynd}) induksion tokning vujudga kelishiga sababchi bo'layotganlarga qarshi yo'nalgan. Shuning uchun Lens qoidasini mazmunan yuqoridagi ta'rifga zid bo'lmagan, lekin quyidagi qulayroq shaklda ta'riflash ham mumkin:



4-rasm

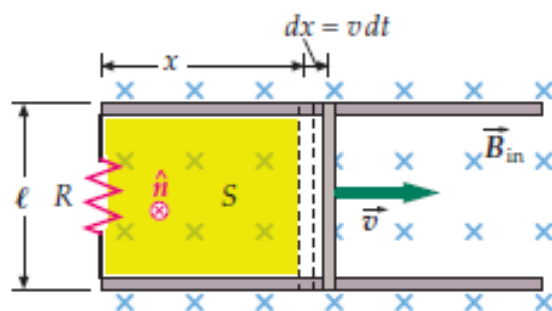
Berk konturda hosil bo'lgan induksion tok shunday yo'nalganki, induksiyalovchi manit oqim ko'payayotganda induksion tokning xususiy magnit oqimi uni kamaytirishga va aksincha, kamayayotganda uni ko'paytirishga intiladi.

Induksiya elektr yurituvchi
kuchi

Elektromagnit induksiya hodisasi tufayli biror berk konturda elektr tok qayd qilinayotganligi, shu konturda «induksiya elektr yurituvchi kuchi ta'sir

etayotganligidan dalolat beradi. Induksiya elektr yurituvchi kuchining vujudga kelishi bilan tanishaylik. Oldin bir xususiy holni qarab chiqamiz.

Yo'nalishi va kattaligi o'zgaras bo'lgan magnit maydonda biror berk kontur joylashgan bo'lsin (5- rasm). Konturni teshib o'tuvchi magnit oqimning



o'zgarishi kontur bilan chegaralangan yuzning o'zgarishi tufayli, ya'ni kontur biror qismining harakati tufayli sodir bo'layotgan bo'lsin.

Agar konturning qo'zg'aluvchi qismi harakat qilmasa, elektromagnit induksiya hodisasi ro'y bermaydi. Demak, ushbu tekshirilayotgan holda inksiya elektr yurituvchi kuchi kontur qo'zg'aluvchi qismining harakati tufayli, aniqroq aytganda, magnit induksiya chiziqlarini kesib o'tishi tufayli vujudga keladi, deyishimiz mumkin. Shuning uchun uzunligi l bo'lgan o'tkazgichning magnit maydonda v tezlik bilan harakatlanishini tekshiraylik (5-rasm).

Magnit maydon o'tkazgich harakatlanayotgan tekislikka perpendikulyar bo'lsin. O'tkazgich bilan birgalikda uning tarkibidagi erkin elektronlar ham v tezlik bilan harakatlanadi. Shuning uchun bu elektronlarga Lorents kuchi ta'sir etadi:

$$F_{\pi} = evB. \quad (1)$$

Lorents kuchi ta'sirida elektronlar o'tkazgichning M uchidan N uchi tomon siljiydi. Bu esa o'tkazgichning M uchida elektronlarning yetishmasligiga, ya'ni musbat zaryadlanishiga va N uchida ortiqcha elektronlarning to'planishiga, ya'ni manfiy zaryadlanishiga sababchi bo'ladi. Natijada kuchlanganligi

$$E = \frac{\varphi_M - \varphi_N}{l} \quad (2)$$

bo'lgan elektr maydon vujudga keladi. (2) da φ_M va φ_N , lar mos ravishda o'tkazgichning M va N uchlarining potentsiallari. Bu maydon tufayli elektronlarga miqdori

$$F_E = eE \quad (3)$$

bo'lgan elektr kuch ta'sir etadi. Elektr va Lorents kuchlarining yo'nalishlari qarama-qarshi. Shuning uchun ularning miqdorlari tenglashganda muvozanat vaziyati vujudga keladi, ya'ni:

bundan

$$eE = -evB,$$

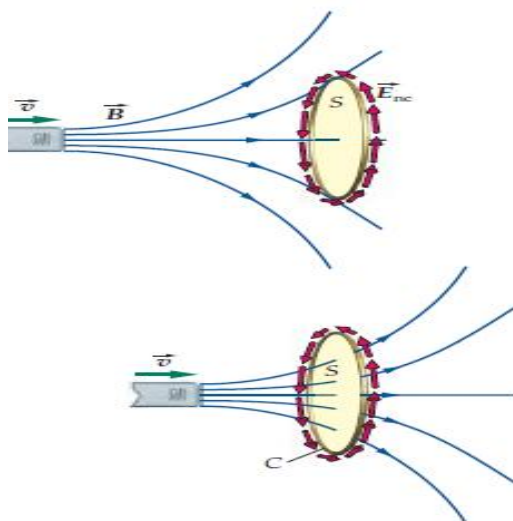
$$E = -vB. \quad (4) \quad (2) \text{ va } (4)$$

larni taqqoslash natijasida

$$\varphi_M - \varphi_N = -vBl \quad (5)$$

ekanligini topamiz. Demak,

magnit maydondagi konturning harakatlanuvchi qismini tok manbai deb qarash mumkin. Bu tok manbai elektromagnit induksiya hodisasi tufayli vujudga kelganligi uchun, uning elektr yurituvchi kuchini induksiya elektr yurituvchi kuchi deb ataladi:



$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -vBl$. (6) Bu ifodani

dt ga ko'paytiraylik

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -B \frac{vdt}{dt} = -B \frac{dS}{dt}$$

va bo'laylik:

bunda $dS = lvd t$ kontur bilan chegaralangan yuzning dt vaqt ichidagi o'zgarishi. Agar kontur yuzi orqali o'tayotgan magnit oqimning $d\Phi$ vaqt davomidagi o'zgarishi $d\Phi = BdS$ ekanini hisobga olsak, induksiya elektr yurituvchi kuchi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (7)$$

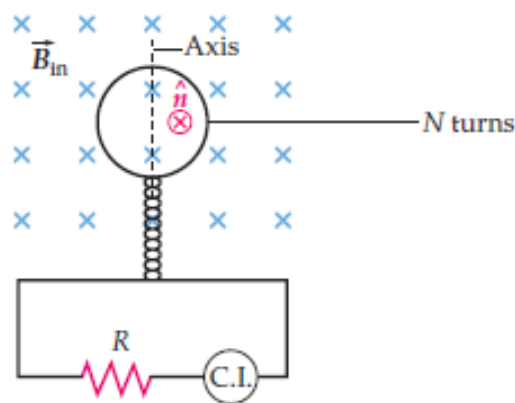
Bu ifodadagi minus ishora *induksiya elektr yurituvchi kuchi va uning yo'nalishlari chap vint qoidasi asosida bog'langanligini bildiradi*. (7) ifoda Faradey — Maksvell qonuni deb ataladi. Demak, Faradey — Maksvell qonuniga asosan induksiya elektr yurituvchi kuchi kontur yuzi orqali o'tayotgan magnit oqim $d\Phi$ ning o'zgarish tezligiga bog'liq, xolos.

Endi, umumiyroq holni ko'raylik. Magnit maydonda joylashgai ixtiyoriy shakldagi kontur elektr yurituvchi kuchi $\mathcal{E}$ bo'lgan manbaga ulangan bo'lsin (6-rasm). Bu manbaning dt vaqt ichida bajargan to'liq ishi $dA = \mathcal{E} I dt$ (8)

bo'ladi. Bu ishning bir qismi elektr qarshiligi R bo'lgan konturdan joule issiqligi (dQ) sifatida ajralib chiqadi:

$$dA_1 = dQ = I^2 R dt \quad (9)$$

7-rasm



Qolgan qismi esa magnit maydondagi tokli konturni bir vaziyatdan ikkinchi vaziyatga ko'chirish uchun sarf bo'ladi. Bunda bajarilgan ish

$$dA_2 = Id\Phi. \quad (10) \quad \text{Energiyaning}$$

saqlanish qonuniga asosan:

$$dA = dA_1 + dA_2$$

yoki

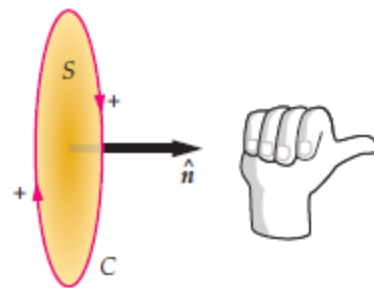
$$\mathcal{E} I dt = I^2 R dt + Id\Phi. \quad (11)$$

Tenglamani ikki tomonini $I dt$ ga bo'lsak:

$$\mathcal{E} = IR + \frac{d\Phi}{dt},$$

bundan

8-rasm

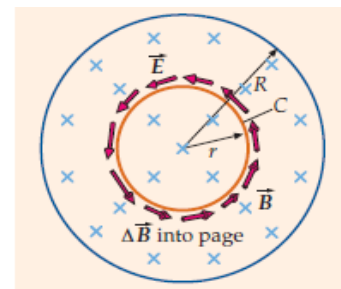
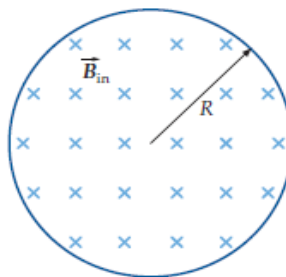


$$I = \frac{\mathcal{E} - \frac{d\Phi}{dt}}{R}, \quad (12)$$

rasm

Demak, magnit maydonda tokli kontur vaziyatining o'zgarishi bu kontur

9-



bilan chegaralangan yuz orqali o'tuvchi magnit oqimning o'zgarishiga sababchi bo'layotgan bo'lsa, konturda qo'shimcha elektr yurituvchi kuch paydo bo'ladi. Bu elektr yurituvchi kuch — induksiya elektr yurituvchi kuchidir:

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi}{dt}.$$

Shunday qilib, Gelmgols (13)

tomonidan energiyaning saqlanish qonuni asosida topilgan induksiya elektr yurituvchi kuchning ifodasi (7) ifoda bilan bir xil bo'lib chiqdi. Shuning uchun *Faradey — Maksvell qonuni kontur yuzi orqali o'tuvchi magnit oqimning har qanday o'zgarishi uchun o'rinlidir.*

Induksiya elektr yurituvchi kuchning SI dagi birligini topaylik;

$$[\mathcal{E}_{\text{ind}}] = \frac{[\Phi]}{[t]} = \frac{B\delta}{c} = \frac{T \cdot L \cdot M^2}{c}.$$

Lekin

$$T_L = \frac{H \cdot M}{A \cdot M^2} = \frac{J}{A \cdot M^2} = \frac{A \cdot B \cdot c}{A \cdot M^2} = \frac{B \cdot c}{M^2}.$$

Shuning

uchun

$$[\mathcal{E}_{\text{ind}}] = \frac{B \cdot c}{M^2} \cdot \frac{M^2}{c} = B$$

kelib chiqadi. Demak, *kontur yuzi orqali o'tuvchi magnit oqim 1Vb/s tezlik bilan o'zgarsa, konturda vujudga kelayotgan induksiya elektr yurituvchi kuchi 1V ga teng bo'ladi.*

Konturdan oqayotgan tok kuchi o'zgarsa, bu tok vujudga keltirayotgan magnit oqim o'zgaradi. Bu o'zgaruvchan magnit oqim xuddi shu kontur yuzini teshib o'tyapti. Elektromagnit induksiya hodisasining asosiy qonuniga asosan, kontur yuzi orqali o'tayotgan magnit oqim o'zgargan barcha hollarda induksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga kelishi lozim. Shuning uchun konturdan oqayotgan tok kuchining o'zgarishi natijasida xuddi shu konturning o'zida elektromagnit induksiyasi ro'y beradi. Bu hodisani *o'zinduksiya hodisasi* deyiladi.

Masalan, konturni (g'altakni) o'zgarimas tok manbaiga ulash yoki uzish vaqtida shu konturning o'zida o'zinduksiya hodisasi kuzatiladi. O'zgaruvchan tok manbaiga ulangan konturda ham o'zinduksiya sodir bo'ladi.

Konturdan o'tayotgan tok tufayli vujudga kelayotgan magnit oqim tok kuchiga proporsional, ya'ni:

$$\Phi = LI, \quad (11)$$

bu yerda L — konturning induktivligi, u konturning shakli va o'lchamlari, hamda muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liq kattalik. Kontur joylashgan muhitning magnit singdiruvchanligi o'zgarmasa, ayni konturning induktivligi ham o'zgarmas kattalik bo'ladi. SI da induktivlikning birligi *genri* (Gn) deb ataladi:

$$[L] = \frac{[\Phi]}{[I]} = \frac{\text{Vs}}{\text{A}} = \text{Гн}.$$

Demak, 1Gn shunday elektr zanjirning induktivligiki, ushbu zanjirdan 1A o'zgarmas tok o'tganida vujudga keladigan magnit oqim 1 Vb bo'ladi.

Misol tariqasida, uzunligi l , o'ramlar soni n bo'lgan solenoidning induktivligini hisoblaylik. Agar solenoid yetarlicha uzun bo'lsa, uning ichidagi magnit maydon induksiyasi $B = \mu\mu_0 I$ — ga teng. Solenoidning har bir o'rami orqali o'tayotgan magnit oqim $\Phi = BS$ bo'lganligi uchun solenoidning barcha n o'rami orqali o'tuvchi to'la oqim

$$\Phi_c = n\Phi = n\mu_0\mu I \frac{n}{l} S = \mu_0\mu \frac{n^2}{l} S \cdot I$$

ga teng bo'ladi. Bu ifodani (14) bilan taqqoslash natijasida solenoidning induktivligi

$$L_c = \mu_0\mu \frac{n^2}{l} S \quad (15)$$

ifoda bilan aniqlanishini topamiz.

O'zinduksiya elektr yurituvchi kuchining qiymatini topish uchun, Faradey — Maksvell qonuniga asosan, (14) dan vaqt bo'yicha hosila olish kerak. Konturning induktivligi o'zgarmas bo'lgan hol uchun o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi

$$\mathcal{E}_{\text{y.z.H.H.}} = - \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

ifoda bilan aniqlanadi. Demak, *induktivligi 1 genri bo'lgan konturdan o'tayotgan tok kuchi 1 sekunda 1 amperga o'zgarsa, konturda 1volt o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga keladi.*

Ikkita kontur olaylik (10-rasm). Birinchi konturdan oqayotgan tok kuchining dI_1 ga o'zgaruvi ikkinchi kontur yuzini kesib o'tayotgan magnit oqimni

$$d\Phi_{21} = L_{21}dI_1 \quad (16)$$

ga o'zgartiradi. Bu esa o'z navbatida ikkinchi konturda

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_{21}}{dt} = -L_{21} \frac{dI_1}{dt} \quad (17)$$

induksiya elektr yurituvchi kuchini vujudga keltiradi. Xuddi shuningdek, ikkinchi konturdan oqayotgan tok kuchining dI_2 ga o'zgarishi tufayli birinchi kontur yuzini kesib o'tayotgan magnit oqim

10-
rasm

$$d\Phi_{12} = L_{12}dI_2 \quad (18) \text{ ga o'zgaradi.}$$

Natijada birinchi konturda

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_{21}}{dt} = -L_{12}\frac{dI_2}{dt} \quad (19)$$

induksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga keladi. Mazkur hodisa, ya'ni konturlardan biri orqali o'tayotgan tok kuchining o'zgarishi natijasida ikkinchi konturda induksiya elektr yurituvchi kuchining vujudga kelishi *o'zaro induksiya* deb, L_{12} va L_{21} lar *konturlarning uzaro induktivligi* deb ataladi. Tajribalarda ham, nazariy yo'l bilan ham **to'g'ri ekanligi isbot etilgan. Qonturlarning o'zaro induktivligi konturlarning geometrik shakli, o'lchamlari va ularning bir-biriga nisbatan**

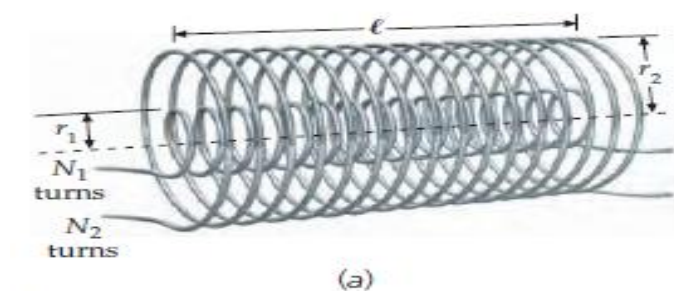
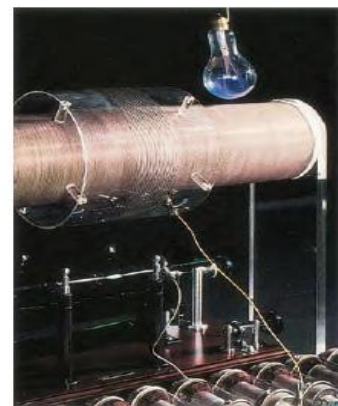
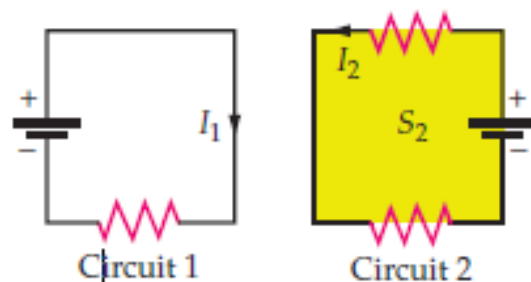


Fig.

xuddi induktivlikniki kabi, genri (Gn) dir.

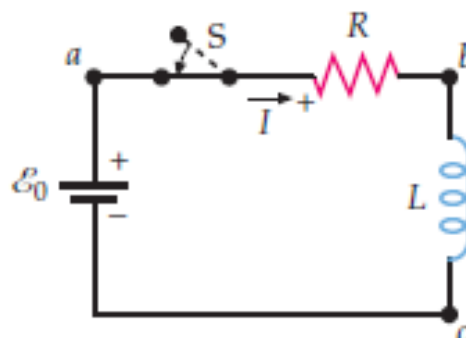
11-rasm

Magnit maydon energiyasi. Magnit maydon energiyasini hisoblash uchun sxemasi 12-rasmda tasvirlangan zanjirdan foydalanaylik. Kalit bilan klemmalarni tutashtirsak, elektr yurituvchi kuchi E_e bo'lgan tok manbai va induktivligi L_s bo'lgan solenoiddan iborat zanjir vujudga keladi. Bu zanjirdan o'tayotgan tok kuchi I bo'lganda solenoid ichidagi magnit maydon induksiyasi

12-rasm

$$B = \mu_0 \mu I \frac{n}{l} \quad (20) \text{ ifoda bilan}$$

aniqlanar edi. Bunda p — solenoiddagi o'ramlar soni, G' — solenoidning uzunligi. Agar 1 va 2 klemmalar orasidagi kontakti uzib 1 va 3



klemmalarni ulasak, induktivlik L_s va aktiv qarshilik R dan iborat berk kontur vujudga keladi. Tok manbaini zanjirdan ajratish prosessida (1 va 2 kontakti uzish) o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi ($E_{o'z}$) biror chekli vaqt davomida L_s va R dan iborat berk konturda I dan dI gacha kamayib boruvchi tokning oqib turishini ta'minlaydi. Bu tok tufayli dt vaqt ichida bajarilgan ish $dA = \mathcal{E}_{\text{ЭНД}} \cdot I \cdot dt = - \frac{d\Phi_c}{dt} I dt = - I d\Phi_c$ (21) ga teng. Lekin

solenoiddan o'tuvchi to'la oqimning o'zgarishi $d\Phi_c = L dI$ bo'lganligi uchun $dA = - L_c I dI$. (22)

Bu ifodani tok kuchining o'zgarish chegaralarida, ya'ni I dan 0 gacha bo'lgan intervalda integrallasak, zanjirni uzish vaqtida yo'qolgan *magnit maydon energiyasi* hisobiga bajarilgan ishni, ya'ni joule issiqligiga aylangan energiyani topamiz:

$$A = \int_I^0 dA = - \int_I^0 L_c I dI = \frac{L_c I^2}{2}. \quad (23)$$

Bu ish bajarilganda solenoid bilan bog'liq bo'lgan magnit maydoni yo'qoladi. Demak, magnit maydon energiyasi

$$W_{\text{м}} = \frac{L_c I^2}{2} \quad (24)$$

ifoda bilan aniqlanishi lozim. Bu ifodadagi solenoidning induktivligi s o'rniga uning (15) ifoda bilan aniqlanuvchi qiymatini va I o'rniga (20) dan topiladigan

$$I = \frac{B l}{\mu_0 \mu n}$$

qiymatni quysak:

$$W_{\text{м}} = \mu_0 \mu \frac{n^2 S}{2l} \left(\frac{B \cdot l}{\mu_0 \mu n} \right)^2 = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu} S \cdot l = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu} V. \quad (25)$$

Etarlicha uzun solenoidning magnit maydoni faqat solenoid ichidagi $V = S l$ hajmda mujassamlashgan deb hisoblash mumkin. Shuning uchun (25) ifodani solenoid hajmi V ga bo'lsak, birlik hajmga mos keluvchi magnit maydon energiyasining ifodasi kelib chiqadi:

$$w_{\text{м}} = \frac{W_{\text{м}}}{V} = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu} \quad (26)$$

Bu ifodani, odatda, *magnit maydon energiyasining zichligi* deb ataladi. Magnit maydon induksiyasi va kuchlanganligi o'zaro

$$B = \mu_0 \mu H$$

ifoda orqali bog'langanligi uchun magnit maydon energi zichligini aniqlovchi (26) ifoda quyidagi ko'rinishlari ham yozilishi mumkin:

$$\omega_M = \frac{B \cdot H}{2}$$

$$\text{yoki (27) } \omega_M = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2}.$$

Elektromagnit to'liqlar va ularning xossalari

Elektromagnit to'liqlar. Elektr maydonning o'zgarishi natijasida vujudga keladigan magnit maydon induksiyasi B elektr maydon kuchlanganligining o'zgarish tezligiga proporsional: $B = \frac{dE}{dt}$

Magnit maydonning o'zgarishi natijasida vujudga keladigan elektr maydon kuchlanganligi esa Faradey qonuniga muvofiq, magnit maydon induksiyasining o'zgarish tezligiga proporsional: $E = \frac{dB}{dt}$

Agar fazoning biror nuqtasida uyurmali elektr maydon paydo qilinsa, uning natijasida vujudga keladigan o'zgaruvchan magnit maydonning kuch chiziqlari elektr maydon kuch chiziqlarini konsentrik aylanalar bilan o'rab oladi. Shuningdek, magnit maydonning o'zgarishi natijasida vujudga keladigan uyurmali elektr maydonning kuch chiziqlari ham magnit maydon kuch chiziqlarini o'rab oladi va shunday tarzda davom etadi.

Demak, o'zgaruvchi elektr va magnit maydonlar o'zaro bog'langan va fazoda elektromagnit to'liqlar sifatida tarqaladi.

O'zgaruvchi elektromagnit maydonning fazoda tarqalishi elektromagnit to'liqlar deyiladi.

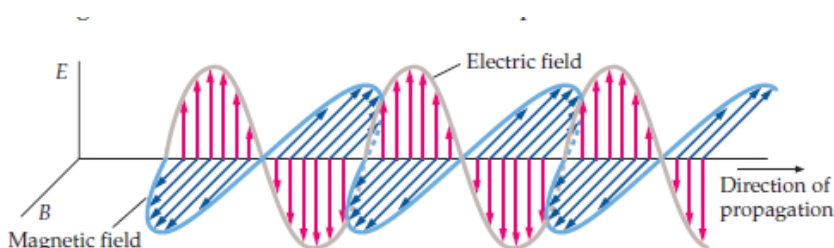
Maksvell nazariyasiga asosan elektromagnit to'liqlar ko'ndalang to'liqlardir, ya'ni E va B vektorlar o'zaro perpendikulyar va to'liqning tarqalish tezligi v vektorga perpendikulyar tekisliklarda yotishadi (13-rasm). Bundan tashqari, elektromagnit to'liqlarning E va B vektorlari doimo bir xil fazalarda tebranadi, bir paytda maksimumlariga erishadi, bir paytda nolga aylanadi.

To'liqning tarqalish tezligi. Maksvell nazariyasiga asosan elektromagnit to'liqlarning tarqalish tezligi chekli kattalikdir. U elektromagnit to'liq tarqalayotgan muhitning elektr va magnit xossalari bilan aniqlanadi:

13- rasm

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu}} \quad (1) \quad \text{Bu yerda } \epsilon_0 \text{ va } \mu_0 \text{ elektr va magnit doimiylari; } \epsilon, \mu \text{ muhitning}$$

dielektrik va magnit singdiruvchanliklari.



Agar elektromagnit to'liqlar vakuumda tarqalayotgan bo'lsa, unda $\varepsilon = 1$, $\mu = 1$ bo'ladi. Elektromagnit to'liqlarning vakuumda tarqalish tezligini hisoblaymiz:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/m}}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$
 Demak, elektromagnit

to'liqlarning vakuumda tarqalish tezligi yorug'likning vakuumda tarqalish tezligi $c = 3 \cdot 10^8$ — ga teng.

To'liqin uzunligi. Elektromagnit to'liqning bir tebranish davriga teng vaqt davomidagi ko'chish masofasi to'liqin uzunligi deyiladi. Agar v — elektromagnit to'liqlarning bir jinsli muhitda tarqalish tezligi, T — uning davri, ν — chastotasi, λ — to'liqin uzunligi bo'lsa, unda

$$\lambda = vT \text{ yoki } \lambda = v/\nu.$$
 Vakuum uchun esa $\lambda_0 = cT$ yoki

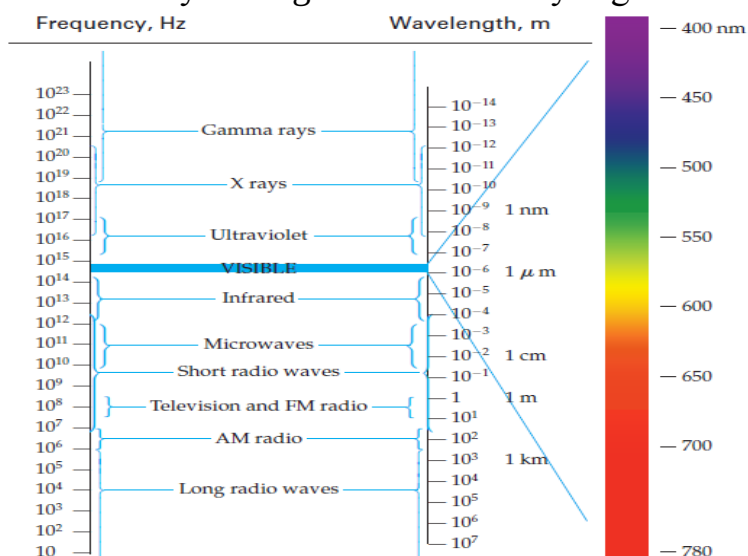
$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu} \quad (2) \text{ bo'ladi.}$$

To'liqinning tarqalish tezligi muhitni xarakterlovchi kattaliklar ε va μ larga bog'liq bo'lganligi uchun ham, bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda v va λ o'zgaradi, to'liqin chastotasi esa o'zgarmay qoladi. Agar to'liqin vakuumdan dielektrik ε va magnit μ kirituvchanlikli muhitga o'tsa, uning to'liqin uzunligi kamayadi: $\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon \mu}}$ bu yerda λ_0 — vakuumdagi to'liqin uzunligi.

Elektromagnit to'liqlarning xossalari. Elektromagnit to'liqlar ko'ndalang to'liqlar ekanligini ta'kidlab o'tdik. Ular vakuumda, yorug'likning vakuumdagi tezligiga teng $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanadi. Elektromagnit to'liqlarning tezligi, to'liqin uzunligi muhitning xususiyatlariga bog'liq. Elektromagnit to'liqning chastotasi esa barcha muhitlar uchun bir xil kattalikdir. Shuningdek, yorug'lik to'liqlari kabi to'siqdan qaytadi, muhitlar chegarasida sinadi, interferensiyaga kirishadi va hokazolar.

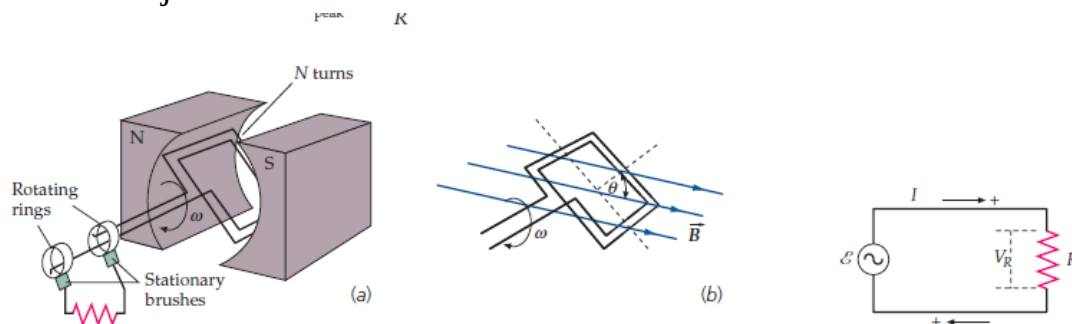
Boshqacha aytganda, elektromagnit to'liqlarning barcha xossalari yorug'likning xossalariga o'xshab ketadi. Demak, bundan shunday xulosaga kelish mumkin: yorug'lik nuri elektromagnit to'liqlardan iboratdir. Keyingi tajribalar shuni ko'rsatdiki, faqat yorug'lik nuri emas, balki infraqizil, ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlari ham elektromagnit tabiatga egadir.

Elektromagnit to'liqlar shkalasi. Demak elektromagnit to'liqlar juda keng diapazonda bo'lib, bir-biridan hosil qilinish usullari, qayd qilinish usullari,



chastotalari va ba'zi xossalari bilan farq qiladi. Turli elektromagnit to'liqlarning chegaralari ancha shartli bo'lib, ular vakuumda bir xil tezlik bilan tarqaladi. Quyidagi jadvalda elektromagnit to'liqlarning shkalasi keltirilgan. Bu to'liqlar uzun to'liq-radio to'liqlardan boshlanib, infraqizil, yorug'lik, ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlardan iborat. Ular turli chastota va to'liq uzunliklarga ega.

O'zgaruvchan tok Faradeyning elektromagnit induksiya qonunini tadbiiq etilishini yaqqol namunasidir (1-rasm). Ham son qiymati ham yo'nalishi vaqt bo'yicha o'zgarib turadigan tok o'zgaruvchan tok deyiladi. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv, induktiv va sog'im qarshiliklar mavjud bo'lishi mumkin.



O'zgaruvchan tok zanjirida faol qarshilik.

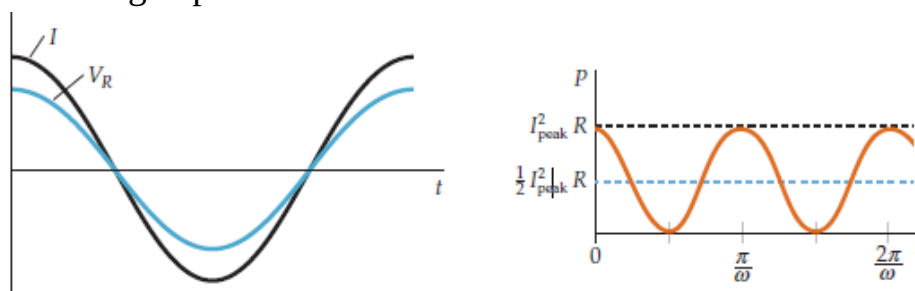
Demak, zanjirda faqat R mavjud bo'lib, ($L \rightarrow 0$, $C \rightarrow 0$) unga

$$U = U_m \cos \omega t \quad (4)$$

o'zgaruvchan kuchlanish qo'yilgan bo'lsin. Faol qarshilikdan oqayotgan tokning oniy qiymati Ohm qonuni yordamida aniqlanadi:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_m \cos \omega t}{R} = I_m \cos \omega t \quad (5) \quad \text{Bu yerda} \quad I_m = U_m / R$$

tok kuchining amplitudasi.

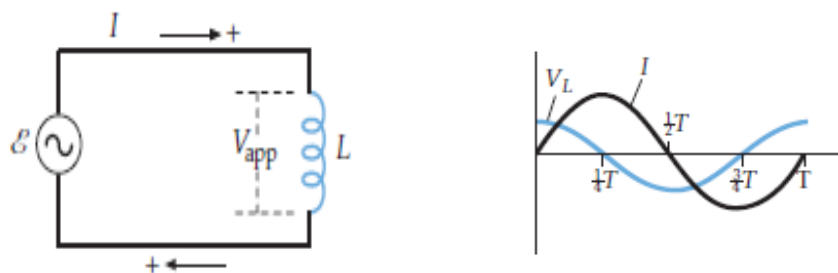


2-rasm

2 rasmda zanjirdagi kuchlanish va tok kuchining o'zgarish grafigi ko'rsatilgan. Shuningdek, o'zgaruvchan tok va kuchlanish orasidagi munosabatni aniq namoyon qilish uchun vektor diagrammalari usulidan foydalaniladi. Bu rasmda faol qarshilikdagi tok kuchi I va kuchlanish U_m amplitudaviy qiymatlarining vektor diagrammalari berilgan. I_m va U_m lar orasida fazalar farqi nolga teng.

O'zgaruvchan tok zanjirida induktiv g'altak. Demak, zanjirda faqat L induktiv g'altak qatnashyapti ($R \rightarrow 0$, $C \rightarrow \infty$). Agar zanjirga (4) ko'rinishdagi o'zgaruvchan kuchlanish qo'yilgan bo'lsa, undan o'zgaruvchan tok oqadi va natijada

$$\mathcal{E}_o = -L \frac{dI}{dt} \quad (7)$$



3-rasm

o'zinduksiya EYuK vujudga keladi. Unda zanjirning shu qismi

uchun Om qonuni

$$L \frac{dI}{dt} = U_m \cos \omega t \quad (8)$$

Agar tashqi kuchlanish induktiv g'altakka qoyilganligini hisobga olsak, undagi kuchlanish tushishi $U_L = \frac{dI}{dt}$ (9)

bo'lishini ko'ramiz. (9) ifodadan dI ni aniqlaymiz: $dI = \frac{U_m}{L} \cos \omega t dt$ Bu ifodani integrallab va o'zgaruvchan tok holida integrallash doimiysi nolga tengligini hisobga olib topamiz: $I = \frac{U_m}{\omega L} \sin \omega t = \frac{U_m}{\omega L} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = I_m \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ (10) bu yerda $I_m = \frac{U_m}{\omega L}$ (11)

Bu ifodani Om qonuni bilan solishtirsak, maxrajdagi kattalik qarshilik bo'lishi kerakligini tushunamiz: $R_L = \omega L$ (12)

U reaktiv induktiv qarshilik (yoki induktiv qarshilik) deyiladi. (12) ifodadan ko'rinib turibdiki, $\omega = 0$ bo'lganda (ya'ni tok o'zgarmas bo'lganda), induktiv qarshilik nolga teng bo'ladi. (11) dan ni $U_m = \omega L I_m$ aniqlab, induktiv g'altakdagi kuchlanish tushishini aniqlashimiz mumkin:

$$U_L = L \frac{dI}{dt} = U_m \cos \omega t = \omega L I_m \cos \omega t \quad (13)$$

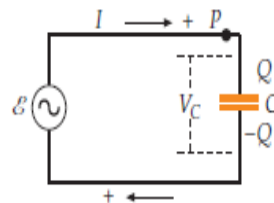
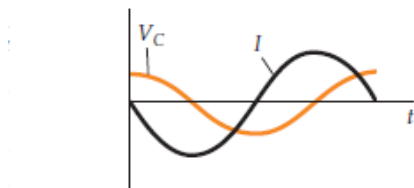
(10) va (13) ni solishtirib, g'altakdagi kuchlanish tushishi U_L undagi tok Idan $\frac{\pi}{2}$ fazaga oldinga ketishini ko'ramiz

O'zgaruvchan tok zanjirida kondensator. Demak, zanjirda faqat C sig'imli kondensator mayjud bo'lib: $R \rightarrow 0$, $L \rightarrow 0$. Agar zanjirga (4) ko'rinishdagi o'zgaruvchan

kuchlanish qo'yilgan bo'lsa, kondensator hamma vaqt zaryadlanaveradi va zanjirdan tok oqadi. $\frac{Q}{C} = U_C = U_m \cos \omega t$ (14) Tok kuchi

$$I = \frac{dQ}{dt} = -\omega C U_m \sin \omega t = I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad (15) \quad I_m = \omega C U_m = \frac{U_m}{\frac{1}{\omega C}}$$

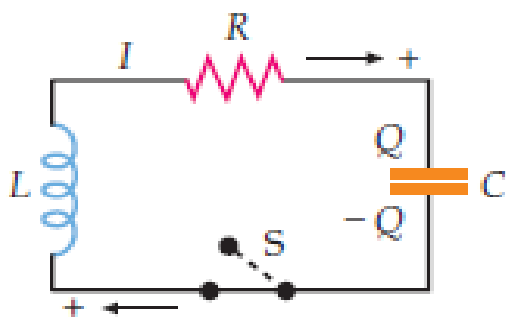
Bu ifodani Ohm qonuni bilan solishtirsak, maxrajdagi kattalik qarshilik bo'lish kerakligini



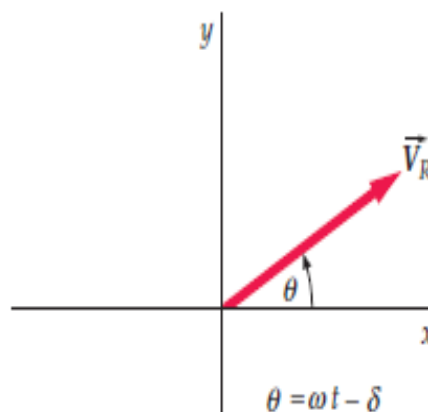
4-rasm

tushunamiz: $R_c = \frac{1}{\omega C}$ (16)

Bu kattalik reaktiv sig'imi qarshilik (yoki sig'im qarshilik) deyiladi. (16) ifoda o'zgarmas tok ($\omega = 0$ bo'lganda, $R_c = \infty$)



kondensatordagi kuchlanish tushishi



bo'lib o'zgarmas tok kondensator dan oqmasligini ko'rsatadi Shunday qilib,

5- rasm.

$$U_c = U_m \cos \omega t = \frac{1}{\omega C} I_m \cos \omega t \quad (17)$$

(15) va (17)ni solishtirib, kondensatordagi kuchlanish tushishi U_c kondensatordan oqayotgan tok kuchi I dan faza bo'yicha $\frac{\pi}{2}$ ga orqada qolishini ko'ramiz). O'zgaruvchan tok zanjirida R, L, C . O'zgaruvchan tok zanjirida R aktiv qarshilik, L induktivlikli g'altak, S sig'imli kondensatorlar ketma-ket ulangan holni ko'raylik (5-rasm). Zanjirga o'zgaruvchan kuchlanish berilganda zanjirning har bir elementida U_R, U_m

va U_c kuchlanish tushishlari ro'y beradi. 6 rasmda ular amplitudalarining vektor diagrammalari ko'rsatilgan.

Zanjirga qo'yilgan kuchlanish amplitudasi U_m kuchlanish tushishlarining vektor yig'indisiga teng bo'lmog'i kerak.

Zanjirdagi kuchlanish va tok kuchi. Zanjirdagi kuchlanishni hosil bo'lgan uchburchak yordamida quyidagicha aniqlaymiz: $U_m^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

$$\text{Yoki } U_m = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

Agar kuchlanish tushishlarining ifodalaridan foydalansak,

$$U_m = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \quad (1) \quad U_m Z = \sqrt{(\text{Im } R)^2 + \left[\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 \text{Im}\right]^2} \quad (2)$$

ni hosil qilamiz. Shuningdek, o'zgaruvchan tok zanjiridagi tola qarshilik:

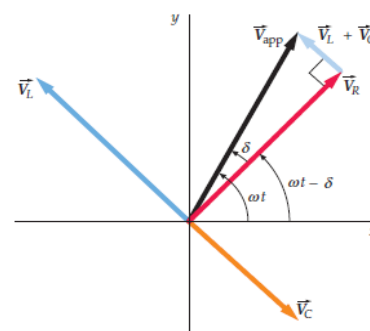
$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (3) \quad \text{Unda o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni:}$$

$$\text{Im} = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad (4)$$

6-rasm

Kuchlanish va tok kuchi orasidagi fazalar farqi. 6 rasmdan ko'rinib turibdiki, kuchlanish va tok kuchi orasidagi fazalar farqi α ga teng. Uni aniqlaymiz:

$$\text{tg } \alpha = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (5) \quad \text{Demak, zanjirdagi}$$



kuchlanish $U = U_m \cos \omega t$ qonun bo'yicha o'zgarsa, unda zanjirdan $I = \text{Im} \cos(\omega t - \alpha)$ tok kuchi oqadi.

To'la reaktiv qarshilik. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun

$$X = R_L - R_c = \omega L - \frac{1}{\omega C} \quad (6)$$

ifoda o'la reaktiv qarshilik deyiladi. (Reaktiv qarshilikdan tok o'tganda is-siqlik ajralmaydi.)

Kuchlanishlar rezonansi. Endi zanjirda reaktiv qarshilik nolga teng bo'lgan holni ko'raylik:

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \quad (7)$$

Unda zanjirda kuchlanishlar rezonansi ro'y berib, Om qonuni quyidagi ko'rinishni oladi: 7-rasm

$$I_m = \frac{U_m}{R} \quad (8)$$

Bunda zanjirdagi tok kuchi eng katta qiymatiga erishib, fazasi kuchlanish fazasi bilan mos keladi. Aktiv qarshilik, induktiv g'altak va kondensator ketma-ket ulangan o'zgaruvchan tok zanjiridagi rezonans kuchlanishlar rezonansi deyiladi. Bunga sabab induktiv g'altak va kondensatordagi kuchlanishlarning zanjirga kirishdagi kuchlanishdan ancha katta bo'lganligidir.

(7) ifodadan ω ni topamiz:

$$\omega_{rez} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (9)$$

Demak, chastota aynan shu shartni bajaruvchi qiymatni qabul qilganida, o'zgaruvchan tok zanjirida kuchlanishlar rezonansi ro'y beradi. ω_{rez} rezonans chastotasi deyiladi.

XIX asrning 90- yillarigacha bir fazali tokdan foydalanib kelingan bo'ib, generatordan iste'molchiga qadar ikkita sim tortilgan va asosan yoritishda foydalanilgan. Lekin bir fazali tok bilan ishlovchi kuchli elektr dvigatellarini yasash muvaffaqiyat-sizlikka uchragan. Shuning uchun ham ko'p fazali tokdan foydalanish g'oyasi paydo bolgan.

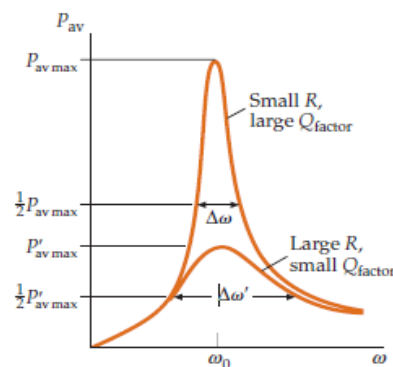
1889 — 1891 yillarda rus elektrotexnigi M. Dolivo-Dobrov o'lskiy uch fazali tok sistemasini taklif qildi. Bu taklif tez orada keng qo'llanila boshlandi. Ayniqsa, barcha elektrotexnik qurilmalar uch fazali tokda ishlay boshladi.

Elektr zanjirlarning uch fazali sistemi deb, EYuK ning fazalari bir-biridan 1/3 davrga siljigan, o'zgaruvchan tokning bir xil chastotali uchta elektr zanjiridan iborat sistemasiga aytiladi. Agar EYUK laming fazalari o'zaro teng bo'lsa, *simmetrik sistema* deyiladi. Uch fazali sistemaning har bir alohida zanjiri qisqacha qilib faza deyiladi. 3 rasmda eng sodda uch fazali tok generatorining sxemasi ko'rsatilgan.

Generator bir-biridan burchakka burilgan uchta o'ramdan iborat. Rotor o'zgarmas tezlik bilan aylanganda g'ltaklarda bir xil chastotali, bir xil amplitudali, lekin fazalari bir-biridan 1/3 - davrga farq qiluvchi o'zgaruvchan EYuK induksiyalanadi. O'ramlardagi EYuK lar quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$2 \text{ o'ramda: } E_2 = E_0 \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi);$$

$$3 \text{ o'ramda: } E_1 = E_0 \sin(\omega t - \frac{4}{3}\pi)$$





Uch fazali generatorning har bir o'rami mustaqil elektr energiyasi manbai bo'ladi. Demak, bunday generator uchta bir fazali tok generatori jamlamasiga teng kuchli ekan. Agar bu generatorlarni birbirlari bilan bog'lanmagan deb hisoblasak, unda uch fazali generatordan elektr energiyani iste'molchiga uzatish uchun olti-

ta o'tkazgich kerak bo'ladi. Bunday sistema o'ta noqulaydir. Shuning uchun ham tutashtiruvchi simlar sonini kamaytirish maqsadida generator o'ramlarini yulduz yoki uchburchak usulida ulashdan foydalaniladi. O'zbekistonda elektr energiya ishlab chiqarishning holati. Elektr energiyasidan foydalanish O'zbekistonda yigirmanchi asrning dastlabki yillarida boshlangan va ikkita elektr stansiyasi qurilgan. Ularning biri Toshkent shahridagi tramvayni elektr bilan ta'minlash, ikkinchisi esa shaharni yoritish uchun ishlatilgan.



8-rasm

Keyinchalik gidroelektr stansiyalari qurila boshlangan. Yigirmanchi asr 50-yillarining ikkinchi yarmiga kelib, O'zbekistonda tabiiy gazning juda boy zaxiralarining topilishi elektr energiyasi ishlab chiqarishni keskin oshirish imkoniyatlarini vujudga keltirdi. 60 — 70-yillarda tabiiy gaz negizida ishlaydigan Toshkent, Navoiy, Taxiatosh, Sirdaryo issiqlik elektr stansiyalari, Angren ko'mir koni asosida ishlaydigan Angren issiqlik elektr stansiyalari ishga tushirilishi natijasida umumiy elektr ishlab chiqarishda issiqlik elektr stansiyalarining hissasi 80% ga yetdi, Shu bilan birga elektr uzatish liniyalari va shaharlar yaqinida kichik stansiyalarni barpo etish davom ettirildi. Hozir o'zbekiston energetika sistemasi yiliga 55 milliard kVt • soatdan ortiq elektr energiyasi ishlab chiqara olish quwatiga ega bo'lgan 37 ta issiqlik va gidroelektr stansiyalaridan iboratdir.

Barcha kuchlanishlardagi elektr tarmoqlarining umumiy uzunligi qariyb 228 ming km ni tashkil qiladi. Ularning 5,5 ming km — 220 kV li, 1,7 ming km esa 500 kV li yuqori kuchlanishli liniyalardir.

Elektrlashtirish istiqbollari. O'zbekistonda gidroelektr stansiyalarning soni yigirma yettita, 1995- yilda ularda 6331,2 mln. kVt. soat elektr energiyasi ishlab chiqarildi. Istiqbolda Pskom daryosi, To'palang, Hisorak, Ohangaron suv omborlarida gidroelektr stansi-yalarini qurish mo'ljallangan. (Yirik gidroelektr stansiyaari ro'yxati 1- jadvalda keltirilgan.)

Issiqlik elektr stansiyalarining qurilishi natijasida 1995 yilda energetika sistemasining o'rnatilgan quvatlari 11,3 ming MVt ga yetdi. Yaqin yillarda Yangi Angren va Tollimarjon issiqlik elektr stansiyalarini ishga tushirish rejalashtirilgan. (Yirik gidroelektr stansiyalari ro'yxati 1-jadvalda keltirilgan.)

1-jadval O'zbekistondagi eng yirik gidroelektr stansiyalari

Nomi	O'm atilgan	Tu rbinalar	Qurilgan yili	Suv manbayi
Chorvoq	620,	4	1970-1972	Chirchiq
Xo'jaken	165	3	1976	Chirchiq
G'azalke	120	3	1980-1981	Chirchiq
Farhod	126	4	1948-1949	Sirdaryo

Respublikamizda qayta tiklanuvchan energiya manbalarini rivojlantirish, birinchi navbatda gidroenergetika salohiyatidan foydalanish borasida ma'lum ishlar amalga oshirilmoqda.

Kompaniya tomonidan mavjud GESlarni modernizatsiyalash va rekonstruksiya qilishga oid investitsiya loyihalarini amalga oshirishga tayyorlash bo'yicha ishlar boshlab yuborilgan. Quyi Bo'zsuv GESlar kaskadidagi 14-GES va Farhod GESni modernizatsiyalash va rekonstruksiya qilish ko'zda tutilmoqda. Dasturda nazarda tutilgan tadbirlarni bajarish natijasida 2015 yilga kelib energetika tizimlarining barqaror ishlashini ta'minlash va energetikani yanada rivojlantirish, yiliga 1 mlrd. m³ dan ziyod hajmda tabiiy gazni tejashga erishish, elektr energiyasi hosil qilishga ketadigan energiya solishtirma sarfini 13% ga, atmosferaga chiqarib yuboriladigan zararli chiqitlar hajmini 10% ga kamaytirish rejalashtirilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirishga doir chora-tadbirlar to'g'risida"gi 01.03.2013 yil PQ-4512-sonli farmoni va "Xalqaro quyosh energiyasi institutini tashkil qilish to'g'risida"gi 01.03.2013 yil PQ-1929-sonli qarorini bajarish doirasida "Fizika-quyosh" ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi bazasida quyosh energiyasi instituti tashkil qilindi. "O'zbekenergo" DAK ushbu institutning ta'sischilaridan biri hisoblanadi

Nazorat savollari

1. O'zgaruvchan tokning oniy quvvati.
2. o'zgaruvchan tokning o'rtacha quvati.

3. Tok kuchi va kuchlanishlarning effektiv qiymatlari nimaga teng?
4. o'zgaruvchan tok quvati, tok kuchi va kuchlanishlarning effektiv qiymati ifodalari.
5. Quvvat koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
6. Agar zanjirda reaktiv qarshilik bo'lmasa, quwat nimaga teng bo'ladi?
7. Agar zanjirda aktiv qarshilik bo'lmasa, o'rtacha quvvat nimaga teng bo'ladi?
8. Nima uchun quwat koeffitsientining qiymati birdan juda kichik bo'lishi yaxshi emas?
9. Quwat koeffitsientining eng maqbul qiymati nimaga teng?
10. O'zgaruvchan tokning T vaqt davomidagi o'rtacha ishi nimaga teng?
11. Induktivlik so'zi nimani anglatadi?
12. Induktivlik konturdan oqayotgan tok kuchiga bogliqmi?
13. Induktivlik konturning qanday qobiliyatini xarakterlaydi?
14. Induktivlikning SI dagi birligi va u qanday induktivlik?
15. Induktivlik konturning o'lchamiga va shakliga bog'liqmi?
16. Solenoidning bo'shliqdagi induktivligi.
17. Muhitning magnit singdiruvchanligi nimani ko'rsatadi?
18. o'zinduksiya deb qanday hodisaga aytiladi?
19. o'zinduksiya EYuK nimaga teng?
20. o'zinduksiya hodisasini qanday kuzatish mumkin?
21. o'zinduksiya EYuK qanday vujudga keladi?
22. O'zaro induksiya deb qanday hodisaga aytiladi?
23. Ikkinchi konturda EYuK qanday vujudga keladi?
24. o'zinduksiya EYuK nimaga teng?
25. Konturlarning o'zaro induktivligi nimaga teng?

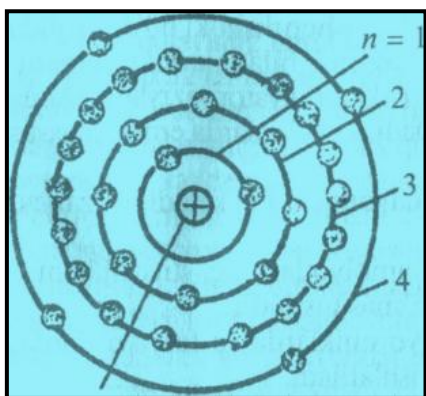
Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: **Physiks For Scientists and Engineerers.** W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 960-976 pp. 2008 y. 996-1022 pp.
2. Raymond A. Serway – Emeritus: **Physics for Scientists and Engineers,** James Madison University. John W. Jewett - California State Polytechnic University, Pomona. 1033-1066 pp. 967-1033 pp

9- Mavzu: Yarim o'tkazgichlar. Yarim o'tkazgichlardagi xususiy va aralashmali elektr o'tkazuvchanligi

1. Yarim o'tkazgichlar.
2. Yarim o'tkazgichlardagi xususiy elektr o'tkazuvchanlik.
3. Yarim o'tkazgichlarda aralashmali o'tkazuvchanlik.
4. Donor va akseptor aralashmalar. n va p- tip o'tkazuvchanlik.
5. Suyuqliklarda tok.
6. Elektrolitlar. Kationlar va anionlar.
7. Elektrolitik dissotsiatsiya. Ionlarning rekombinatsiyalanishi.
8. Elektroliz hodisasi. Elektroliz uchun Faradey qonunlari.
9. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent. Faradey doimiysi.
10. Texnikada elektrolizni qo'llanishi.

Tayanch iboralar: yarim o'tkazgichlar, izolyatorlar, xususiy o'tkazuvchanlik; n- va p- tip o'tkazuvchanliklar; aralashmali o'tkazuvchanlik; donor aralashma; akseptor aralashma; yarim o'tkazgichlar o'tkazuvchanligining temperaturaga va yoritilganlikka bog'liqligi. Elektrolitlarda elektr toki; elektrolitik dissotsiatsiya; dissotsiatsiyalanish darajasi; elektroliz. Faradeyning birinchi qonuni; birinchi qonunining fizik ma'nosi; Faradeyning ikkinchi qonuni; elektrokimyoviy ekvivalent.



Yadr

1- rasm.

Elektr o'tkazuvchanlik qobiliyatiga qarab, qattiq jismlar o'tkazuvchilarga, yarim o'tkazuvchilarga va izolyatorlarga

bo'linadi. Ular bir-biridan farq qilishiga sabab atom elektron qobiqlarining turlichaligidir.

Ma'lumki, istalgan elementning atomi musbat zaryadlangan yadro va yadro atrofida harakatlanadigan elektronlardan tashkil topgan. Yadro musbat zaryadlangan proton va elektroneytral neytronlardan iborat. Yadro zaryadi Z undagi protonlar soni bilan aniqlanadi va shu

elementning Mendeleyev davriy sistemasidagi tartib nomeri bilan mos keladi. Atom yadrosi atrofida yopiq orbitalar bo'ylab harakatlanadigan elektronlar soni ham Z ga teng va shuning uchun ham atom elektroneytral. Atomdagi elektronlar ma'lum « $n=1$, $n=2$, $n=3$ orbitalar (qobiqlar) bo'ylab joylashadi. Har bir orbitada $2n^2$ ta elektron joylashishi mumkin va ularning energiyalari ham bir xil. Har bir qobiqdagi elektronlarning energiyalari mos ravishda E_1 , E_2 , ... deb belgilanadi.

Orbitalar orasida man qilingan energetik sath ΔE mavjud bo'lib, uning kengligi elektron orbitalarda ega bo'lishi mumkin bo'lgan energiyalar farqi bilan aniqlanadi:

2-rasm.

Energetik sathlar. Kvant mexanikasi qonunlariga muvofiq atomdagi har bir elektron ma'lum bir energiyaga ega bo'lishi, ya'ni ruxsat etilgan ma'lum energetik sathdagina turishi mumkin. Elektron boshqa energetik sathlarda bo'lishi mumkin emas, chunki bu sath ular uchun man qilingan deyiladi.. Bordi-yu, biror atomga ikkinchisini 1 nm dan kichikroq masofaga yaqinlashtir-sak, energetik sathlar o'zgarib ketishi mumkin. Kristall hosil bo'lishida ener-getik sathlarning keskin o'zgarishi ro'y berib, alohida atomlarning sathlari ancha suriladi.

Energetik zonalar. Kristalda ko'p miqdorda energetik sathlar avjudligi va oralaridagi farq kichikligi sababli ular qo'shilishib, ancha keng energetik zonalami hosil qilishadi. Bu ruxsat etilgan zonalami bir-birlaridan man qilingan zonalar ajratib turadi (2 rasm). Sathlarning yoyilishi atom elektronlarining barchasiga xos bo'lgan xususiyatdir. Lekin yoyilish qiymati hamma sath uchun har xil. Masalan, ichki elektronlar uchun juda kam, keyingilari uchun kattalasha boradi. Zonalar tuzilishini asosan valent elektronlarning yoyilgan sathlari aniqlaydi.

Energetik zonaning kengligi kristallning o'lchamlariga bog'liq bo'lmay, kristallning tuzilishiga, ya'ni uni hosil qiuuvchi atomlarning tabiatiga bog'liqdir.

Yuqorida qayd etilganidek, germaniyni eng tashqi qobig'idagi elektronlar eng ionlashtimvchi energiyaga ega bo'ladi. Aynan shu elektronlar toza germaniyni elektr o'tkazuvchanligini aniqlaydi. Tashqi valent elektronlarning energetik sathlari valent yoki to'ldirilgan zonani tashkil qiladi. Bu zonadagi biror elektronni erkin qilish uchun ma'lum energiya sarflash kerak. Demak, erkin holatdagi elektronlar yanada yuqoriroq energetik sathni egallar ekan. Valent zonadan yuqoriroqda joylashgan va undan man qilingan zona bilan ajratilgan bo'sh yoki elektronlar bilan qisman to'ldirilgan yuqori energetik sathlar o'tkazish zonasiga deyiladi. o'tkazgichlar, yarim o'tkazgichlar, izolyatorlar. Elektronni valent zonadan o'tkazish zonasiga o'tkazish uchun tashqaridan ma'lum energiya berish kerak. Elektron turg'un holatdan (to'ldirilgan holatdan) erkin holatga (o'tkazish zonasiga) o'tishda yengish kerak bo'lgan man qilingan zonaning kengligi qattiq jismlarni metallar, yarim o'tkazgichlar va izolyatorlarga ajratishning asosiy mezonlaridan biridir. Bunga 3-rasmda keltirilgan sxemalardan osongina ishonch hosil qilish mumkin.

Zonalarning elektronlar bilan to'ldirilganligi va man qilingan zonaning kengligiga qarab to'rtta hol bo'lishi mumkin.

1. Eng yuqori zona elektronlar bilan qisman to'ldirilgan, ya'ni unda bo'sh sathlar mavjud. Bu holda elektron juda kam fnergiya olganda ham shu zonaning

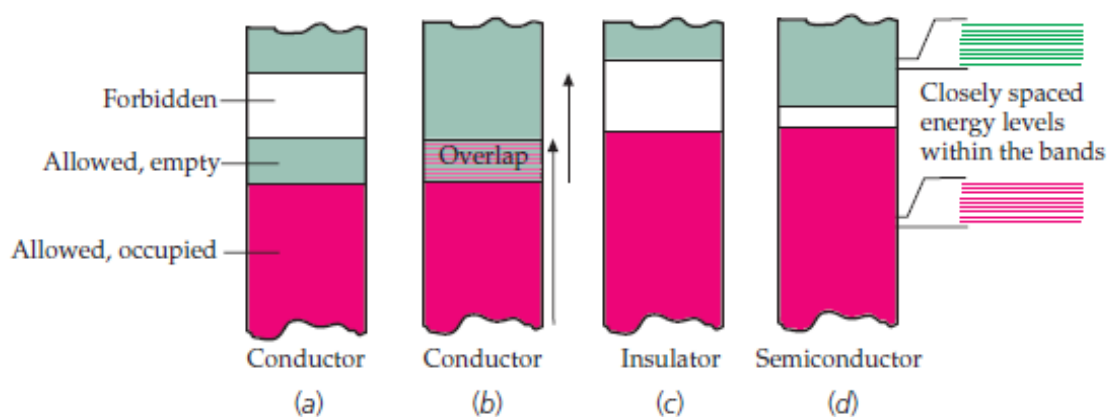
yuqoriroq energetik sathiga o'tishi, ya'ni erkin bo'lib, tok o'tkazishda ishtirok etishi mumkin. Demak qattiq jismda qisman to'ldirilgan zona mavjud bo'lsa, bu jism elektr tokini o'tkazadi. Aynan shu xususiyat metallarga xosdir.

2. Agar valent zona va o'tkazish (erkin) zonasi bilan qisman ustma-ust tushsa ham, qattiq jism elektr tokini o'tkazuvchi bo'ladi. Bu Mendeleyev elementlar davriy sistemasidagi II guruh elementlari Be, Mg, Ca, Zn ...larga xos xususiyatdir.

Energetik sathlari faqat valent zona va o'tkazish zonasidan iborat qattiq jismlar, man qilingan zonasining kengligiga qarab dielektriklar va yarim o'tkazgichlarga ajratiladi.

Agar kristallning man qilingan zonasining kengligi bir necha elektron-volt bo'lsa, issiqlik harakati elektronni valent zonadan o'tkazish zonasiga sakrata olmaydi va bunday kristallga dielektriklar deyiladi. Agar man qilingan zona uncha katta bo'lmasa ($\Delta E = 1$ eV), elektronni valent zonadan o'tkazish zonasiga issiqlik yoki biror boshqa ta'sir bilan ko'chirish mumkin. Bunday kristallarga yarim o'tkazgich-lar deyiladi. Masalan, germaniy uchun $\Delta E = 0,72$ eV, kremniy uchun $\Delta E = 1,1$ eV ni tashkil qiladi.

Shunday qilib, o'tkazgichlar uchun man qilingan zonaning kengligi nolga teng, yarim o'tkazgichlar uchun 2eV dan oshmaydi, dielektriklar uchun esa 2 eV dan katta bo'ladi.



3- rasm

Yarim o'tkazgichlarning tuzilishi. Misol uchun yarim o'tkazgichning tipikvakili bo'lgan germaniyni qaraylik. Uning tartib nomeri 32 va to'rtta elektron qobig'i mavjud: 1-qobiqda 2 ta; 2-qobiqda 8ta, 3-qobiqda 18 ta, 4- qobiqda esa 4 ta elektron joylashgan (25-rasm). Uchta ichki qobiqdagi elektronlar turg'un bo'lib, kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etmaydi. Oxiigi to'rtinchi qobiqdagi elektronlar esa atom yadrosi bilan juda kuchsiz bog'langan.

Aynan shu elektronlar elementning boshqa atomlarining nechtasi bilan kimyoviy bog'lanishga kira olish qobiliyatini ko'rsatib, mazkur elementning valentligini aniqlaydi. Shuning uchun ham oxirgi qobiqdagi elektronlarga tashqi yoki valentli elektronlar deyiladi. Tashqi qobig'ida to'rtta elektroni mavjud bo'lgan germaniyning

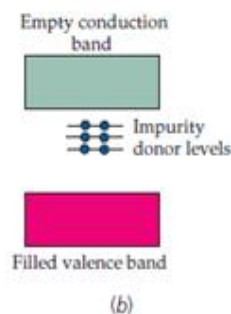
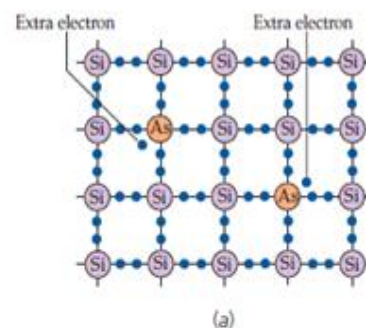
valentligi to'rtga teng. Mazkur atomga boshqa atomlar yaqinlashganida valent elektronlar boshqa atomning valent elektronlari bilan oson ta'sirlashadi va kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Atom qobig'iga ma'lum energiya berilganda atomni ionlashuvi ro'y berishi mumkin. Aynan so'nggi qobiqdagi elektronni ozod qilish uchun eng kam energiya taqozo qilinadi. Xususiy o'tkazuvchanlik. Yuqorida qayd etilganidek, yarim o'tkazuvchilarning elektr o'tkazuvchanligi metallarning elektr o'tkazuvchanligidan yomon, dielektriklaridan esa yaxshiroqdir. Tabiatda yarim o'tkazgich elementlar va yarim o'tkazgich kimyoviy birikmalar mavjuddir. Shuning uchun harn ularni xususiy va aralashmali yarim o'tkazgichlarga ajratishadi. Kimyoviy toza yarim o'tkazgichlarga xususiy yarim o'tkazgichlar, o'tkazuvchanligiga esa xususiy o'tkazuvchanlik deyiladi. Ularga germaniy — Ge, selen — Se va ba'zi kimyoviy birikmalar kiradi.

Boshqa tashqi sabablar bo'lmaganda xususiy yarim o'tkazgichlar o'zlarini dielektriklardek tutishadi.

n-tip o'tkazuvchanlik. Temperatura ortishi bilan valent zonasining yuqori sathidagi elektronlar o'tkazish zonasining quyi sathlariga sakrab o'tadi. Kristallga elektr maydoni qo'yilganda esa ular maydonga qarshi harakatga kelib elektr toki hosil qildi. Xususiy yarim o'tkazgichlarning elektron bilan bog'liq o'tkazuvchanligi elektron o'tkazuvchanlik yoki (yunoncha *negate* ve — manfiy so'ziga asosan) n-tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

p-tip o'tkazuvchanlik. Elektronlar sakrab o'tkazish zonasiga o'tib ketgandan so'ng, valent zonada bo'sh o'rinlari qolib, ularga teshiklar deyiladi. Tashqi elektr maydoni ta'sirida elektronning bo'sh o'rni — teshikni qo'shni sathdagi boshqa elektron egallashi mumkin. Bunda teshik ham ko'chgan elektronning o'rniga o'tadi. Bu jarayon davom etsa go'yoki teshik elektronlar harakati yo'nalishiga teskari yo'nalishda ko'chib yurgandek bo'ladi. Ya'ni go'yoki zaryadi elektron zaryadiga teng, ishorasi musbat bo'lgan zaryadning ko'chishi ro'y beradi. Xususiy yarim o'tkazgichlarning kvazizarralar — teshiklar harakati bilan bog'liq o'tkazuvchanligi teshikli o'tkazuvchanlik yoki (yunoncha *positive* — musbat so'ziga asosan) p-tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

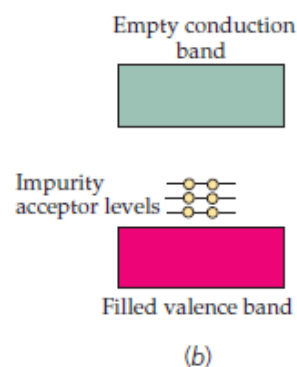
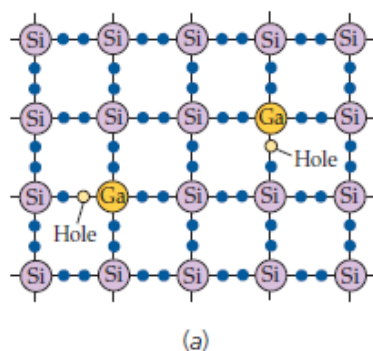
Kimyoviy toza yarim o'tkazgichlarda o'tkazish zonasiga o'tgan elektronlar soni valent zonasida hosil bo'lgan teshiklar soniga teng



bo'ladi va ularning har ikkalasi ham elektr toki hosil qilishda ishtirok etadi. Shu bilan birga elektronlarning harakatchanligi teshiklarnikiga nisbatan katta bo'lganligi uchun teshikli tok umumiy tokning yarmiga teng bo'lolmaydi. Shunday bo'lsa-da, yarim o'tkazgichlarning solishtirma o'tkazuvchanligi elektronli va teshikli o'tkazuvchanliklarning yig'indisidan iborat bo'ladi. Zaryad tashuvchilar, ya'ni elektronlar va teshiklar xususiy zaryad tashuvchilar bo'lganligi uchun ham ular vujudga keltiradigan o'tkazuvchanlikka xususiy o'tkazuvchanlik deyiladi.

Aralashmali o'tkazuvchanlik. Yuqorida ta'kidlanganidek, yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi elektronlarning va teshiklarning konsentratsiyasi va ularning harakatchanligiga bog'liq. Shuning uchun ham turli usullar bilan yarim o'tkazgichlardagi zaryad tashuvchilar sonini ko'paytirishga harakat qilinadi. Bunday usullardan biri aralashmalar kiritishdir. Yarim o'tkazgichlarning ko'pchiligiga aralashmalar kiritilib, ularning elektr o'tkazuvchanligi yaxshilanadi. Aralashmalar ikki xil: donor va akseptor bo'lishi mumkin. 4- rasm

Donor aralashma.
Agar to'rt valentli germaniyaning kristall panjarasiga beshta valent elektronli mishyak, surma va shunga o'xshash moddalarning atomlari aralashma sifatida kiritilsa,



yarim o'tkazgichdagi elektronlarning konsentratsiyasi keskin ortadi. Bunga sabab aralashma atom elektronlarining to'rttasi germaniy atomi bilan kimyoviy bog'lanish hosil qilishda qatnashib, beshinchisining bo'sh qolishidir. Natijada uning o'z atomi bilan bog'lanishi juda kuchsiz bo'lib, uni osongina tark etishi va «erkin» elektronga aylanishi mumkin. Shunday qilib, bu holda aralashma atomlar o'z elektronlarini beradi, ya'ni elektronlar donori bo'ladi va shuning uchun ham donor aralashma deyiladi. Donor aralashmada elektr o'tkazuvchanlik erkin elektronlar harakatining natijasi bo'lganligi sababli unga elektronli yoki n -tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

Akseptor aralashma. Agar germaniyaning kristall panjarasiga uchta valent elektronli indiy, galliy va shunga o'xshash moddalarning atomlari aralashma sifatida kiritilsa, yarim o'tkazgich o'tkazuvchanligining xarakteri o'zgaradi. Bunga sabab germaniyaning atomi bilan juft elektron bog'lanish hosil qilish uchun indiy atomida bitta elektron yetishmaydi. Boshqacha aytganda, bu ikki atom orasida to'ldirilmagan valent bog'lanish, ya'ni teshik vujudga keladi va shuning uchun ham aralashmaga akseptor aralashma deyiladi

5- rasm.

Kristalldagi teshiklar soni aralashma atomlar soniga teng bo'ladi. Akseptor aralashmada elektr o'tkazuvchanlik teshiklar harakatining natijasi bo'lganligi sababli unga teshikli yoki p-tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

Yarim o'tkazgichlar o'tkazuvchanligining temperaturaga bogliqligili

Bizga ma'lumki, temperatura ortishi bilan metallarning elektr o'tchanligi yomonlashadi va bunga sabab molekular bilan ko'proq to' shishi natijasida elektronlar harakatchanligining yomonlashishidir.

Garchi yarim o'tkazgichlarda ham temperatura ortishi bilan xuddi metallardagidek sabablarga ko'ra, elektronlarning va teshiklarning harakatchanligi yomonlashsa-da, u muhim rol o'ynolmaydi. Chunki yarim o'tkazgichlar qizishi bilan valent elektronlarning kinetik energiyasi ortadi va ular man qilingan zonadan o'ta olish xususiyatiga ega bo'lib qolishadi. Natijada erkin elektronlarning soni ortib, yarim o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi yaxshilanadi.

Shu bilan birga past temperaturalarda metallar va yarim o'tkazgichlar orasidagi farq ortadi, chunki yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi yomonlashadi. Demak, past temperaturalarda yarim o'tkazgichlar dielektriklarga o'xshab ketib, ular orasidagi farq kamayadi.

Distillangan suv elektr tokini o'tkazmaydi. Agar unga ozroq tuz qo'shilsa, elektr tokini o'tkazuvchiga aylanadi. Demak, ba'zi moddalarning suvdagi eritmasi elektr tokini o'tkazish xususiyatiga, ya'ni zaryad tashuvchi zarralarga ega bo'lib qolar ekan.

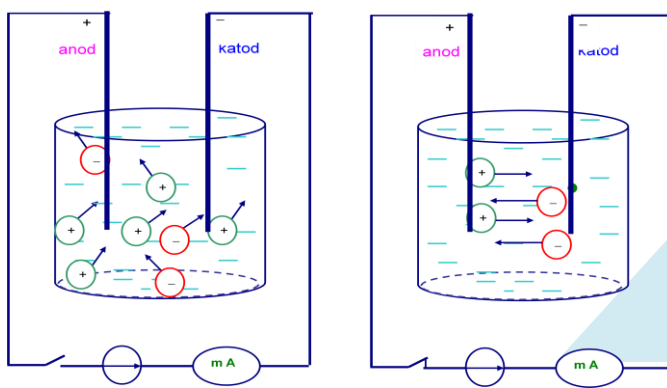
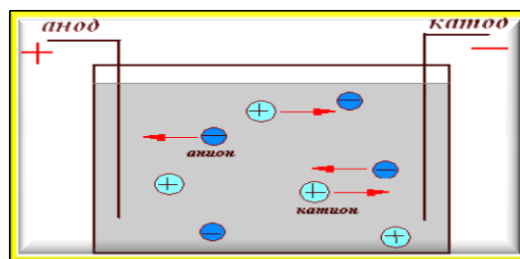
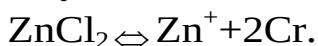
Erituvchida eriganda ionlarga ajraladigan moddalar elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarda iyyad tashuvchi zarralar ionlar bo'ladi. Shuning uchun ham bunday o'tkazuvchanlikka ionli o'tkazuvchanlik deyiladi. Ionlarning vujudga kelishiga sabab, elektroliteriganda uning molekulari erituvchi molekularining elektr maydoni ta'sirida musbat va manfiy zaryadlangan ionlarga ajralishidir. Elektrolitdagi ionlarning tashqi maydon ta'siridagi batartib harakati elektrolitlarda elektr toki deyiladi.

1-rasm

Elektrolitik dissotsiatsiya. Elektrolit eriganda molekularining musbat va manfiy

zaryadlangan ionlarga ajralishi elektrolitik dissotsiatsiya deyiladi. Natijada eritmada musbat ionlar (kationlar) va manfiy ionlar (anionlar) hosil bo'ladi. Odatda kationlar metallar va vodorodning ionlari, anionlar esa kislota qoldiqlari va gidroksil gruppalar boladi.

Dissotsiatsiya jarayoni quyidagicha yoziladi :



2-rasm

o'ng tomonga yo'nalgan strelka dissotsiatsiyani, chap tomonga yo'nalgan strelka esa — rekombinatsiyani, ya'ni turli ismli zaryadlangan ionlar birlashib neytral molekular hosil qilishini ko'rsatadi.

Dissotsiatsiyaning darajasi. Moddalarning dissotsiatsiyanishini xarakterlash maqsadida dissotsiatsiyaning darajasi tushunchasi kiritiladi. Dissotsiatsiyaning darajasi α deb ionlarga dissotsiatsiyalangan molekular soni n_Q ning moddadagi molekularning umumiy soni n ga nisbatiga aytiladi: $\alpha = n_Q/n$ (1)

α ning qiymatiga qarab, moddalar kuchli ($\alpha=1$) va kuchsiz (α nolga yaqin) elektrolitlarga bolinadi. Kuchli elektrolitlarga tuzlar, ba'zi organik kislotalar va ularning asoslari kirs, kuchsizlarga minerallar kiradi.

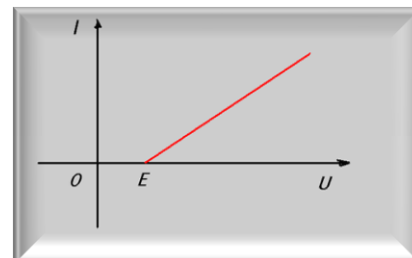
Dissotsiatsiyaning darajasi, shuningdek, erituvchining tabiatiga, temperaturasiga, bosimga va boshqa faktorlarga ham bog'liq bo'ladi. Ayniqsa, u erituvchining dielektrik singdiruvchanligiga bog'liq. Dielektrik singdiruvchanlik qancha katta bolsa, molekula tashkil qilgan ionlarning o'zaro ta'sir kuchlari shuncha kichik bo'ladi va Kulon qonuniga muvofiq, ichki molekulyar aloqalarni uzish shuncha oson bo'ladi. Dissotsiatsiyaning darajasi, shuningdek, eritmaning konsentratsiyasi va temperaturasiga bog'liq. Temperatura ortishi bilan molekularning kinetik energiyasi ortadi, bu esa molekularning o'zaro to'qnashib ionlashish ehtimolini orttiradi.

Elektroliz. Tashqi elektr maydon bo'lmaganda eritmani tashkil qiluvchi qarama-qarshi ishorali ionlar va molekular betartib harakat holatida bo'ladi. Agar eritmaga elektr maydon ta'sir etsa, ionlarning harakati tartibga tushadi. Elektrolitda elektr tokini sim orqali tok manbaiga ulangan elektrolitlarni tushirish bilan hosil qilish mumkin. 3-rasmda suyuqliklardan elektr toki o'tganda tok kuchining kuchlanishga bog'liqligi ya'ni voltamper xarakteristikasi berilgan. 4-rasmda esa tok kuchining qarshilikka va qarshilikning temperaturaga bog'lanish grafiklari keltirilgan.

3-rasm

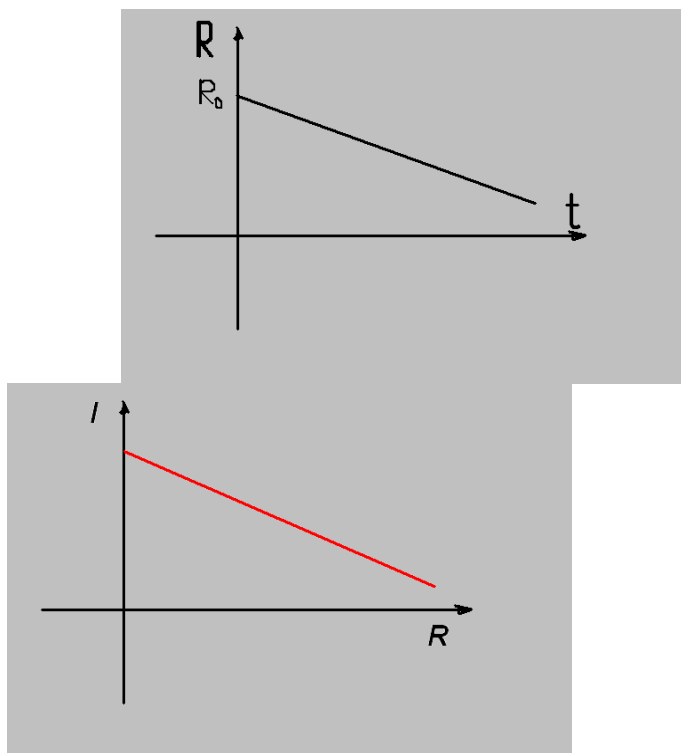
Elektr maydoni ta'sirida kationlar manfiy elektrod katodga (K) qarab, anionlar esa musbat elektrod anodga (A) qarab harakatlana boshlaydi. Shuni ta'kidlash lozimki, onlarning tezligi juda kichik (masalan, $E=10^2$ V/m bo'lganda vodorod ionlarining tezligi $y \ll 3,3 \cdot 10^{-5}$ m/s) bo'ladi. Natijada elektrolitlarda zaryadlangan zaralarning batartib harakati, ya'ni elektr toki vujudga keladi. Tok kuchi elektrolitning ma'lum kesimidan o'tuvchi zaryadning (har ikkala ishorali ham) vaqtga nisbatiga teng. Elektr tokining zichligi esa Om qonuniga muvofiq aniqlanadi:

$$J = E / \rho \quad (2)$$



Bu yerda ρ — elektrolitning solishtirma qarshiligi. Metallardagidan farqli ravishda elektrolitning solishtirma qarshiligi temperatura ko'tarilganda kamayadi, solishtirma o'tkazuvchanligi ortadi. Elektrolitdan tok o'tganda elektroliz hodisasi ro'y beradi.

Elektrolitdan tok o'tganda tarkibiga kiruvchi moddalarning elektrodlarda ajralib chiqishiga elektroliz hodisasi deyiladi.



4-rasm

Elektrolitlarda tok o'tishi moddaning ko'chishi bilan bog'liq bo'lganligi sababli ular ikkinchi tur o'tkazgichlar deyiladi.

Faradeyning birinchi qonuni. 1833- yil M Faradey elektroliz qonunlarini yaratdi. Faradeyning birinchi qonuni: elektrodda ajralib chiqadigan moddaning massasi m elektrolitdan o'tgan iyyad miqdori Q ga proporsional:

$$m = kQ \quad (3)$$

$$m = kIt, \quad (4)$$

bu yerda $I=Q/t$ elektrolitdan t vaqtda oqib o'tgan o'zgarmas tok kuchi.

Birinchi qonunning fizik ma'nosi. Birinchi qonunning fizik ma'nosini tushunish uchun elektroliz va ionli o'tkazish mexanizmini batafsilroq o'rganamiz. Elektrolitdan qancha ko'p zaryad miqdori o'sa, shuncha ionlar elektrodga yetib keladi. Musbat ionlar katodga yetib kelib o'ziga yetmagan elektronlarni oladi va neytral atomga aylanib katodga yopishib qoladi. Manfiy ionlar esa anodga tegishi bilan ortiqcha elektronlarini berib, u ham anodga yopishib qoladi. Elektrodga yopishadigan har bir ion o'i bilan qanchadir elektr zaryadini olib keladi. Demak, barcha ionlar tashiydigan to'la zaryad elektrodga yopishib qoladigan ionlar soniga, ya'ni ajraladigan modda massasiga proporsionaldir.

Elektrokimyoviy ekvivalent. (1) ifodadagi proporsionallik koeffitsienti k moddaning *elektrokimyoviy ekvivalenti* deyiladi. U elektrolizda elektrodda ajralib chiqqan modda massasining elektrolit orqali o'tgan zaryad miqdoriga nisbatiga tengdir.

1-jadval Ba'zi moddalarning elektrokimyoviy ekvivalenti

Modda	k, 10 ⁻⁶ kg/C
Kumush	1,118
Vodorod	0,01045
Mis	0,3294
	0,0388

Faradeyning ikkinchi qonuni. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti uning atom (molekulyar) massasi A ning valentlik n ga nisbatiga to'g'ri proporsional:

$$k = \frac{1 \cdot A}{Fn} \quad (5)$$

Atom (molekulyar) massaning valentlikka nisbatiga *kimyoviy ekvivalent* deyiladi.

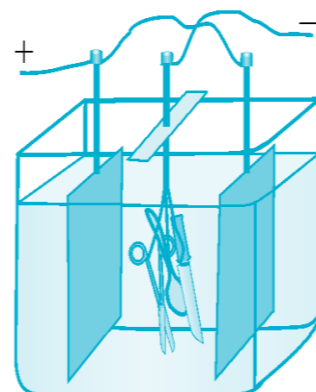
Bu ifodadagi F Faradey doimiysi deyiladi. Uning fizik ma'nosini aniqlash uchun (3)

ga (5)ni qo'yamiz $m = \frac{1 \cdot A}{Fn} Q \quad (6)$

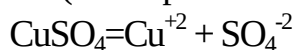
Faradeyning elektroliz uchun umumlashgan qonuni deyiladi.

Faradey doimiysi elektrolizda elektrodda ajralib chiqadigan massa moddaning kimyoviy ekvivalentiga teng bo'lishi uchun elektrolitdan o'tishi kerak bo'lgan zaryad miqdorini ko'rsatadi. Faradey sonining qiymati tajribada aniqlangan va $F = 9,648 \cdot 10^4 \text{ Kl/mol}$.

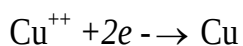
5-rasm



Sof moddalarni ajratish. Elektroliz hodisasi texnikada va sanoatda keng qo'llaniladi. Bu usul bilan toza moddalar: temir, marganes, xrom, mis, rux, xlor, ftor va boshqa moddalar ajratib olinadi. Masalan, toza misni mis sulfat eritmasidan (mis kuporosidan) ajratib olishdan oldin dissotsiatsiya ro'y beradi:



So'ngra esa mis kationlari elektr maydoni ta'sirida katodga tomon harakat qiladi va unda neytrallashib mis atomini hosil qiladi:



Galvanotexnika. Metallardan yasalgan detallar va asboblarni zanglamaydigan qoplama bilan qoplash usuli galvanotexnika ham sanoatda keng qo'llaniladi. Tez oksidlanadigan metallardan yasalgan narsalarning sirti qiyin oksidlanadigan: nikel, kumush, rux va boshqalar bilan qoplanadi. Nikellangan buyumlar: samovar, choynak, pichoq, qoshin sanchqilar shu usul bilan hosil qilinadi (5-rasm). Narsalarning sirtini

oksidlanmaydigan metallar bilan qoplash galvanostegiya deyiladi. Bu usul eng arzon, qulay va tez bajariladigan usuldir.

Masalan, nikel bilan qoplash kerak bo'lgan buyumni yaxshilab tozalab, so'ngra elektrolitik vannaga tushiriladi. Vannaga nikelning ikkilamchi tuzining ammiakdagi eritmasi solinadi. Anod sifatida rtikel parchasi olinsa, buyum katod vazifasini o'taydi. Ma'lum vaqt tok o'tkazilib, nikel qatlami kerakli qalinligi hosil qilinadi.

Buyumlarni kumush yoki oltin bilan qoplashda kumush va oltin tuzlarining eritmalaridan foydalaniladi. Biror shaklni hosil qilish uchun buyum sirtiga metallni elektrolitik cho'ktirish usuli galvanoplastika deyiladi. Galvanoplastika 1836- yilda rus fizigi B.Yakobi tomonidan kashf etilgan bo'lib, tezda sanoatda keng qo'llanila boshladi.

U turli barelyeflar (naqsh), haykalchalar nusxasini tayyorlash-da, kredit kartochkalari va boshqa qog'ozlarni chiqarish uchun klishe tayyorlashda foydalaniladi.

Nazorat savollari

1. Xususiy yarim o'tkazgichlar deb qanday yarim o'tkazgichlarga aytiladi? Misollar keltiring.
2. Xususiy o'tkazuvchanlik deb qanday o'tkazuvchanlikka aytiladi?
3. OK da xususiy yarim o'tkazgichlar o'zlarini qanday tutadilar?
4. *n-tip* o'tkazuvchanlik deb qanday o'tkazuvchanlikka aytiladi?
5. *n-tip* o'tkazuvchanlik qanday vujudgakeladi?
6. *p-tip* o'tkazuvchanlik deb qanday o'tkazuvchanlikka aytiladi?
7. *p-tip* o'tkazuvchanlik qanday vujudga keladi?
8. Xususiy o'tkazuvchanlik deb qanday o'tkazuvchanlikka aytiladi?
9. Aralash-malar yarim o'tkazgichga nima maqsadda kiritiladi?
10. Aralashmalar necha xil bolishi mumkin?
11. Donor aralashma deb qanday aralashmaga aytiladi?
12. Donor aralashma qanday o'tkazuvchanlikni vujudga keltiradi?
13. Akseptor aralashma deb qanday aralashmaga aytiladi?
14. Akseptor aralashma qanday o'tkazuvchanlikni vujudga keltiradi?
15. Temperatura ortishi bilan yarim o'tkazgichning o'tkazuvchanligi qanday o'zgaradi?
16. Temperatura ortishi bilan yarim o'tkazgich o'tkazuvchanligining yaxshilanish mexanizmini tushuntirib bering.
17. Temperatura pasayishi bilan o'tkazuvchanlikning yomonlashuvini tushuntiring.
18. Yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi yorug'lik ta'sirida o'zgradimi?
19. Yorug'lik xususiy yarim o'tkazgichlarga qanday ta'sir ko'rsatadi?
20. Faradeyning birinchi qonuni.
21. Birinchi qonunning fizik ma'nosi.
22. Musbat ionlar qaysi elektrodga qarab harakatlanadi va nima uchun?
23. Manfiy ionlarchi?

24. Elektrodlarda qanday jarayon ro'y beradi?
25. Elektrokimyoviy ekvivalent nimani ko'rsatadi?
26. Nima uchun turli mod-dalarning elektrokimyoviy ekvivalentlari turlicha?
27. Faradeyning ikkinchi qonuni.
28. Faradeyning elektroliz uchun umumlashgan qonuni.
29. Faradey doimiysi qanday fizik ma'noga ega?
30. Faradey doimiysi nimaga teng?

Adabiyotlar

1. **Paul A. Tipler Gene Moska: Physiks For Scientists and Enginerers. W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 1299-1305 pp.**

10- Mavzu: Vakuumda va gazlarda elektr toki

Reja

1. Termoelektrik hodisalar. Elektronlar dastasi.
2. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya.
3. Elektronning chiqish ishi. Anod potentsiali. To'yinish toki.
4. Elektron lampalar. Diod va triod. Diodning voltamper xarakteristikasi.
5. Ionlanish va rekombinatsiya. Gaz razryadi.
6. Mustaqil va nomustaqil gaz razryadlar.
7. Mustaqil gaz razryadining turlari.
8. Plazma haqida tushuncha.

Tayanch iboralar: termoelektrik hodisalar. Elektronlar dastasi. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya. Elektronning chiqish ishi. Anod potentsiali. To'yinish toki. Elektron lampalar. Diod va triod. Diodning voltamper xarakteristikasi. Ionlanish va rekombinatsiya. Gaz razryadi. Mustaqil va nomustaqil gaz razryadlar. Plazma.

Qizdirilgan metallardan elektronlarning ajralib chiqish hodisasi termoelektron emissiya deb ataladi. Termoelektron emissiya radioelektronika qurilmalarining eng asosiy elementlari bo'lmish elektron lampalarda keng qo'llaniladi

Turli modda - o'tkazgich materiallar bir-biriga tekkizilsa ular orasida potentsiallar ayrimasi hosil bo'ladi. Bu ayrimalar kontakt- potentsiallar ayrimasi deb ataladi. Bu holatda metallarning nol sathlari orasida V_k - kontakt potentsiallar farqi paydo bo'ladi:

$$V_k = (\chi_1 - \chi_2) / q, \quad (1)$$

Bu potentsiallar farqini tashqi kontakt potentsiallar farqi deb ataladi, u metallarning chiqish ishlarini farqiga to'g'ri proporsionaldir. Chiqish ishi kam bo'lgan metall elektronlari chiqish ishi katta bo'lgan metallga o'taboshlaydilar.

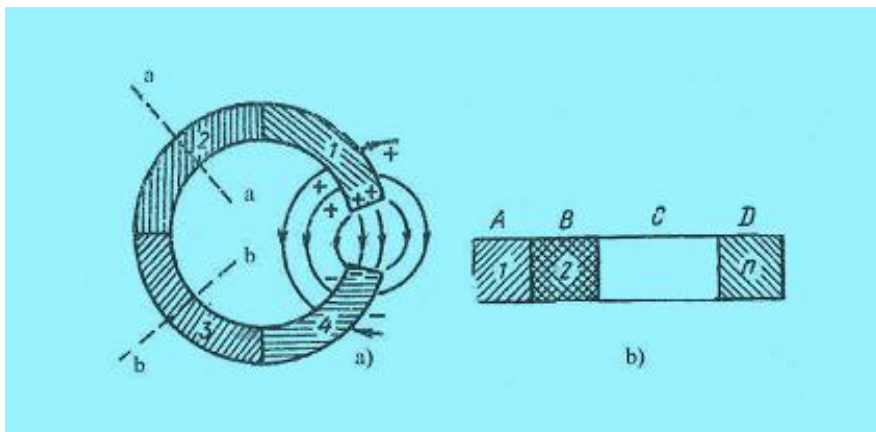
Metallarning ximiyaviy potentsiallari sathlari tenglashishi bilan 1 - va 2 - metallardagi elektronlar kinetik energiyalari bir xil bo'lmaydi .

$$(E_{F2} > E_{F1})$$

Metallarni to'g'ridan - to'g'ri tutashishida 2 - metallardan 1 -metallga elektronlarning yo'naltirilgan diffuziyasi paydo bo'ladi, bu holda V_i ichki kontakt potentsiallar farqi hosil bo'ladi.

$$V_i = \frac{(E_{F2} - E_{F1})}{q}, \quad (2)$$

Muvozanat o`rnatilgandan so`ng metallarda tok zichligi nolga teng bo`lganligi uchun, Om qonuniga asosan $j = \sigma E$



3-rasm

Metall kontaktlarda temperatura har xil bo`lsa  $E \neq 0$  bo`lmaydi. Masalan ikki metall kontaktdagi temperaturalar har xil bo`lsa yopiq zanjir bo`ylab ichki potentsiallar farqlarining algebraik yig`indisi quyidagiga teng bo`ladi:

$$E = \frac{kT_1}{e} \ln \frac{n_B}{n_A} - \frac{kT_2}{e} \ln \frac{n_B}{n_A} = \frac{k}{e} \ln(T_1 - T_2)$$

Ushbu ifodadan ko`rinadiki, kontaktdagi temperaturaga har xil bo`lganda berk zanjirda elektronlarning konsentratsiyasi va temperaturaga bog`liq bo`lgan EYUK hosil bo`ladi.  $T_a \neq T_b$  bo`lgan barcha holarda paydo bo`luvchi EYK *termoelektr yurituvchi kuch* deb ataladi. Metallar sirtining vakuum yoki havo bilan hosil bo`lgan chegarasida hosil bo`livchi hodisa tashqi kontakt potentsiallar ayrimasi deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi: $\Delta\varphi_2 = \frac{W_A}{e} - \frac{W_B}{e} = \frac{W_A - W_B}{e}$

Bunda W_A va W_B – chiqish ishlari. A va B o`tkazgichlarning ulanmagan uchlaridagi umumiy potensial ayirma

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_1 - \Delta\varphi_2 = \frac{W_A - W_B}{e} + \frac{kT}{e} \ln \frac{n_A}{n_b} \text{ bo`ladi. Bu kontakt potentsial ayirmasi 1-}$$

1,5 volt qiymatgacha erishadi.

Volta tajriba asosida bir qancha o`tkazgichlarni shunday qatorga o`rnatdiki, qatordagi biror o`tkazgich o`zidan ilgarigi boshqa o`tkazgichga tegizilsa, manfiy va ozidan keyingi o`tkazgichga tekkizilsa, musbat elektrlanadi. Voltaning qatori tubandagicha:

Al, Zn, Sn, Cd, Pb, Sb, Bi, Hg, Fe, Cu, Ag, Au, Pt.

Agar Zn bilan Cu ni bir-biriga tekkizsak, tashqi zanjirdagi tok yoʻnalishi ruxdan misga tomon yoʻnalgan boʻladi.

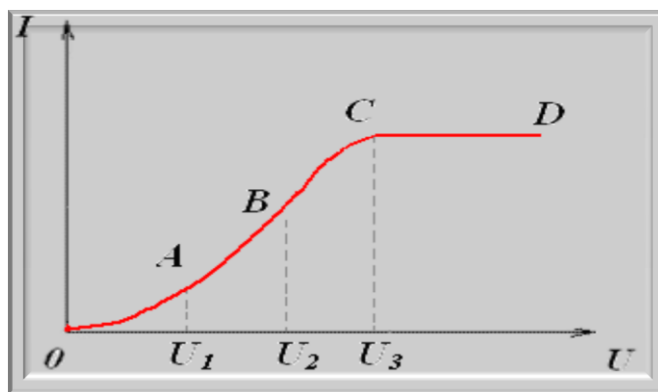
Volta tekshirishlaridan maʼlum boʻldiki, bir xil temperaturada bir necha metallarning bir-biriga ketma-ket tegib turishida har ikkala metall orasida hosil boʻladigan kontakt potentsiallar ayrimasi eng chetdagi metallarning bevosita bir-biriga tegib turishidan hosil boʻladigan kontakt potentsiallar ayrimasini beradi.

Omik kontakt deganda, unda asosiy boʻlmagan tok tashuvchilarning purkashi boʻlmay, volt-amper xarakteristikasi chiziqli boʻlgan metall-yarimoʻtkazgich kontakti tushuniladi. Omik kontakt har bir yarimoʻtkazgichli asbobda elementar va tashqi zanjirlar orasidagi elektr aloqani amalga oshirishni taʼminlaydi.

Kontakt hodisalarni qoʻllanilishi aktiv soha oʻlchami ancha kamaytiradi hamda tashqi muhitning yaqin boʻlmagan taʼsirlaridan saqlaydi.

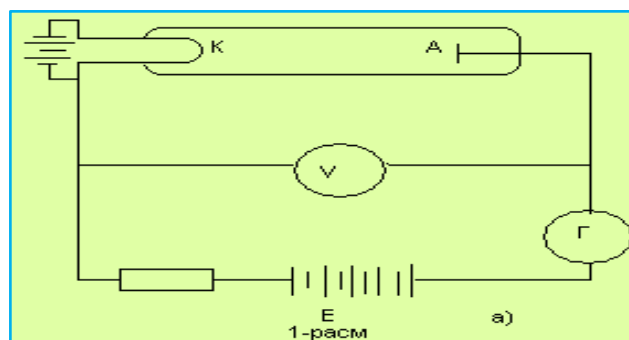
Kontaktga bir necha talablar qoʻyilib, uning bajarilishi asbobning elektr va mexanik xossalariga va qaysi shaklda tayyorlanganligi turgunligini taqozo qiladi.

Kontakt togʻrilamaydigan (uning qarshiligi elektr toki yoʻnalishi oʻzgarishi bilan oʻzgarmasligi), yaʼni volt-amper xarakteristikasi chiziqli (yaʼni uning qarshiligi tokka bogʻliq boʻlmasligi kerak). P-n oʻtishning tik hamda parallel yoʻnalishlarda juda kichik qashilikka ega boʻlishi, yuqori issiqlik oʻtkazuvchanlikka va yarimoʻtkazgichga yaxshi yopishqoqlikka (oksidga ham) ega boʻlishi, asosiy boʻlmagan zaryad tashuvchilarning purkalmasligi, yarimoʻtkazgich va chiqqich materiallarning bir-biriga yaqin boʻlishi talab qilinadi.



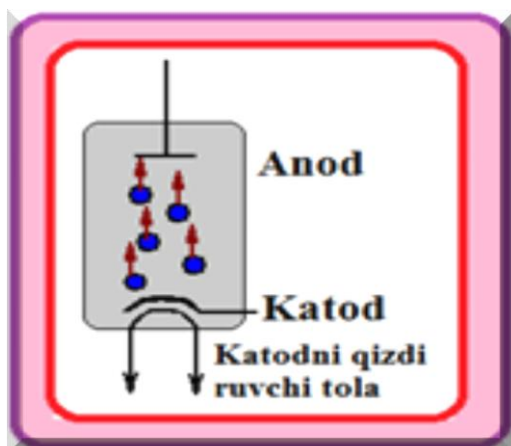
Termoelektron emissiya hodisasi bilan sxemasi 1-rasmda tasvirlangan qurilmadan foydalanib tanishaylik.

Havosi soʻrib olingan idish (L) ichiga ikki elektrod kiritilgan. batareyaning manfiy qutbi batareyaning musbat qutbi bilan elektrodni katod (k) deb, ikkinchisini esa anod (a) deb ataladi. Katod va anod oraligʻi



havosiz boʻshliq (vakuum) dan iborat boʻlganligi uchun zanjirga (bu zanjirni anod zanjiri deyiladi) ulangan galvanometr zanjirdan elektr tok oʻtmayotganligini

ko'rsatadi. Boshqacha aytganda, katod bilan anod oralig'ida elektr zanjir uzilgan. Shuning uchun katod bilan anod oralig'iga sun'iy ravishda zaryad tashuvchilar kiritilsa, anod zanjiri orqali elektr tok oqa boshlaydi, ya'ni vakuumda elektr tok kuzatiladi. Zaryad tashuvchilarni esa termoelektron emissiya hodisasidan foydalanib vujudga keltirish mumkin. Buning uchun katodni qizdirish kerak, ya'ni katod ostida joylashtirilgan qizdirgich spiralidan elektr tok o'tkazish kerak. Bu vazifani qizdirgich batareyasi (B_q), ampermetr (A) va qizdirgich spiralidan iborat bo'lgan qizdirgich zanjiri bajaradi. Bu zanjirdagi qarshilik (R_1) yordamida qizdirgich spiralidan o'tayotgan tokni o'zgartirish mumkin. Natijada katod temperaturasi o'zgartirib turshi (boshqarish) imkoniyati tug'iladi. Katod qizdirilmagan vaqtda (qizdirgich zanjiridan elektr tok o'tmaganda,) anod zanjirida hech qanday elektr tok qayd qilinmaydi. Bundan, xona temperaturasidagi metallarda kinetik energiyalari chiqish ishidan kattaroq bo'lgan elektronlar deyarli bo'lmas ekan, degan xulosa chiqariladi. 2-rasm



Katod temperaturasi oshirilgai sari elektronlarning issiqlik harakat energiyalari ham ortadi. Energiyalari chiqish ishidan kattaroq bo'lgan elektronlar katod materialidan ajralib chiqa oladi. Bir qism elektronlarini yo'qotgan katod sirti esa musbat zaryadlanib qoladi. Bu zaryad katod sirtidan ajralib chiqayotgan elektronlari uzoqqa qo'yib yubormaydi. Natijada katod va anod oralig'idagi hajmda elektron bulut xosil bo'ladi. Bu elektron bulutni hajmiy zaryadlar deb ham ataladi. Hajmiy zaryadlar tufayli vujulga kelgan elektr maydon hajm. katoddan chiqib kelayotgap elektronlarga tormozlovchi ta'sir ko'rsatsa, elektron bulutni yorib o'tib anod tomon harakat qilayotgan elektronlarga esa tezlatuvchi ta'sir ko'rsatadi. Katodning muayyan temperaturasida ajralib chiqayotgan termoelektronlar ichida ancha katta kinetik energiyaga ega bo'lganlari ham yetarlicha ekanki, bu termoelektronlarning anodga yetib kelishi tufayli katod va anod orasidagi potentsiallar farqi $V_a = 0$ bo'l ganda ham anod zanjirida biror I_a , tok qayd qilinadi. 1a rasmd; anod tokining katod va anod orasidagi potentsiallar farqi V_a ga bog'liqlik grafigi (voltamper xarakteristikasi) tasvirlangan. Agar anodga anod batareyasining manfiy qutbini, katodga esa musbat qutbini ulab katod va anod oralig'ida elektr maydon E_{k-a} ni hrsil qilsak, bu maydonning yo'nalishi hajmiy elektr maydonning yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi. SHunish uchun natijaviy elektr maydon ning katoddan ajralib chiqayotgan termoelektronlarga tormozlovchi ta'siri yanada kuchayadi. U_a ning biror qiymatida hatto eng katta kinetik energiyali termoelektronlar ham anodga yetib kela

olmaydi. SHuning uchun I_a nolga teng bo'ladi. I_a ning bu qiymatini berkituvchi potentsiallar farqi (U_b) deyiladi. 2- a rasmdagi grafik-ning $V_b > V_a > 0$ intervalga tegishli qismini voltamper xarakteristikaning berkituvchi qismi deyiladi.

Endi anod batareyasining manfiy qutbini katodga, musbat qutbini esa anodga ulaylik. Elektrodlar oralig'ida vujudga keladigan elektr maydon (E_{k-a}) elektronlarning ko'proq qismini anodga yetib borishini ta'minlaydi. Bu esa katod yaqinidagi elektron bulutning siyraklashuviga sababchi bo'ladi. Demak, katod va anod orasidagi potentsiallar farqini oshirganimiz sari hajmiy elektr maydon (E_{ad}) susayib boradi, anod zanjiridan oqayotgan tokning qiymati esa ortib boradi. Unchalik katta bo'lmagan V_a lar uchun

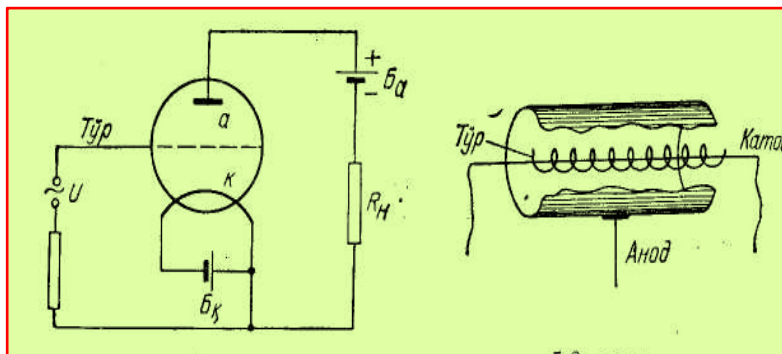
4-

rasm



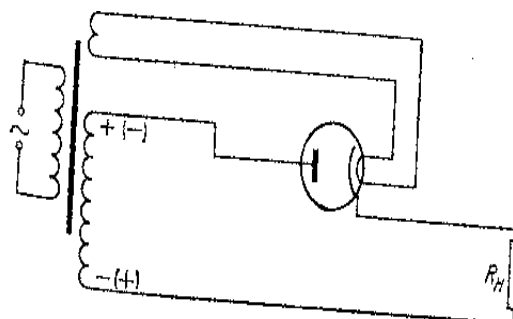
$I_a = \alpha U_a^{3/2}$ (1) qonuniyat o'rinli. Bu bog'lanish Lengmyur va Boguslavskiy formulasi deb yuritiladi. Bunda α — elektrodning shakliga va ularning o'zaro joylashishiga bog'liq bo'lgan koeffitsient.

Agar elektrodlar oralig'idagi potentsiallar farqini yanada oshirib borsak, potentsiallar farqining biror ($U_a = U$ qiymatida katod yaqinidagi natijaviy elektr maydon nolga



o)

teng bo'lib qoladi. Natijada katoddan ajralib chiqayotgan barcha elektronlar hech qanday to'sqinlikka uchramay anodga yetib boradi. Shuning uchun anod toki maksimal qiymatga erishadi. U_a ning yanada oshishi anod tokiga hech qanday ta'sir qilmaydi, albatta. Anod tokining bu qiymatini, odatda, to'yinish toki deb ataladi. Demak, to'yinish toki katoddan birlik vaqtda ajralib chiqayotgan barcha termoelektronlarning zaryadiga teng, deyish mumkin. Yuqoridagi mulohazalar katodning biror o'zgarmas temperaturasi uchun o'rinli edi. Tajribalar asosida, katod temperaturasi ortishi natijasida to'yinish toki qiymatining nihoyat tez o'sishi aniqlandi (2-b rasimga q.) To'yinish toki zichligining temperaturaga bog'liqligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:



$$j_{\text{т.э.}} = BT^2 e^{-\frac{A_{\text{ч}}}{kT}}; \quad (2)$$

bu ifodada B — katod materialiga bogʻliq boʻlgan konstanta, T — katodning absolyut temperaturasi, A_{ch} — katoddan elektronning chiqish ishi, k — Bolsman doimiysi. (2) ifodani Richardson- Deshman formulasi deyiladi. Bu formuladan koʻrinib turibdiki, katod temperaturasi qanchalik yuqori boʻlsa va katoddan elektronning chiqish ishi qanchalik kichik boʻlsa, toʻyinish tokining zichligi shunchalik katta boʻladi. Haqiqatan, sof volframdan yasalgan katod temperaturasini 1000 K dan 3000 K gacha koʻtarilishi natijasida toʻyinish tokining zichligi deyarli 10^{16} marta ortadi. Agar volfram sirtini seziy bilan qoplasak, katoddan elektronning chiqish ishini uch marta kamaytirish mumkin. Bu esa katod temperaturasi 1000 K boʻlgan holda toʻyinish toki zichligini taxminan 10^{14} marta oshirish imkonini beradi.

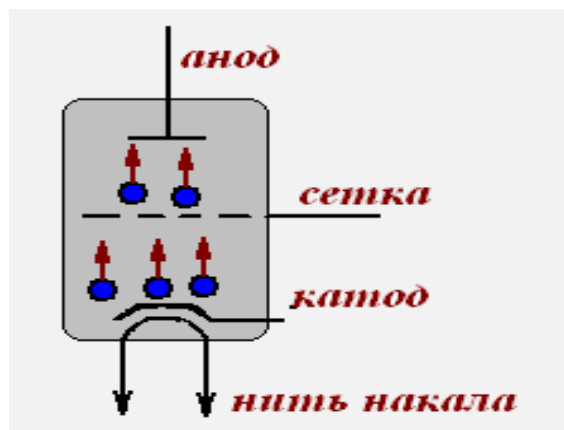
Baʼzan, radiolampalar yoki kineskoplar katodlarining emissiyasi yomonlashganligi uchun yaroqsiz boʻlib qoladi. Bu xollarda katod temperaturasini oshirish yoʻli bilan termoelektron emissiyani qayta tiklash imkoniyati ham bor.

Termoelektron emissiya radioelektronika qurilmalarining eng asosiy elementlari boʻlmish elektron lampalarda keng qoʻllaniladi. Elektron lampalar havosi soʻrib olingan kolbadan iborat boʻlib, kolbaning ichiga elektrodlar joylashtiriladi. Har qanday elektron

3-rasm

lampaning asosiy elektrodlaridan biri — katoddir. Katodlar bevosita va bilvosita choʻgʻlanuvchi katodlarga boʻlinadi. 1 rasmda sxemasi tasvirlangan elektron lamnadagi katod bilvosita choʻgʻlanuvchi katoddir. Bevosita choʻgʻlanuvchi katodlarda esa katod boʻlib xizmat qiluvchi simning oʻzidan elektr tok oʻtishi natijasida u qiziydi. Paragraf boshida tekshirilgan qurilma — eng oddiy ikki elektrodli elektron lampadir. Odatda, uni diod deb ataladi. Diodning asosiy xususiyati — elektr tokni faqat bir yoʻnalishda oʻtkazishidir. Diodda anod katodga nisbatan musbat potensialga ega boʻlgandagina katod-dan anod tomon elektronlar oqimi oʻtadi.

Tokning yoʻnalishi esa elektronlar oqimining yoʻnalishiga teskaridir (tokning yoʻnalishi sifatida musbat zaryad tashuvchilarning harakat yoʻnalishi qabul qilinganligini eslang). SHuning uchun dioddan oʻzgaruvchan toklarni toʻgʻrilash maqsadida foydalanish mumkin. 3-rasmda diodli toʻgʻrilagichning sxemasi tasvirlangan. Toq yarim davrlarda anodning potentsiali musbat, katodniki

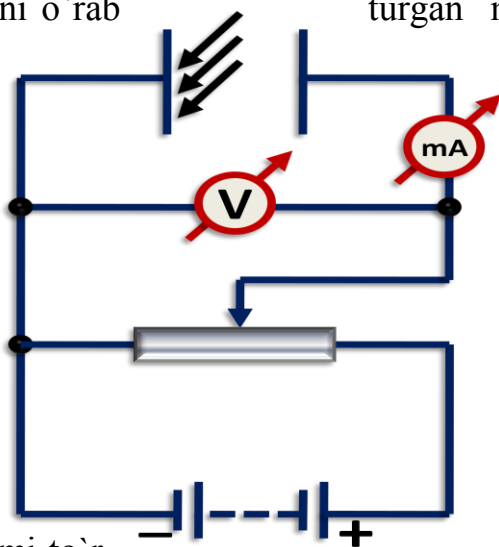


esa manfiy bo'ladi. Shuning uchun lampa orqali elektr tok o'tadi. Juft yarim davrlarda esa anodning potentsiali manfiy, katodniki musbat bo'lganligi uchun lampa berk bo'ladi, ya'ni elektr tokni o'tkazmaydi. Demak, diod orqali faqat bir yo'nalishdagi elektr tok o'tadi.

Uchta elektrodi bo'lgan lampani triod deb ataladi. Uchinchi elektrod (4-rasm) katod bilan anod orasida (katodga yaqin masofada) joylashtirilgan to'rdan iborat bo'ladi. 5- rasmda triodning eng ko'p qo'llaniladigan konstruksiyasi tasvirlangan.

Bu lampada bevosita qizdiriladigan katod qo'llanilgan. Katod atrofidagi spiral to'r vazifasini o'taydi. Katod va to'rnini o'rab turgan metall silindr esa anod bo'lib xizmat qiladi.

To'rga turli qiymatli o'zgaruvchan kuchlanish berish mumkin. Agar to'rga ancha katta manfiy kuchlanish berilsa, u katoddan ajralib chiqayotgan termoelektronlarni orqasiga qaytarib yuboradi. Natijada lampaning anod zanjiridan hech qanday tok o'tmaydi, ya'ni $I_a \approx 0$. Agar to'rga berilgan manfiy kuchlanishni kamaytirsak, katoddan ajralib chiqqan termoelektronlarning bir qismi to'r



oralig'idan o'tib anodga yetib boradi va anod zanjiridan elektr tok oqishiga sabab bo'ladi. To'rning kuchlanishi nol bo'lgan vaqtda esa to'rning hech qanday ahamiyati qolmaydi. Shuning uchun bu holda lampa diod bo'lib xizmat qiladi.

Endi to'rga musbat kuchlanish beraylik. Bu holda to'r va katod orasida vujudga kelgan elektr maydon termoelektronlarga tezlatuvchi ta'sir ko'rsatadi. To'r anodga qaraganda katodga ancha yaqin bo'lganligi uchun to'rdagi kuchlanishning ozgina o'zgarishi anod tokining ancha o'zgarishiga sababchi bo'ladi. Demak, turga beriladigan kuchlanishni o'zgartirish yo'li bilan triodning anod zanjiridagi tokni boshqarish mumkin.

Radiolampalardan tashqari termoelektron emissiya elektron-nur trubkalar (kineskoplar) da va, umuman, elektronlar oqimi hosil qilish lozim bo'lgan qurilmalarda keng qo'llaniladi.

Oddiy sharoitlardagi gazda turli sabablar tufayli vujudga kelgan elektronlar va ionlar mavjud. Lekin ularning soni nihoyat darajada kam bo'lganligi uchun oddiy sharoitlardagi gaz amalda elektr tokni o'tkazmaydi, deyish mumkin. Lekin gazlardan ham elektr tok o'tadigan sharoitlarni yaratish mumkin.

I. Gazlar orqali elektr tokning o'tishini tekshirish uchun 1-rasmda tasvirlangan sxema asosida elektr zanjir tuzaylik. Bu zanjirning bir qismi, ya'ni M va N plastinalar (elektrodlar) orasidagi qismi biror gazdan iborat bo'lsin. Sxemadagi galvanometr zanjir bo'ylab elektr tok oqmayotganligini ko'rsatadi, chunki oddiy sharoitlarda gazda zaryad tashuvchilar bo'lmaydi. Demak, zanjir M va N elektrodlar orasida uzilgan bo'ladi. Shuning uchun zanjir orqali elektr tok oqishini ta'minlamoqchi bo'lsak, elektrodlar oralig'iga zaryad tashuvchilar kiritish yoki biror usul bilan elektrodlar orasidagi gazda zaryad tashuvchilar vujudga keltirish kerak. Gazda zaryad tashuvchilar vujudga keltirishning barcha usullarini ikki gruppaga ajratish mumkin:

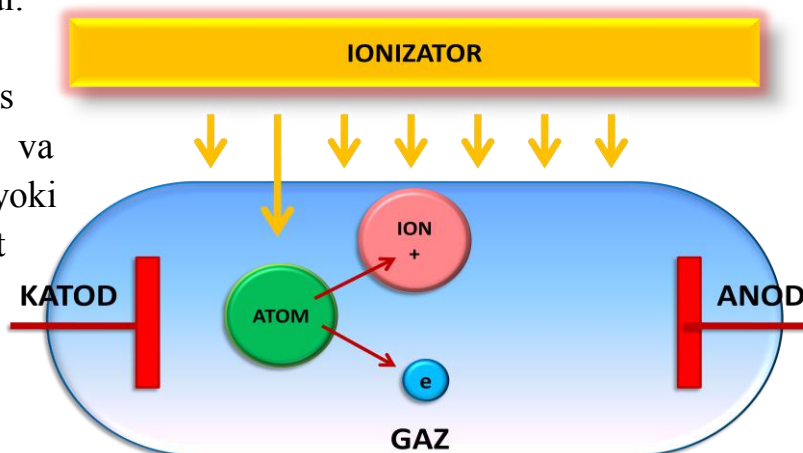
a) gazdagi zaryad tashuvchilar tashqi faktorlar tufayli vujudga kelishi natijasida kuzatiladigan elektr tokni nomustaqil gaz razryad deyiladi;

b) M va N elektrodlar orasidagi elektr maydon ta'sirida vujudga kelgan zaryad tashuvchilar tufayli kuzatiladigan elektr tokni mustaqil gaz razryad deyiladi.

Nomustaqil gaz razryad. Agar M va N elektrodlar orasidagi gazni qizdirsak yoki, rentgen, ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirsak, gaz molekulalarining ionlashuvi sodir bo'ladi. Ionlashuv prosesining mohiyati quyidagidan iborat. Tashqi faktorlardan olgan energiya tufayli gaz molekulasidagi bir yoki bir necha elektron molekuladan ajralib chiqadi. Natijada molekula musbat zaryadlangan ionga aylanib qoladi. Ajralib chiqqan elektronlarning bir qismi neytral molekulalar bilan birlashib manfiy zaryadlangan ionlarni vujudga keltiradi. Shuning uchun ham gazdagi ionlashish prosesiga sababchi bo'lgan tashqi faktorni ionitor (ionlashtiruvchi) deb ataladi.

Ionlanish prosessi bilan bir qatorda gazda rekombinasiya prosessi ham sodir bo'ladi.

Rekombinasiya ionlanishg, teskari proses bo'lib, bunda musbat va manfiy ionlarning yoki elektron va musbat ionning to'qnashuvi natijasida neytral molekulalar hosil bo'ladi.



Shunday qilib, gazlarda ionlanish prosessida manfiy zaryad tashuvchilar (elektronlar va manfiy ionlar) hamda musbat zaryad tashuvchilar (musbat ionlar) teng miqdorda hosil bo'ladi, rekombinasiya prosessida esa teng miqdorda yo'qoladi.

Ionizator ta'sirida gazning birlik hajmida birlik vaqtda n_Q dona musbat va n_- dona manfiy zaryad tashuvchilar vujudga kelayotgan bo'lsin. Odatda $n_+ = n_-$ bo'lganli uchun, oddiygina qilib, n juft zaryad tashuvchilar vujudga kelyapti, deylik.

Rekombinasiya prosessi tufayli $\Delta n'$ juft ion kamayayotgan bo'lsin. Elektr maydon tufayli musbat zaryad tashuvchilar manfiy zaryadlangan N elektrodga, manfiy zaryad tashuvchilar esa musbat zaryadlangan M elektrodga tortiladi va ularda neytrallanadi. Buning natijasida $\Delta n''$ juft ionlar kamayotgan bo'lsin. U holda gazning birlik hajmida birlik vaqtda kamayayotgan ionlarning umumiy soni

$$\Delta n = \Delta n' + \Delta n'' \quad (1)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu ifodadagi qo'shiluvchilarning hissalarini elektr maydonga bog'liq. Ikki chegaraviy holni ko'raylik.

1. Elektrodga berilgan kuchlanish U ning ancha kichik qiymatlarida, ya'ni kuchsiz elektr maydonlarda ionlar asosan rekombinasiya tufayli kamayadi ($\Delta n' \gg \Delta n''$). Lekin bir qism ionlar elektr maydon tufayli qarama-qarshi zaryadlangan elektrodga yetib boradi va kuchsiz elektr tokni vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Elektr maydon ta'sirida musbat va manfiy zaryad tashuvchilar mos ravishda quyidagi tezliklar bilan harakat qiladi:

$$\left. \begin{aligned} v_+ &= u_+ E, \\ v_- &= u_- E, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

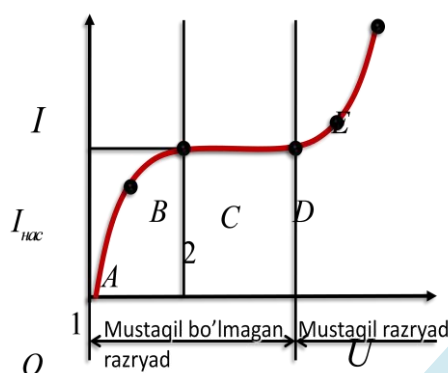
bu ifodalarda E — elektr maydon kuchlanganligi, u_+ va u_- lar esa mos ravishda musbat va manfiy zaryad tashuvchilarning harakatchanliklari. Ionning harakatchanligi kuchlanganligi 1 V bo'lgan elektr maydon ta'sirida ion erishgan tezlik bilan xarakterlanib, turli gazlar uchun u turlicha qiymatlarga ega bo'ladi.

(2) ifoda bilan aniqlanuvchi tezliklar bilan tartibli harakat qiluvchi ionlar dt vaqt ichida plastinalarga quyidagi zaryadlarni yetkazadi:

$$\left. \begin{aligned} Q_+ &= qnv_+ S \Delta t = qnu_+ ES \Delta t, \\ Q_- &= qnv_- S \Delta t = qnu_- ES \Delta t, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

bunda Q_+ va Q_- — mos ravishda manfiy va musbat zaryadlangan elektrodga ionlar tashib yetkazayotgan zaryad miqdorlari, q — ionning zaryadi, s — elektrodning yuzi. Elektr maydon tomonidan ko'chirilgan umumiy zaryad miqdori

$$Q = |Q_+| + |Q_-| = qn(u_+ + u_-)ES \Delta t \quad (4)$$



ifoda bilan aniqlanadi. Birlik yuz orqali birlik vaqtda ko'chirilgan zaryad tok zichligi j ni ifodalaydi. SHuning uchun

$$j = \frac{Q}{S \cdot \Delta t} = qn(u_+ + u_-) E, \quad (5)$$

bu ifodadagi u_+ , « u_- — lar ayni tajriba sharoiti uchun doimiy kattaliklardir. E esa unchalik katta bo'lmagan elektr maydonlar uchun o'zgarmas hisoblanadi. Demak, kuchsiz elektr maydonlarda (5) ifodadagi $qn(u_+ + u_-) = \sigma$ ko'paytuvchini o'zgarmas kattalik deb hisoblash mumkin. U holda (5) ifoda gazlar orqali o'tuvchi elektr tok uchun Om qonunini ifodalaydi:

$$j = \sigma E. \quad (6)$$

2. Endi M va N elektrodga berilgan kuchlanish yetarlicha katta bo'lgan holni ko'raylik. Bu holda elektr maydon ta'sirida ionlar ancha katta tezliklarga erishadi. Shuning uchun ionizator ta'sirida vujudga kelayotgan ionlarning deyarli hammasi rekombinasiyalashishga ulgurmasdanoq elektrodga yetib oladi.

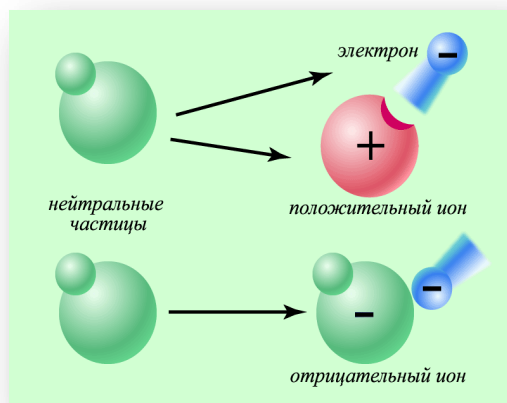
Ionizator ta'sirida gazning birlik hajmida birlik vaqtda n juft ion vujudga keladi, deb hisoblangan edi. U holda bir-biridan l uzoqlikda joylashgan s yuzli ikki elektrod orasidagi hajm sl ga teng bo'lganligi uchun, bu ikki elektrod oralig'ida M vaqt ichida umumiy zaryadi

$$Q = qnSl \Delta t \quad (7)$$

bo'lgan ionlar vujudga keladi. Bu ionlarning hammasi tok tashishda qatnashayotganligi uchun gaz orqali

2-

rasm



o'tayotgan elektr tokning qiymati to'yinish toki deyiladi va bu to'yinish tokining zichligi uchun quyidagi ifoda o'rinlidir:

$$j_{\text{тгш}} = \frac{Q}{S \cdot \Delta t} = qnl. \quad (8)$$

2-rasmda nomustaqil gazrasyadda elektr maydon kuchlanganligi qiymatiga bog'liq ravishda tok zichligining o'zgarishini tasvirlovchi grafik chizilgan. Grafikning Oa qismi kuchsiz elektr maydonga mos keladi. Bunday maydonlarda zaryad tushuvchilar kichik tezliklar bilan harakatlannb, rekombinasiya susaygan sari ionlar tezligi ortib ularning rekom-binasiyalashuv ehtimolligi kamayib boradi. Bu esa tokning ortishiga sabab bo'ladi. Bu sohada j va E orasidagi bog'lanish Om qonuniga bo'ysunadi. ab qismda esa j ning E ga chiziqli bog'liqligi buziladi. Grafikning bu qismini oraliq soha yoki o'tish sohasi deyiladi. bs qismi to'yinish tokiga mos keladi. Maydon kuchlanganligi $E_b < E < E_s$

bo'lganda ionizator ta'sirida vujudga kelgan ionlarning hammasi tok tashishda qatnashadi. Lekin maydon kuchlanganligi E_s dan ortganda zarbdan ionlanish tufayli tok keskin ortib ketadi (rasmdagi $s d$ qism).

Mustaqil gaz razryad.

Tashqi ionizator ta'sir qilmasa ham, nihoyat kuchli elektr maydonlar ta'sirida zaryad tashuvchilar vujudga kelishi mumkin. Zaryad tashuvchilarning vujudga kelishini ta'minlovchi asosiy prosesslar quyidagilardan iborat

1. Zarbdan ionlanish. Oddiy sharoitlardagi gazda turli sabablar tufayli vujudga kelgan elektronlar va ionlar mavjud. Lekin ularning soni nihoyat darajada kam bo'lganligi uchun oddiy sharoitlardagi gaz amalda elektr tokni o'tkazmaydi, deyish mumkin. Kuchlanganligi E bo'lgan elektr maydonga q zaryadli tok tashuvchi (ion yoki elektron) ga qE kuch ta'sir etadi. Bu kuch ta'sirida tok tashuvchi ikki ketma-ket to'qnashuv orasida erkin bosib o'tilgan l yo'lda

$$W_k = qEl \quad (9)$$

kinetik energiyaga erishadi. Agar bu energiya gaz molekulasining ionlanishi uchun bajarilishi lozim bo'lgan A_n ishdan katta bo'lsa, ya'ni

$$W_k \geq A_n \quad (10)$$

shart bajarilsa, tok tashuvchining neytral molekula bilan to'qnashishi natijasida molekula ikki qismga — erkin elektronga va musbat zaryadlangan ionga ajraladi. Bu prosessni zarbdan ionlanish deyiladi. Yangi vujudga kelgan tok tashuvchilar ham o'z navbatida elektr maydon tomonidan tezlatiladi. Shuning uchun ular yana ionlanishiga sababchi bo'lishi mumkin. Shu tariqa gazda ionlanish nihoyat katta qiymatlarga erishadi. Bu hodisa tog'lardagi qor ko'chkisini eslatadi. Ma'lumki, qor ko'chkisining vujudga kelishiga bir siqimgina qor sababchi bo'la oladi. Shuning uchun yuqorida bayon etilgan prosess ionlar ko'chkisi deyiladi.

2. Ikkilamchi elektron emissiya. Gazdagi musbat zaryadli ionlar elektr maydon ta'sirida ancha katta energiyalarga erishgach, manfiy elektrodga urilishi natijasida elektrodan elektronlar ajralib chiqadi. Bu hodisani ikkilamchi elektron emissiya deyiladi.

3. Avtoelektron emissiya. Bu hodisa nihoyat kuchli elektr maydonlarda ($E \sim 10^8$ V/m) sodir bo'ladn. Bunda nihoyat kuchli elektr maydon metallardan elektronlarni yulib (tortib) oladi, deyish mumkin.

4. Fotoionlanishi. Zarbdan ionlanish natijasida vujudga kelgan ion uyg'otilgan holatda bo'lishi mumkin (uyg'otilgan holatdagi sistemaning energiyasi asosiy holatdagiga qaraganda kattaroq bo'ladi). Bu ion uyg'otilgan holatdan asosiy holatga o'tayotganda qisqa to'lqin uzunlikli nur chiqaradi. Bunday nur energiyasi molekulaning ionlanishiga yetarli bo'lib qolganda fotoionlanish hodisasi ro'y beradi.

5. Termoelektron emissiya. Manfiy elektrod temperaturasi yetarlicha yuqori bo'lgan hollarda termoelektron emissiya tufayli anchagina elektronlar vujudga keladi. Mustaqil gaz razryadlarning ba'zi turlari bilan tanishaylik. Oldin oddiy atmosfera bosimlaridagi gazlarda ro'y beradigan razryadlarni tekshiramiz.

1. *Toj razryad*. Razryadning bu turi vujudga kelganda elektrodlar yaqinida xuddi quyosh tojiga o'xshagan nurlanish kuzatiladi. Toj razryad vujudga kelishi uchun nihoyat kuchli notekis elektr maydon mavjud bo'lishi shart. Masalan, katta kuchlanishli elektr toklarni o'tkazuvchi simlarni ko'raylik. Sim va yerni kondensatorning ikki qoplamasi deb qarash mumkin. Bu kondensatordagi elektr maydon notekis bo'lib, maydon kuchlanganligi sim yaqinida juda katta qiymatga erishadi. Bu sohadagi gaz elektr maydon ta'sirida nihoyat intensiv ravishda ionlashadi. Shuning uchun bu sohada simni har tomondan o'rab olgan nurlanish, ya'ni mustaqil gaya razryad kuzatiladi. Bu esa elektr energiyaning isrof bo'lishiga sabab bo'ladi. Toj razryad faqat simlar atrofida emas, balki kuchli va notekis elektr maydon vujudga kelgan elektrodlar atrofida ham vujudga keladi. Masalan, elektrodning biror qismi egrilik radiusi kichik bo'lgan uchlikka ega bo'lsa, bu sohada (uchlikda) elektr zaryadning konsentratsiyasi juda ortib ketadi. Shuning uchun bu uchlik atrofida nurlanish kuzatiladi. Toj razryad kema machталarining, daraxtlarning uchlarida ham kuzatiladi. Qadim vaqtlarda bu hodisalarni « avliyo Elma chiroqlari » deb atashgan.



2. *Uchqunli razryad (uchqun)*. Kondensator qoplamalari yoki induksion g'altak chulg'aming ikki uchi orasidagi kuchlanish nihoyat katta [$3 \cdot 10^5$ — 10^6] bo'lganda gazning turtki ravishda zarbdan ionlanishi natijasida qisqa vaqtli razryad — uchqun vujudga keladi. Eng ulkan uchqun razryad — yashindir. Yashin bulutlar orasida yoki bulut bilan Yer oralig'ida katta potentsiallar farki vujudga kelishi natijasida paydo bo'ladi. Uchqun yaqinidagi gaz yuqori temperaturalargacha qiziydi va keskin kengayadi. Bu esa o'z navbatida tovush to'lqinlarining vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Yashinning uzunligi 50 kilometrgacha, tok kuchi 20000 A gacha yetadi. Shuning uchun ham yashin tufayli vujudga keladigan tovush, ya'ni momaqaldiroq juda kuchli bo'ladi.

3. *Yoy razryad (elektr yoyi)*. Agar 3-rasmda tasvirlangan elektrodلarni bir-biriga tegizsak va elektr tok o'tkazsak, elektrodلarning bir-biriga tegib turgan uchlari qiziydi. So'ng ularni bir-biridan bir oz uzoqlashtiraylik. Katod bo'lib xizmat qiluvchi elektrod juda ko'p termoelektronلar chiqaradi. Bu termoelektronلar elektrodلar oralig'idagi gazni ionlashtiradi. Natijada elektrodلar orasida yoy

shaklidagi kuchli ko'zni qamashtiradigan darajada yorug' shu'la paydo bo'ladi. Buni elektr yoyi yoki Petrov yoyi deyiladi. Elektr yoyi uchqundan farqli o'laroq, uzluksiz Tyajpibalr asosida yoy razryad unchalik katta bo'lmagan kuchlanishlarda sodir bo'lishi aniqlandi. Lekin tok kuchi katta (~ 3000 A) bo'lishi mumkin. Elektrodning temperaturasi ($2500 - 4000$)°S gacha ko'tariladi. Temperaturaning bu qadar ko'tarilishi metallarni elektr payvandlashda, kuchli yorug'lik tarqatilishi zsa yoy lampalarda foydalaniladi. Endi siyraklashtirilgan gazlarda kuzatiladigan razryad bilan tanishaylik. 4- a rasmda tasvirlangan shisha naychani ikki tomoniga metall elektrodlar kavsharlangan. Bu naycha ichidagi gaz bosimi 0,1 mm simob ustuniga, elektrodga berilgan kuchlanish bir necha yuz voltga teng bo'lganda naychadagi gazda mustaqil razryad kuzatiladi. Razryad tuzilishining mayda tafsilotlari bilan qiziqmay, uni ikki qismdan iborat deb ko'rishimiz mumkin. Katodga yaqin joylashgan nurlanish sodir bo'lmayotgan sohani katod qorong'i fazosi deyiladi. Razryadning qolgan (anodgacha davom etgan) qismida miltillagan nurlanish kuzatiladi.

Razryadning bu qismini nurlanuvchi anod ustuni deyiladi. *Yolqin razryad* deb nsmlangan bu razryadda katod hamma vaqt sovuqligicha qoladi. U holda ionlar qanday vujudga keladi? Bu savolga javob berish uchun katod bilan anod oralig'idagi nuqtalarda potensialning o'zgarishi bilan tanishaylik. 4-b - rasmda katod va naycha ichidagi tekshirilayotgan nuqta orasidagi kuchlanish V ni katoddan ush-bu nuqtagacha bo'lgan masofa l ga bog'liqlik grafigi tasvirlangan. Bu grafikdan ko'rinishicha, potensialning asosiy tushuvi katod qorong'i fazosiga to'g'ri keladi.

Shuning uchun ham uni katod potensial tushuvi deb ataladi. Katod tomon tortilayotgan musbat ionlar bu sohada katta energiyalarga erishadi va katodga urilgach, undan bir necha elektron ajralib chiqishiga sababchi bo'ladi. Bu elektronlar o'z navbatida katod potentsiali ta'sirida tezlashib gaz molekulalari bilan to'qnashganda zarbdan ionlanishni vujudga keltiradi. Vujudga kelgan yangi ionlar yana katod tomon intiladi, katod potentsiali ta'sirida yana tezlashadi, katoddan elektronlarni urib chiqaradi va hokazo. Demak, elektrodlar oralig'ida kuchlanish mavjud bo'lsa, razryad uzluksiz davom eta-veradi. Shuni ham qayd qilib o'taylikki, fanda elektronlar bilan birinchi tanishuv yuqorida bayon etilgan tajribadagi katoddan ajralib chiqayotgan elektronlar oqimini tekshirish natijasida ro'y bergan. Shuning uchun bu elektronlar oqimi katod nurlari deb atalgan. Katoddan elektronlarni urib chiqarayotgan musbat ionlar esa anod nurlari deb atalgan.

Naychadagi gazni o'zgartirganda nurlanishning rangi ham o'zgaradi. Masalan, neon—qizil, argon—ko'kish, geliy—sariq rangdagi nurlanish beradi.

Yolqin razryadning bu xususiyatlaridan kunduzgi yorug'lik lampalarida, vitrinalarni yoritish, bezash maqsadlarida foydalaniladi.

Yuqori darajada ionlashgan, lekin kichik makroskopik hajmda elektroneytral bo'lgan gaz *plazma* deb ataladi. Agar gazning barcha molekulalari ionlashgan bo'lsa, ya'ni ionlashganlik darajasi birga teng bo'lsa, to'liq ionlashgan plazma deyiladi. Boshqa hollarda qisman ionlashgan plazma bilan ish ko'rilayotgan bo'ladi. Plazmani ikki usul bilan hosil qilish mumkin:

1. O'ta yuqori temperaturalargacha qizdirilgan gaz molekulalari ($w \sim T$ edi!) o'zaro to'qnashuvi tufayli ionlanish sodir bo'ladi. Masalan, $T > 10000$ K da har qanday jism plazma holatida bo'ladi. Barcha yulduzlar, xususan Quyosh ham, ana shunday yuqori temperaturali plazmadan iboratdir.

2. Gazdan elektr tok o'tishi (elektr razryad) jarayonidg ham plazma hosil bo'ladi. Gaz razryadli plazma elektronlar va ionlar gaz razryadni vujudga keltirayotgan elektr to'qmanidan doimo energiya olib turadi. Natijada ionlar va elektronlarning temperaturalari keskin farq qiladi chunki elektronlar elektr maydonda ko'proq tezlashadi. Masalai, yolqin razryadda elektronlar temperaturasi ~ 10000 K bo'lsa, ionlar temperaturasi ~ 2000 K dan ortmaydi. Yerning ionosferasidagi plazma Quyosh nurlanishi tufayli atmosferadagi gaz molekulalarining fotoionlashuvi natijasida vujudga keladi. Shuning uchun plazmaning bu turi gaz razryadli plazmadan farq qiladi.

Plazma zarralari, xuddi oddiy gaz molekulalariga o'xshash betartib harakatda bo'ladi. Lekin neytral molekulalardan tashkil topgan oddiy gazdan farqli ravishda plazma radioto'lqinlarni qaytaradi. Buning sababi plazmaning elektromagnit maydon bilan ta'sirlashuvidir.

Plazmaning eng asosiy xususiyati—uning kvazineytralligidir. *Kvazineytrallik* tushunchasi bilan elektronlar va bir xil ionlardan iborat bo'lgan plazma misolida tanishaylik. Bunday plazmada elektronlarning issiqlik harakat tezliklari ionlarnikidan kattaroq bo'ladi. Shuning uchun elektronlar plazmadan tezroq chiqib ketishi va nati-jada plazmada ionlar miqdorining ortib ketishi tufayli elektr maydon vujudga kelishi lozim edi. Lekin plazmada katta elektr maydonlar vujudga kelmas ekan. Buning sababi quyidagicha: plazmaning biror qismida ionlarning to'planib qolishi natijasida vujudga kelgan elektr maydon chiqib ketayotgan elektronlarga tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi, so'ng ularni orqasiga qaytaradi. Shu tarzda elektronlarning tebranma harakati vujudga keladi. Bu tebranishlarning chastotasi va amplitudasini topaylik.

Zichligi ρ_e bo'lgan elektronlarning x masofaga siljishi natijasida vujudga kelgan elektr maydon (bu maydonni birinchi yaqinlashuvda yassi kondensator plastin kalari oralig'idagi elektr maydonga o'xshatsa bo'ladi) kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = -\frac{en_e x}{\epsilon_0} \quad (11)$$

ga teng bo'ladi. Bu maydonda elektronga

$$F = eE = -\frac{e^2 n_e}{\epsilon_0} x \quad (12)$$

kuch ta'sir etadi. Bu kuch miqdoran siljishga proporsional va siljish yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan. U garmonik tebranishlarni vujudga keltiruvchi kvazielastik kuch ($F = -kx$) ga o'xshashdir. Shuning uchun bu kuch ta'sirida elektron oldinga va orqaga chastota bilan harakat qiladi. Bu harakatni *plazma tebranishlari*, ω_{pl} ni esa *plazma chastotasi* yoki *lengmyur chastotasi* deyiladi. Albatta, elektronlar bilan ionlar

$$\omega_{pl} = \sqrt{\frac{e^2 n_e}{\epsilon_0 m_e}}$$

to'qnashuvi natijasida elektronlarning tebranma harakati so'nadi.

Plazma tebranishlari sodir bo'ladigan masofani quyidagi mulohazalar asosida topamiz: elektr maydonda x masofaga siljigan elektron

$$A = Fx = \frac{e^2 n_e}{\epsilon^2} x^2 \quad (13)$$

ish bajaradi. Bu ish shu elektron kinetik energiyasining o'rtacha o'zgarshli (taxminan kT_e ga teng) hisobiga bajariladi. Shuning uchun

$$\frac{e^2 n_e}{\epsilon^2} x^2 = kT_e$$

Bundan

$$x^2 = \frac{\epsilon_0 kT_e}{e^2 n_e} \quad (14)$$

Bu ifoda issiqlik harakati tufayli plazmada zaryadlar fazoviy ajraladigan masofaning maksimal qiymatini aniqlaydi. Odatda, uni *debay radiusi* deb ataladi:

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 kT_e}{e^2 n_e}} \quad (14)$$

Shunday qilib, debay radiusi zaryadlarning fazoviy ajralish masshtabini, plazma chastotasi esa zaryadlarning ajralmagan holatga qaytish davrini, ya'ni plazmaning zaryad jihatdan neytralligini tiklash davrini xarakterlaydi. Bu ikki kattalik plazmaning asosiy xarakteristikalarini hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, elektronlar va ionlardan iborat gazni, bu gaz egallagan hajmning chiziqli o'lchamlari debay radiusidan katta bo'lgandagina (faqat shu holdagina kvazineytrallik sharti bajariladi) plazma deb atash mumkin.

Hozirgi vaqtda plazmadan ikki yo`nalishda foydalanish. mo`ljallanyapti: 1) boshqariluvchi termoyadro reaksiyalarida; 2) magnitogidrodinamik generatorlarda (MGDG).

Nazorat savollari

1. 1.Vakuumli diodning volt-amper xarakteristikasi qanday hosil qilinadi?
2. To`yinish toki qanday vujudga keladi?
3. Katod lampa yordamida termoelektron emissiya hodisasini kuzatish qanday amalgam oshiriladi?
4. Boguslavskiy-Lengmyur formulasi qanday fizik ma`noga ega?
5. To`yinish toki zichligining haroratga bog`lanishi qaysi formula orqali aniqlanadi?
6. Nima uchun uncha yuqori bo`lmagan temperaturalarda gazdan elektr toki o`tmaydi?
7. Gazdan elektr toki o`tishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
8. Gaz razryadi deb nimaga aytiladi?
9. Gazda ionlar qayerdan paydo boladi?
10. Rekombinatsiya deb qandayjarayonga aytiladi?
11. Dinamik muvozanat deb qanday vaziyatga aytiladi?
12. Nomusta qil razryad deb qanday razryadga aytiladi?
13. Tok o`zining I_t qiymatiga qachon erishadi?
14. Musta qil razryad deb qanday razryadga aytiladi?

11-Mavzu: Yorug`likning zarracha va to`lqin dualizmi. Geometrik optika qonunlari. Optik asboblari

Reja

1. Yorug`likning tabiati. Yoruqlikning qaytish va sinish qonunlari.
2. Yorig`likning to`la qaytishi. Bryuster qonuni
3. Ikki muqit chegarasida yoruqlikning to`la qaytishi va tolalar optikasidan veterinariyada foydalanish
4. Yorug`likning qutblanishi. Yoruqlikning qaytganda va singanda qutblanishi. Malyus qonuni
5. Refraktometrlar. Mikroskoplar.

Tayanch iboralar: geometrik optikaning asosiy tushunchasi, Yorug`likning to`g`ri chiziqli bo`ylab tarqalishi. Yorug`likning qaytish va sinish qonunlari. Mikroskop

Yorug`lik nuri tabiati to`qrisidagi birinchi tasavvurlar qadimgi greklar va misrliklarda paydo bo`lgan. XVII asr oxiriga kelib yorug`likning ikkita nazariyasi I.Nyuton tomonidan korpuskulyar nazariya va R.Guk va X.Gyuygens tomonidan to`lqin nazariyasi shakllana boshladi.

Korpuskulyar nazariyaga asosan, yorug`lik nuri sochuvchi jismlardan chiquvchi zarrachalar (korpuskulalar) oqimidan iboratdir. Nyuton yorug`lik zarrachalari harakati mexanika qonunlariga bo`ysunadi degan fikrda edi. Misol uchun, yorug`likning aks qaytishi elastik sharchaning tekislikdan urilib qaytishiga o`xshatiladi.

Yorug`likning sinishi yorug`lik zarrachalarining bir muhitdan ikkinchisiga o`tishida, tezligini o`zgarishi xisobiga sodir bo`lidi deb tushuntiriladi. Korpuskulyar nazariya bo`yicha vakuum – muhit chegarasida yorug`likning sinishi quyidagi qonunga bo`ysunadi:

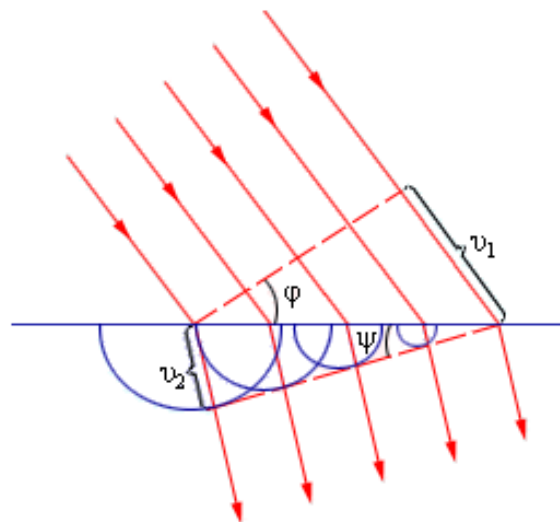
$$\frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \frac{v}{c} = n, \quad (1)$$

bu erda c – yorug`likning vakuumdagi tezligi, ( $v$  - yorug`likning muhitdagi tarqalish tezligini bildiradi. Korpuskulyar nazariyaga asosan $n > 1$ bo`lgan holda, yorug`likning muhitdagi tarqalish tezligi vakuumdagi tarqalish tezligi c dan katta bo`lishi kerak. Nyuton interferentsiya manzarasini hosil bo`lishini yorug`lik chiqishi va tarqalishi bilan bog`liq jarayonlarda qandaydir davriylik bor degan taxminlarga asosan tushuntirishga harakat qildi.

Shunday qilib, Nyutonning korpuskulyar nazariyasi to`lqin elementlariga o`xshash tasavvurlarni o`z ichiga olaboshladi.

Korpuskulyar nazariyadan farqli ravishda, yorug`likning to`lqin nazariyasi yorug`likning mexanik to`lqinlarga o`xshash, to`lqin jarayonidan iborat deb qisoblaydi.

To`lqin nazariyasi asosida Gyuygens printsipli yotadi. Gyuygens printsiipiga asosan, to`lqin yetib borgan har bir nuqta ikkilamchi to`lqinlar manbaiga aylanadi, manbani o`rab oluvchi egri chiziq keyingi momentdagi to`lqin fronti holatini belgilaydi, Gyuygens printsiipiga asoslanib yorug`likning qaytish va sinish qonunlarini osonlikcha isbotlash mumkin.



1 – rasm

Christian Huygens

(1629–1695)

1 – rasm. Ikkita tiniq muhit chegarasida ikkilamchi toʻlqinlar manba'lari hosil boʻlishi koʻrsatilgan, ikkita tiniq muhit chegarasida, singan toʻlqinlar tarqalish yoʻnalishlarini aniqlovchi Gyuygens chizmalari tasvirlangan. Toʻlqin nazariyasi vakuum – muhit chegarasida yorugʻlikning sinishini quyidagi ifoda bilan taʼriflaydi:

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c}{v} = n, \quad (2)$$

Toʻlqin nazariyasi asosida olingan sinish qonuni Nyutonning sinish qonuniga qarama – qarshidir. Toʻlqin nazariyasi yorugʻlikning muhitdagi tarqalish tezligi vakuumdagi tezligidan kichik ekanligini isbotlaydi.

$$v < c$$

Shunday qilib, XVIII asr boshlarida yorugʻlik tabiatini tushuntirishda bir-biriga zid boʻlgan ikkita yondoshish mavjud edi: Nyutonning korpuskulyar nazariyasi va Gyuygensning toʻlqin nazariyasi. Bu ikkala nazariyalar yorugʻlik nurining toʻqri chiziqli tarqalishini, sinish va qaytish qonunlarini tushuntirib beraoladi.

XVIII asrni - bu ikkita nazariyalar oʻrtasidagi kurash asri deb atasa boʻladi. XIX asr boshlarida bu xolat tubdan oʻzgardi.

Toʻlqin nazariyasi – korpuskulyar nazariyadan ustun boʻlaboshladi. Bunga ingliz fizigi T. Yung va frantsuz fizigi O. Frenel tomonidan interferentsiya va difraktsiya xodisalarini ilmiy izlash natijalari sabab boʻldi.

1851 yilda J. Fuko muhim aqamiyatga ega boʻlgan toʻlqin nazariyasining tajribaviy tasdiqini oldi, suvda yorugʻlikning tarqalish tezligini oʻlchab, $v < c$ ekanligini isbotladi.

1865 yilda Maksvell yorugʻlikning elektromagnit nazariyasini yaratdi: unda yorugʻlik xar xil muhitlarda

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

tezlik bilan tarqaluvchi, juda qisqa elektromagnit to'liqlardan iboratdir deb qisobladi. Yorug'likning vakuumdagi tarqalish tezligi

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$$

ga teng ekanligi isbotlandi.

Maksvell nazariyasi yorug'likning nurlanish va yutilish jarayonini, fotoelektrik effektni va Kompton sochilishini tushuntira olmadi. Xuddi shunga o'xshash, Lorents nazariyasi ham, yorug'likni moddalar bilan o'zaro ta'sirini, xususan, qora jismning issiqlik nurlanishidagi to'liq uzunligiga bog'liq energiya taqsimotini tushuntira olmadi.

Yorug'lik nurining tabiati o'rnatilishidan oldin optikaning quyidagi asosiy qonunlari ma'lum edi:

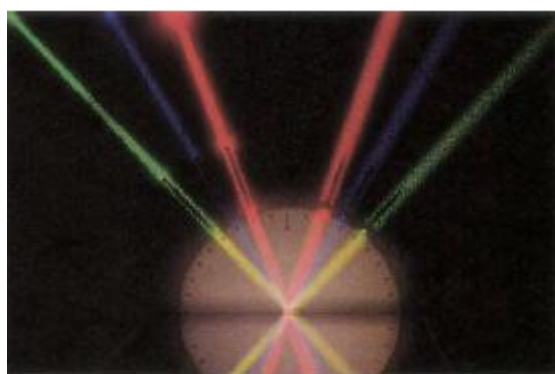
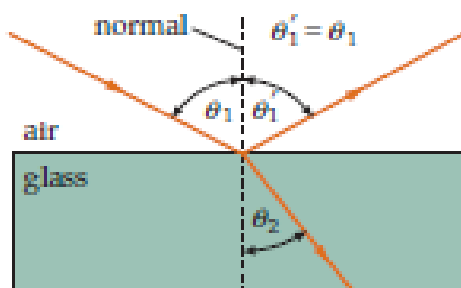
Yorug'lik nurining optik bir jinsli muhitda to'g'ri chiziqli tarqalish qonuni; yorug'lik nuri dastalarining bir-biriga bog'liq bo'lmaslik qonuni; yorug'likning qaytish qonuni va yorug'likning sinish qonuni.

Yorug'likning to'g'ri chiziqli tarqalish qonuni. Optikaviy bir jinsli muhitda yorug'lik nuri to'g'ri chiziqli tarqaladi, chunki nuqtaviy yorug'lik manba'i bilan shaffof bo'lmagan buyumlar yoritilganda, buyumlar shaklida aniq soya hosil bo'ladi. Yorug'lik nurlari to'liq uzunligiga yaqin bo'lgan o'lchamli buyumlar yoritilganda bu qonundan chetlashish kuzatiladi.

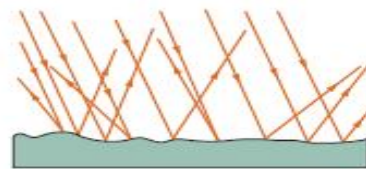
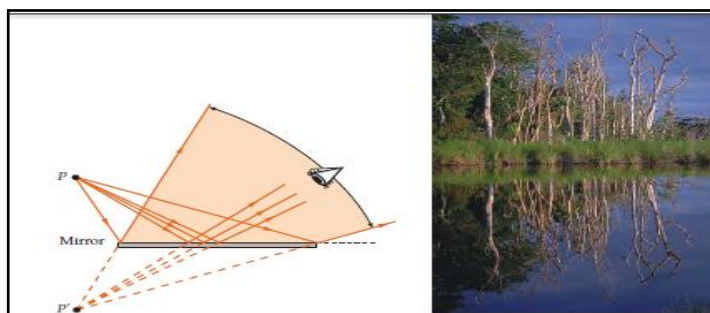
Yorug'lik nurlari dastalarining bir-biriga bog'liq bo'lmaslik qonuni. Alohida yorug'lik nuri dastasida kuzatiladigan hodisalar boshqa dastalar bir vaqtda mavjud bo'lish yoki bo'lmasligiga bog'liq bo'lmaydi. Yorug'lik oqimini alohida yorug'lik dastalariga ajratib, tanlangan yorug'lik dastasi ta'siri boshqa dastalarga bog'liq emasligini oson isbotlash mumkin.

Agarda, yorug'lik nuri ikki muhit chegarasiga tushsa (2 - rasm), I tushuvchi nur II qaytgan va III singan nurlarga ajraladi, ularning tarqalish yo'nalishlari qaytish va sinish qonunlari bilan belgilanadi.

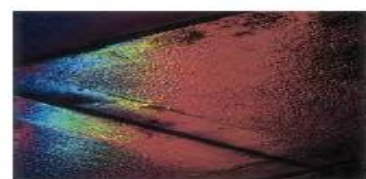
qaytish qonuni. qaytgan nur tushuvchi nur va tushish chegarasiga o'tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotadi, qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi:



2--rasm



(a)



(b)

3-rasm

$$\theta_1 = \theta_2, \quad (3)$$

3-rasm. Ikki muhit chegarasida yorug'likni sinishi va qaytishi. Yorug'likning qaytishi ko'zgusimon(3-rasm) va diffuz qaytishga bo'linadi(3a-rasm)

Sinish qonuni. Tushuvchi nur singan nur va tushish nuqtasida ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotadi, tushish burchagining sinusini sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan muhitlar uchun o'zgarmas kattalik hisoblanadi:

$$\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n_{21}, \quad (4)$$

bu yerda n_{21} – ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichidir. Ikki muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkichlari ularning absolyut sindirish ko'rsatkichlarining nisbatiga tengdir:

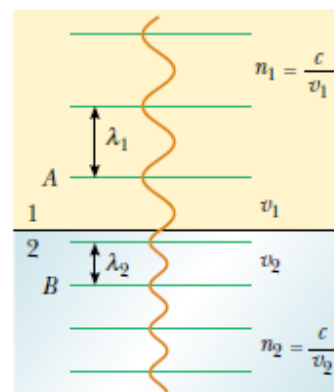
$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (5)$$

Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi elektromagnit to'lqinning vakuumdagi tezligining muhitdagi fazaviy tezligiga nisbatiga tengdir:

$$n = \frac{c}{v} \quad (6)$$

Sinish qonunini quyidagicha qayta ifodalash mumkin:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (7)$$



Agarda, yorug'lik katta sindirish ko'rsatkichli n_1 muhitdan o'tib kichik sindirish ko'rsatkichli n_2 muhitda tarqalsa, misol uchun shishadan suvga o'tib tarqalsa, u holda

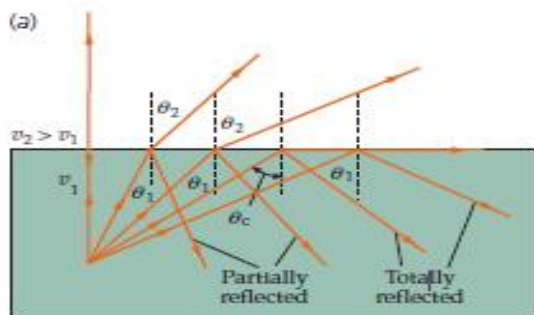
4-rasm

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{n_1}{n_2} > 1$$

bo'lib, singan nur normaldan uzoqlashadi va i_2 sinish burchagi i_1 tushish burchagidan katta bo'ladi (2 – rasm).

Tushish burchagi oshishi bilan sinish burchagi asta-sekin osha boradi va qandaydir chegaraviy tushish burchagi qiymatida ($\theta_1 - \theta_{\text{cheg}}$ chegaraviy burchakda) sinish burchagi $\frac{\pi}{2}$ ga tenglashadi. $\theta_1 = \theta_{\text{cheg}}$. qolatda tushayotgan nur to'liq qaytadi

(5rasm).



5-rasm

Demak, tushish burchaginin $\theta_{\text{чег.}}$ дан $\theta =$

$\frac{\pi}{2}$ ga qiymatlarida to'la qaytish hodisasi kuzatiladi. Chegaraviy tushish burchagi $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$ shartdan topiladi.

$$n_1 \sin \theta_{\text{чег.}} = n_2 \sin \frac{\pi}{2}, \quad \sin \theta_{\text{чег.}} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \quad (8)$$

To'la qaytish xodisasi, yorug'lik optikaviy zich muhitdan zich bo'lmagan muhitga o'tganda, kuzatiladi.

Yorug'likning tarqalish qonunlarini yorug'lik nurlari tushunchalari orqali o'rganiladigan optika bo'limi geometriyaviy optika deb ataladi.

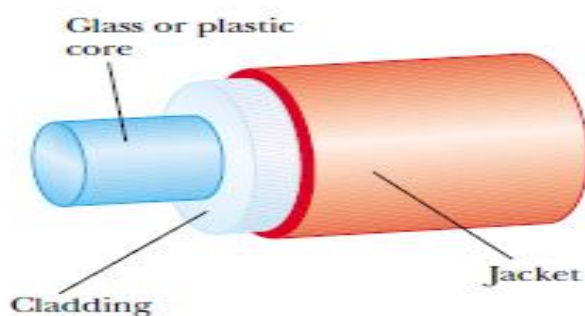
Yorug'lik nurlari deb, to'lqin sirtlariga normal bo'lgan chiziqlar bo'yicha tarqaladigan yorug'lik energiyalari oqimiga aytiladi.

Yorug'likning tarqalish qonunlari, yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri to'g'risidagi nazariyalar yorug'lik murakkab xususiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Yorug'lik harakatidagi korpuskulyar va

elektromagnit to'liqin xarakterlari umumiylikka ega. Demak yorug'lik tabiati korpuskulyar - to'liqin dualizmi tasavvuridan iboratdir. Yorug'likning to'g'ri chiziqli tarqlish qonuni. Optikaviy bir jinsli muhitda yorug'lik nuri to'g'ri chiziqli tarqaladi, chunki nuqtaviy yoruqlik manba'i bilan shaffof bo'lmagan buyumlar yoritilganda, buyumlar shaklida aniq soya hosil bo'ladi. Yorug'lik nurlari to'liqin uzunligiga yaqin bo'lgan o'lchamli buyumlar yoritilganda bu qonundan chetlashish kuzatiladi. Yorug'lik nurlari dastalarining bir-biriga bog'lik bo'lmaslik qonuni. Alohida yorug'lik nuri dastasida kuzatiladigan hodisalar boshqa dastalar bir vaqtda



mavjud bo'lish yoki bo'lmasligiga bog'liq bo'lmaydi. Yorug'lik oqimini alohida yorug'lik dastalariga ajratib, tanlangan yorug'lik dastasi ta'siri boshqa dastalarga bog'liq emasligini oson isbotlash

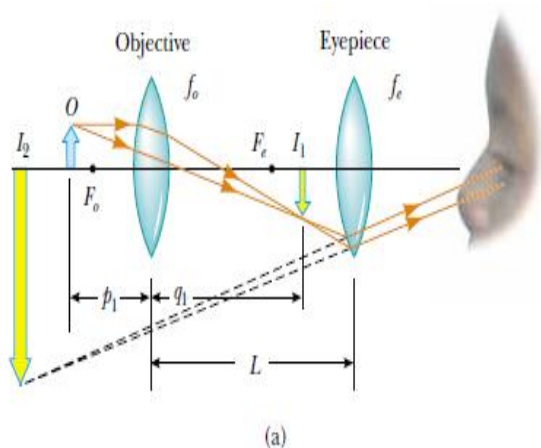


mumkin. Kuzatishlardan ma'lum bo'lakni, yorug'lik bir jisimli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi.

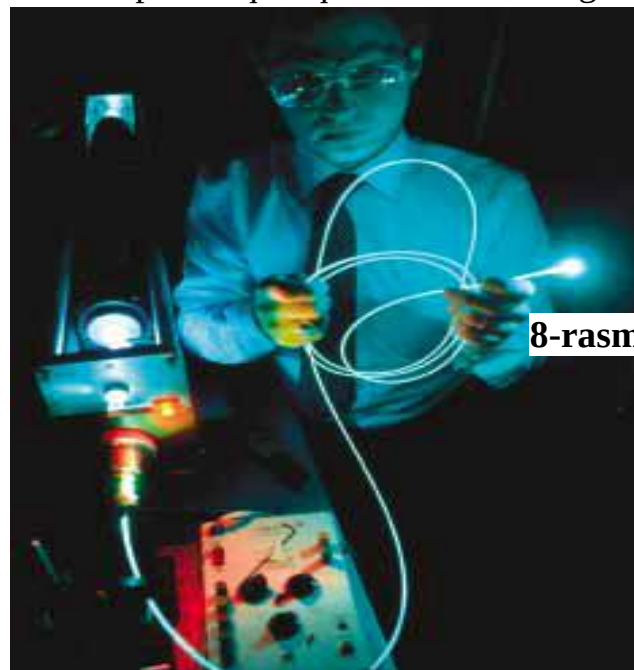
Yorug'lik nuri deb, energiya oqimining tarqalish yo'nalishiga aytiladi. (Vakumda yorug'likning tarqalish tezligi $C=3 \cdot 10^8$ /s=300000 km/s Fuko aniqladi). Yorug'likning to'la qaytish hodisasidan tola optikasida foydalaniladi (6 rasm).

Kichik buyumlarni katta burchak ostida ko'rish uchun uni iloji boricha ko'zga yaqin keltiradilar. Biroq ko'z qorachig'i buyum ko'zdan kamida 10 sm masofada bo'lgandagina to'r pardada uning aniq tasvirini beradi. Ko'z qorachig'i undan kichik masofalarda pardada predmetning aniq tasvirini olishga yetarlicha egrilana olmaydi.

7-rasm



Shuning uchun ham juda kichik buyumlarni ular qaraladigan burchakni kattalashtiradigan asboblari - lupa yoki mikroskoplar orqali qaraladi. Mikroorga-



8-rasm

nizmlar dunyosining birinchi kashfiyotchisi niderland tabiatshunosi A. Levenguk XVII asrda ixtiro qilgan lupa 300 marta kattalashtirib berardi. Mikroskop sxemasini 1660- yillarda ingliz olimi R. Guk takomillashtirdi. Biroq, XIX asrning 20-yillarigacha mikroskoplar juda yaxshi lupalar bilan raqobat qila olmas edi. Ko'p linzalardan murakkab ob'ektivlar ishlanishi tufayligina bu sohada yuksalish yuz berdi. Buyumlarning mikroskopda ajratish mumkin bo'lgan minimal o'lchamlari $d=0,51 / A$ munosabatdan aniqlanadi, bunda A - taxminan 1 ga teng bo'lgan doimiy. Yashil rang uchun $d=0,3$ mkm. Buyum I' burchak ostida ko'rinishi uchun 1000 karra kattalashtirish kifoya. Mikroskop ikki optik asbob — ob'ektiv va okulyardan to'zilgan. Birinchi qisqa fokusli linza ob'ektiv rolini o'ynaydi, ikkinchi qisqa fokusli linza okulyar rolini o'ynaydi. Mikroskopni kattalashtirishi shunday ifodalanadi:

$$\lambda = \frac{a_0 \Delta}{f_1 f_2}$$

bu yerda Δ — ob'ektivdan tasvirgacha bo'lgan masofa, f_1 — ob'ektiv fokus masofasi, f_2 — okulyar fokus masofasi, a_0 — eng yaxshi ko'rish masofasi (25sm).

Hozirgi vaqtda juda ko'p optik asboblari yasalgan va ular ko'plab sohalarda ishlatiladi. Misol sifatida geodeziyada ishlatiladigan optik asboblarni nomlarini

keltiramiz: nivelir, teodolit, fototeodolit va boshqalar. Nivelir yordamida yer sirtidagi biror nuqta balandligini boshqa aniq nuqta yoki boshlang'ich nuqta balandligiga yoki dengiz sathiga nisbatan aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Yorug'likning tabiati qanday?
2. Yoruqlikning qaytish va sinish qonunlarini ta'riflang.
3. Yorig'likning to'la qaytishi qanday yuz beradi? Bryuster qonunini ta'riflang.
4. Ikki muqit chegarasida yoruqlikning to'la qaytishi va tolalar optikasidan veterinariyada foydalanish qanday yuz beradi?
5. Refraktometrlar. Mikroskoplar lar qanday ishlaydi?.

Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: **Physiks For Scientists and Enginerers. W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 1105-1125 pp.**
2. Raymond A. Serway – Emeritus: **Physics for Scientists and Engineers, James Madison University. John W. Jewett - California State Polytechnic University, Pomona. 1094-1124 pp.**

12-Mavzu. Yorug'likning interferensiyasi va difraksiyasi.

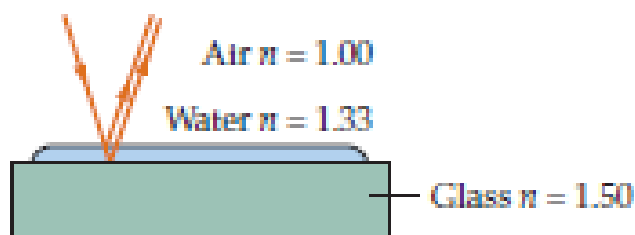
Yorug'lik dispersiyasi. Yorug'likning qutblanishi.

Reja

1. Yoruqlikning interferentsiyasi. Interferensio manzarada to'lqinlarning yo'llar farqi.
2. Yoruqlik difraktsiyasi. natijaviy amplituda. Frenel zonasi. Fraungofer difraktsiyasi.
3. Difraksiyaning maksimum va minimum sharti. Ko'p tirqishli difraktsiya. Difraktsion panjara.
4. Yoruqlik to'lqini uzunligini difraktsion panjara yordamida aniqlash.
5. Yorug'likning qutblanishi. Yorug'likning qaytishida va sinishida qutblanishi. Yorug'lik dispersiyasi
6. Yorug'likning yutilishi va sochilishi
7. Yorug'likning qutblanishi
8. Malyus qonuni
9. Bryuster qonuni

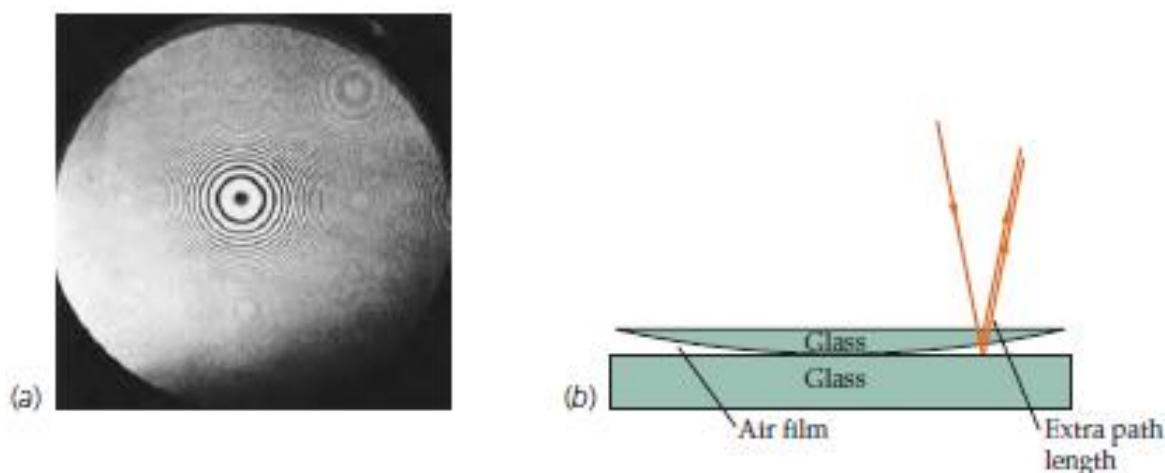
Tayanch iboralar: yorug'likning interferentsiyasi. Interferensiyasi. Yorug'lik difraktsiyasi. natijaviy amplituda. Frenel zonasi. Fraungofer difraktsiyasi. Difraksiyaning maksimum va minimum sharti. Ko'p tirqishli difraktsiya. Difraksion panjara. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Yorug'lik dispersiyasi. Normal va anomal dispersiya. Yorug'likning yutilishi va sochilishi. Yorug'likning qutblanishi. Polyarizator, analizator, ikkilanib nur sinish. Buger qonuni. Malyus qonuni. Bryuster qonuni

Oddiy sharoitlarda fazoda bir vaqtning o'zida juda ko'plab yorug'lik to'lqinlari tarqaladi. Bu to'lqinlar har xil manbalardan chiqayotgan yoki har xil predmetlar yuzalaridan qaytayotgan va sochilayotgan bo'lishi mumkin. Kundalik hayotdagi tajribalardan bilamizki, juda ko'plab tarqalayotgan yorug'lik to'lqinlari bir-biriga xalaqit bermay fazoda tarqaladi, shu sababli biz predmetlarni ko'rganda ularni o'zini buzilmagan holda ko'ramiz (1-rasm).



1-rasm

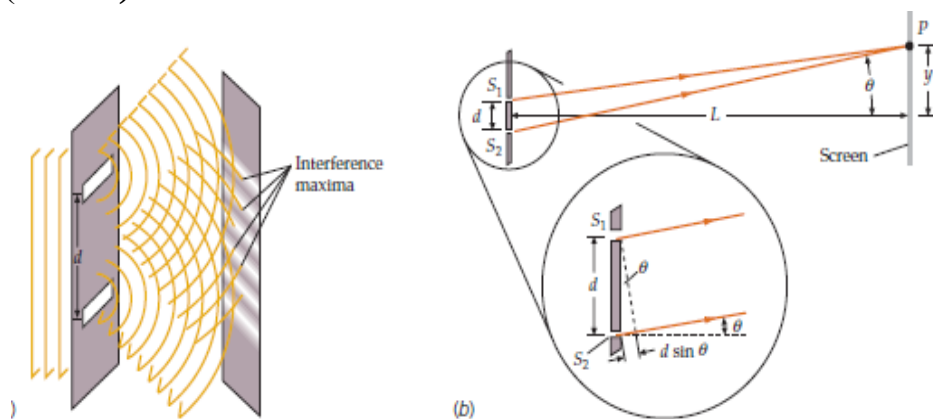
Yorug'lik to'lqinlarini bunday tarqalishiga sabab shuki, yorug'lik elektromagnit to'lqinlarning muhitga ta'siri shu muhitda boshqa elektr va magnit maydonlarning borligidan qat'iy nazar ro'y beradi. Bundan har xil elektromagnit to'lqinlarning elektr va magnit maydonlari bo'shliqda tarqalganda o'zlarini kuchlanganliklarini, harakat yo'nalishini va boshqa xarakteristikalarini o'zgartirmaydilar degan xulosaga kelamiz. Bu xaqiqatda shunday ro'y beradi.



2-rasm

Buni superpozitsiya prinsipi deb ataladi. Superpozitsiya prinsipi bajarilganda fazoda bir vaqtda tarqalayotgan elektromagnit to'liqlarning E va B kuchlanganliklari o'zaro algebraik ravishda qo'shiladilar, lekin ikki yorug'lik to'liqining tebranishlarining fazalar ayirmasi vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'lsa, bu prinsip bajarilmaydi. Bu to'liqlarni kogerent to'liqlar deyiladi. Kogerent to'liqlar qo'shilganda fazoning bir qismida yorug'likni kuchayishi ya'ni maksimumi, boshqa qismlarida yorug'likni susayishi, ya'ni minimumi kuzatiladi. Bunday hodisaga yorug'lik to'liqlarining interferensiyasi deyiladi. Yorug'lik interferensiyasi faqat kogerent yorug'lik to'liqlari qo'shilganda ro'y beradi.

Kogerent to'liqlarni kogerent manbalar sochadi. Ammo tabiatdagi barcha yorug'lik manbalari o'zaro kogerent bo'lmaydi. Shu sababli birinchi marta yorug'lik interferensiyasini kuzatish uchun sun'iy usuldan foydalanganlar, ya'ni bir manbadan chiqayotgan yorug'likni ko'zgu, linza yordamida yoki boshqa usulda ikkiga ajratib, so'ng uchrattirganlar (2-rasm). Bunday usuldan Frenel, YUng, Lloyf, Bete, R. Pol kabi olimlar foydalanganlar. Misol tariqasida Yung sxemasini ko'ramiz (3-rasm)



3-rasm

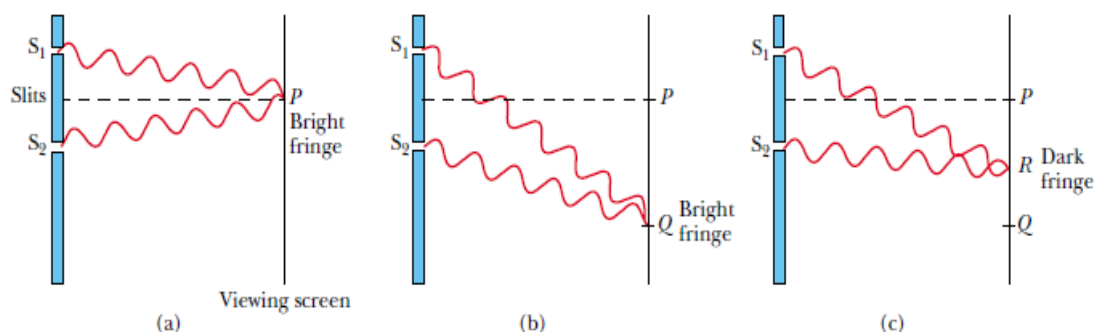
T.Yung bir tirqishdan tarqalayotgan yorug'lik yo'liga ikki tirqishli to'siq qo'ydi. Natijada to'siqdan so'ng yorug'lik ikki mustaqil dasta sifatida tarqaladi. Bu ikki yorug'lik bir manbadan chiqayotgan bo'lgani uchun o'zaro kogerent bo'ladi va ekranda interferensiya maksimumlari va minimumlari kuzatiladi. Agar ekranda uchrashayotgan ikki kogerent yorug'lik to'lqinlarining optikaviy yo'llari farqi Δ juft sonli $\frac{\lambda}{2}$ to'lqin o'zunligiga teng bo'lsa

$$\Delta = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad (7)$$

interferensiya maksimumi kuzatiladi (4-rasm, a,b). Yozilgan (7) shart interferensiya maksimumlari sharti deyiladi. Agar ekranda uchrashayotgan ikki kogerent yorug'lik to'lqinlarining optikaviy yo'llari farqi Δ toq sonli $\frac{\lambda}{2}$ to'lqin o'zunligiga teng bo'lsa

$$\Delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (8)$$

interferensiya minimumlari kuzatiladi. Yozilgan (8) ifoda interferensiya minimumlari sharti deyiladi (4-rasm c).



4-rasm

Interferensiya hodisasini hayotda biz uchratib turamiz. Masalan, suv yuzidagi yupqa yog' yoki moy qatlamlariga yorug'lik tushganda ularning tovlanishini ko'ramiz. Bu hodisaga optikada yupqa plastinkalar rangi deb nom berilgan. Bunday rangli tovlanishlar sovun pufaklarida juda yupqa neft pardalarida, eski shisha yoki metallar sirtida ham kuzatiladi (5-rasm). Agar yupqa shaffof plyonkani yorit-sak, unda ham shunday hodisani ko'ramiz. Buning sababi shundaki, yorug'lik yupqa plastinkaning ikki sirtidan qaytganda yorug'lik to'lqini ikki kogerent dastani vujudga keltiradi. Bu dastalar o'zaro uchrashib interferensiyani beradi. Bunda hosil bo'lgan interferensiyon manzaralar lokallangan manzaralar deyiladi. Chunki ular faqat parda sirtiga yaqin sohada kuzatiladi. Interferensiya hodisasi aniq o'lchashlarda, fizik tajribalarda, sanoatda, texnikada va yana juda ko'p sohalarda keng qo'llaniladi.



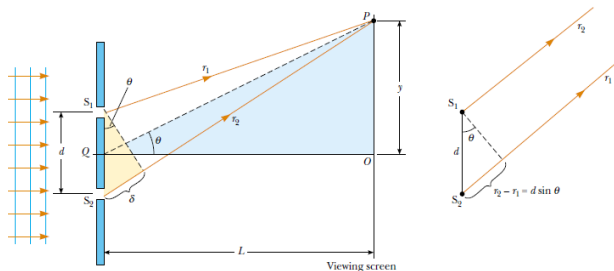
5-rasm

Interferensiya hodisasiga asoslanib ishlovchi maxsus optik asboblari - interferometrlar yasalgan.

Yorug'likni fazoda tarqalishini kuzatib yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi degan xulosaga kelamiz. Hakikatdan ham, biror teshikdan yorug'lik o'tsa, u uzun nur konusini hosil qiladi. Agar shu teshikni yana kichraytirsak, u holda yorug'lik teshikdan sfera bo'ylab tarqaluvchan bo'ladi. Bu hodisani birinchi bo'lib italyan olimi Grimaldi kuzatgan va uni yorug'lik difraksiyasi deb atagan. Umuman, yorug'lik difraksiyasi deb yorug'likni tor teshiklardan va to'siq chetidan o'tganda to'g'ri chiziqli tarqalishining bo'zishiga aytiladi.

6-rasm

Gyuygens yorug'likni tarqalish jarayonini tushuntirish uchun bir prinsipni bayon etdi. Bu prinsipni ma'nosi shunday: yorug'lik to'lqini kelib tebratgan har bir nuqta o'z navbatida manbo'lib elementar yorug'lik

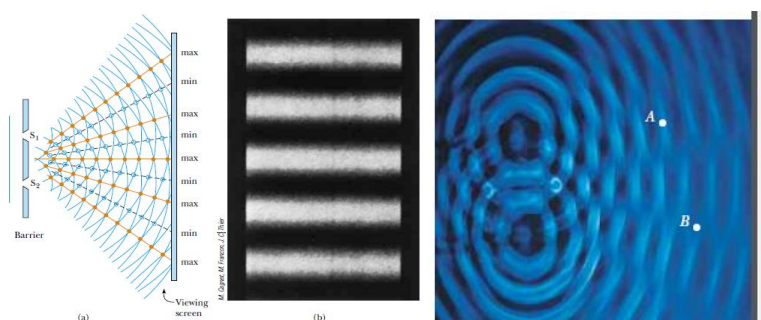


ba

to'lqinlarini tarqatadi. Gyuygens prinsipini kamchiligi shundaki, elementar to'lqinlarni qo'shganda ularni fazalarini hisobga olmaydi, holbuki bu to'lqinlarning fazalari har xil bo'ladi. Bu kamchilikni Frenel to'ldirdi va elementar to'lqinlarni fazalarini hisobga oldi. Natijada Gyuygens-Frenel prinsipi vujudga keldi, uni ma'nosi shunday: chegaralangan yorug'lik to'lqinlari fronti tarqalganda hamma nuqtalardan chiqayotgan elementar to'lqinlar interferensiya natijasida bir-biri bilan qo'shilishib ketgan fazoning qismida qorong'ulik kuzatiladi.

Frenel yorug'lik difraksiyasini tushuntirish uchun o'tayotgan to'lqin frontini elementar to'lqinlar manbai bo'lgan zonalarga ajratdi va ularning biror nuqtadagi ta'sirini ko'rib chiqdi. Optikada bu zonalarni Frenel zonalari deb ataladi.

Frenel shu usul bilan yorug'likni to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini ham tushuntirdi. Difraksion hodisalar o'z xarakteriga qarab ikki sinfga bo'linadi. Birinchi sinfga kuzatuvchi nuqta ekran (to'siq)dan ma'lum masofada joylashgan holdagi difraksion hodisalar kiradi. Bu xil difraksion hodisalar birinchi marta Frenel tomonidan o'rganilgan bo'lgani uchun Frenel difraksiyasi deyiladi. Ikkinchi sinfga ekran (to'siq) kuzatuvchi nuqtadan cheksiz masofada bo'lgan hol, ya'ni parallel nurlardagi difraksion hodisalar kiradi. Bu xil difraksion hodisalarni birinchi marta Fraungofer o'rgangan. Shu sababli bunday difraksiyalarni Fraungofer difraksiyasi deyiladi.



7-rasm

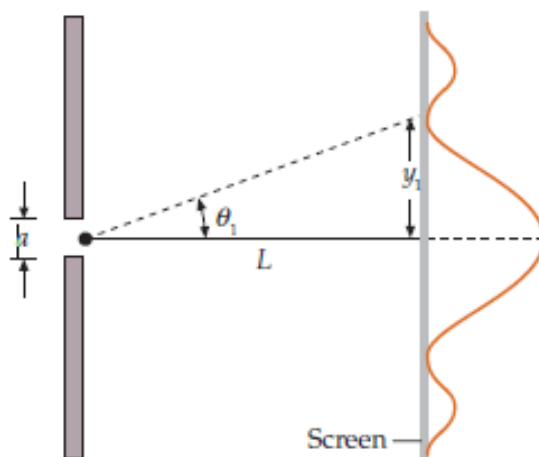
Frenel difraksiyasini doiraviy teshikdan yorug'lik o'tganda ko'ramiz. Doiraviy teshikni Frenel zonalariga bo'lamiz. Masalan, doiraviy teshikda 3 ta zona joylashgan. A nuqtada difraksion manzarani kuzatamiz. Bunda umumiy qoida shunday: agar doiraviy teshikda juft zonalar joylashsa, A nuqtada (markazda) qorong'ulik bo'ladi. Agar doiraviy teshikda toq zonalar joylashsa, A nuqtada (markazda) yorug'lik bo'ladi. Biz ko'rayotgan holda doiraviy teshikda 3ta zona joylashgani uchun A nuqtada yorug'lik bo'ladi.

Difraksiya hodisasiga asoslanib maxsus asboblari yasalgan. Shunday qurilmalardan birini difraksion panjara deyiladi. Difraksion panjara deb, bir-biridan teng masofalarda turgan ko'p tirqishlardan tuzilgan asbobga aytiladi. Difraksion panjaradagi parallel joylashgan tirqishlardan yorug'lik o'tganda Fraungofer difraksiyasi kuzatiladi. Difraksion panjaradagi bitta tirqishning eni b bo'lsa, ikki tirqish orasidagi to'siq eni a bo'lsa, ularning yig'indisiga difraksion panjara doimiysi yoki davri d deyiladi. Tirqishlar soni N va panjara doimiysi d o'zaro shunday bog'langan:

$$d = \frac{1}{N} = a + b \quad (9)$$

Ikki qo'shni tirqishdan o'tgan yorug'lik to'lqinlarining o'zaro yo'l farqi

$$\Delta = d \sin \theta \quad (10)$$



ga teng bo'lib, bu yerda θ - difraksiya burchagi .Difraksion panjara uchun yorug'likning kuchayishi, ya'ni maksimum sharti quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta = d \sin \theta = k\lambda, \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (11)$$

Difraksion panjara uchun inimumlar sharti :

$$\Delta = d \sin \theta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad \text{8-rasm}$$

(12) (11) va (12) ifodalardagi k lar mos ravishda maksimum va minimumlar tartibi. Difraksion panjara hosil qilgan manzarada yana qo'shimcha minimumlar va ular orasida ikkilamchi maksimumlar ham kuzatiladi (8-rasm).

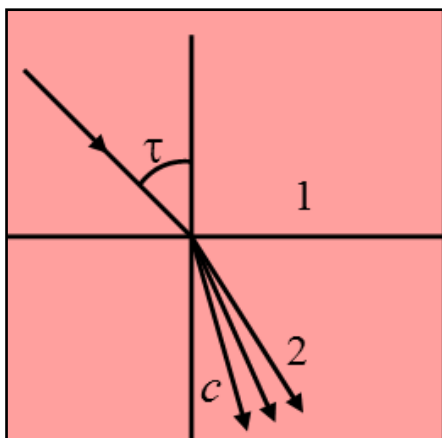
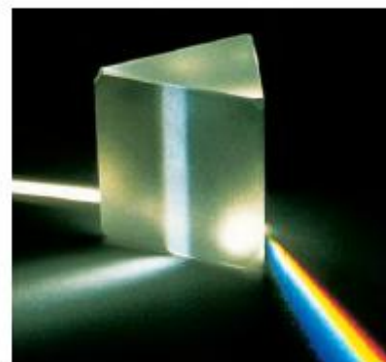
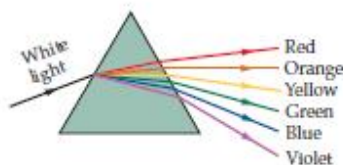
Monoxromatik yorug'lik to'lqinlarining bir muhitdan ikkinchisiga o'tishida, sinish qonuniga asosan, yorug'lik nurlari yo'nalishi shunday o'zgaradiki, bunda tushish burchagi sinusini sinish burchak sinisusiga nisbati tushish burchagiga bogliq bo'lmaydi.

Bu nisbat, ikkala muhitdagi to'lqinlarning fazaviy tezliklari nisbatiga tengdir

$$\frac{\sin i}{\sin C} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21},$$

(1)

n_{21} – kattalik ikkita muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkichi deb ataladi. Agarda birinchi muhit vakuum bo'lsa, undagi yorug'lik tezligi c ga teng bo'ladi, bu holda



1-rasm

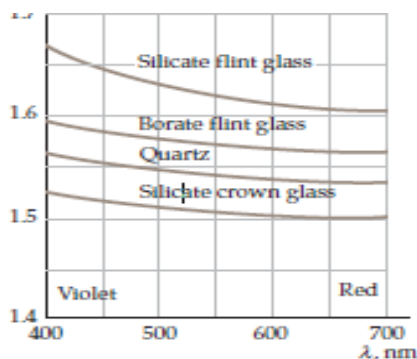
$$\frac{\sin i_0}{\sin C} = \frac{c}{v} = n \quad (2)$$

n – ikkinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi bo'ladi.

Agarda vakuumdan iborat muhit sirtiga xar xil to'lqin uzunligidagi parallel nurlar dastasi tushsa, ikkinchi muhitda ular xar xil yo'nalishda tarqalib, yelpg'qich hosil qiladilar (1 - rasm). Bu hodisa xar xil uzunlikdagi yorug'lik to'lqinlarining moddiy muhitdagi tarqalish tezliklari xar xil

bo'lishi bilan tushuntiriladi. Demak, bu to'lqinlar uchun muhitni sinish ko'rsatkichi – yorug'likning vakuumdagi to'lqin uzunligi funksiyasidir.

$$n = f(\lambda_0) ; \quad \nu = f(\lambda_0)$$



Yorug'lik nuri yelpig'ichi xosil bo'lishi

Bu moddaning optik xususiyatini yorug'likning to'lqin uzunligi yoki chastotasiga boqliq bo'lishi yorug'likning dispersiyasi deb ataladi.

qar bir moddada uning o'lchov birligi sifatida, moddaning dispersiyasi, ya'ni vakuumdagi sindirish ko'rsatkichidan yorug'likning to'lqin uzunligi bo'yicha olingan xosila $\frac{dn}{d\lambda}$ ishlatiladi. Ko'p

xollarda bu xosila qiymati manfiydir, (0 oshishi bilan sindirish ko'rsatkichi qiymati kamayadi.

3– rasm.

Shisha(1), kvarts(2) , kvarts va flyuorit kabi tiniq moddalarning dispersiyasi $n = f(\lambda_0)$ keltirilgan. Bu xoldagi dispersiya – normal dispersiya deb ataladi.

Агарда $\frac{dn}{d\lambda}$ xosila musbat bo'lsa, dispersiya-anomal deb ataladi. Anomal dispersiya berilgan muhitda, ayrim to'lqin uzunlikdagi yorug'likning yutilishi qisobiga kuzatiladi.

Normal dispersiyada sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga boqliqligi Koshi tenglamasi bilan ifodalanadi

$$n \approx n_0 + \frac{a}{\lambda_0^2}, (3)$$

Бы ерда n_0 –juda katta to'lqin uzunligidagi sindirish ko'rsatkichidir. n_0 va a berilgan muhit uchun doimiy kattaliklardir.

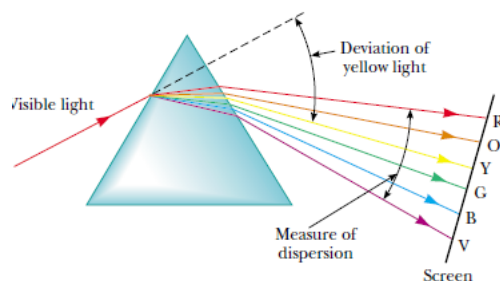
Agarda uchburchakli prizmaning chap qirrasiga qar xil to'lqin uzunlikdagi oq yorug'likning parallel nurlari tushsa, ular xar xil sinib, xar xil yo'nalishda tarqaladilar (4- rasm). Bu tarqalish ikkinchi qirradan o'tganda kuchayadi. Prizmaning o'ng tarafiga qo'yilgan yassi ekranning xar xil joylariga qar xil rangli nurlar tushib spektr xosil qiladi.

Uzunroq to'lqinli nurlar (qizil nurlar) prizmadan kamroq oqadi, qisqa to'lqinli nurlar (xavo rangli) ko'proq oqadi.

Prizma orqali olingan spektr difraktsiyaviy panjaradan olingan spektrdan farq qiladi. Difraktsiyaviy panjarada nurlarning boshlanqich yo'nalishdan oqishi (0

ga proporsional bo'ladi, prizmada esa to'lqin uzunligiga boqliq oqish teskari va murakkabdir.

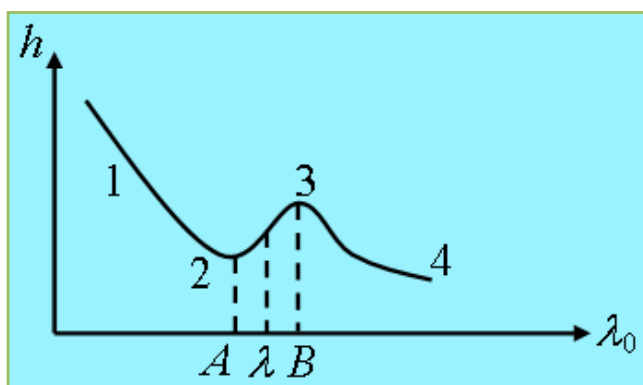
Normal dispersiya, tushayotgan to'lqinning elektr maydoni tebranishini, berilgan muhitning atomlari yadrolariga elastik tortilish kuchi orqali bog'langan elektronlar bilan o'zaro ta'siri orqali tushuntiriladi.



4 – rasm. Uchburchakli prizmadagi yorug'lik dispersiyasi

Maydon ta'sirida bunday elektronlar maydon tebranishi chastotasi bilan tebranaboshlaydilar. Natijada, bu elektronlar xuddi shu chastotada boshlang'ich fazadan farqli bo'lgan, ikkilamchi to'lqinlarni nurlatadilar.

Muhit ichida, tushayotgan to'lqinlar ikkilamchi to'lqinlar bilan qo'shilib, tushayotgan to'lqinlar fazasidan farq qiladigan fazali natijaviy to'lqinlarni xosil qiladilar. Bu fazadan qolishlar, muhitdan to'lqin o'tishi bilan yiqilaborib to'lqin tezligini kamayish samarasini beradi. Tebranish chastotasi katta bo'lganda muhitda birlik uzunlikda fazadan orqada qolish katta bo'ladi, natijaviy to'lqin tezligi ko'proq kamayadi, sinish ko'rsatkichi ortaboradi. Normal dispersiya shundan iboratdir.



(31- rasm).

5-rasm. Jismning yutilish spektri

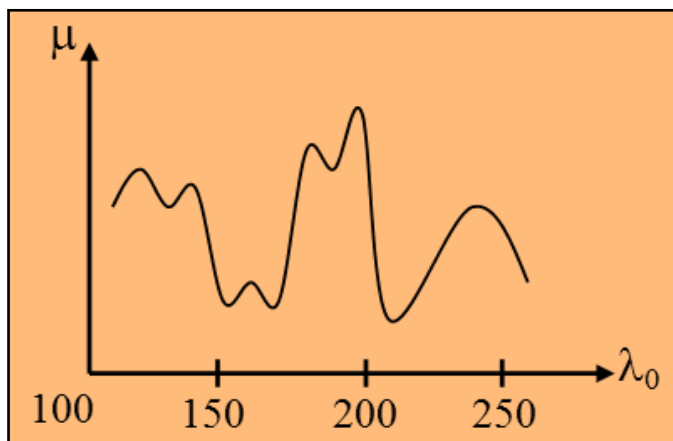
Yorug'likni yutuvchi jismdan o'tgan nurlarni spektrga ajratsak, xar xil rangli fonda qorachiziqlar va yutilgan nurlar to'lqin uzunligiga tegishli kengroq sohalar kuzatiladi. Bunday chiziqlar majmuasi jismning yutilish spektrini beradi.

I jadallikdagi monoxromatik yorug'lik dx qalinlikdagi yutuvchi qatlam sirtiga perpendikulyar ravishda tushayotgan bo'lsin. Qatlamning boshqa tarafidan

yorug`lik  $I - dI$  jadallik bilan chiqsin. Juda yupqa qatlam uchun jadallik kamayishi qatlam qalinligi va boshlanqich jadallikka to`g`ri proporsionaldir

$$dI = -\mu I dx$$

Бу ерда $\frac{dI}{I} = -\mu dx$. Agarda qatlam qalinligi d katta bo`lsa, uni yupqa qatlamlar majmuasi deb qisoblab, jadallik o`zgarishni I_0 dan I gacha, qalinlikni esa, 0 dan d gacha integrallaymiz



$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -\mu \int_0^d dx ;$$

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\mu d$$

Natural logarifmdan oddiy sonlarga o`tsak quyidagi ifodaga

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu d} \quad \text{ёки}$$

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

ega bo`lamiz. Bu Buger-Lambert qonuni deb ataladi. Bu erda  $\mu$  - berilgan moddaning yorug`likni yutish koeffitsientidir va λ_0 to`lqin uzunligining funktsiyasidir:

$$\mu = \mu_0(\lambda_0)$$

Bo`yalgan qorishmalar uchun μ (qorishmalar kontsentratsiyasiga proporsionaldir

$$\mu = kc$$

va bu holda Buger-Lambert qonuni quyidagicha ko`rinishda yoziladi:

$$I = I_0 e^{-kcd} \quad (4)$$

yutilish koeffitsientini to`lqin uzunligiga boqliqligi grafik ko`rinishda 5 - rasmda xlorli seziy moddasi uchun tasvirlangan.

Xlorli seziy moddasining yutilish spektri

Bu rasmda spektrning ultrabinafsha qismi tasvirlangan. Egri chiziq cho`qqilari yutilish soqalariga tegishlidir.

Tiniq jismlarda, spektrning ko`zga ko`rinadigan qismida, yutilish sohalari bo`lmaydi, ultrabinafsha va infraqizil soqalarida yutilish kuzatiladi. Yorug`lik spektrining ko`zga ko`rinadigan qismida yutilish soqalari jismning

rangini bildiradi. Masalan, qizil shisha qizil nurlarni deyarli yutmaydi va qolgan nurlarni yaxshi yutadi. Shuning uchun, qizil shishani oq nur bilan yoritsak qizilga o'xshaydi, yashil nur bilan yoritsak qora, ya'ni tiniqmasligini ko'rsatadi.

Metallar, ko'p erkin elektronlarga ega bo'lgani uchun, yorug'likni kuchli yutadi, elektronlar esa yorug'lik to'lqinining o'zgaruvchan elektr maydoni ta'sirida, amplitudasi katta bo'lgan tebranma qarakatga keladilar. Elektronlarni tebranma qarakatga keltirish uchun zarur bo'lgan energiya, yorug'lik to'lqinining energiya zaqirasidan sarflanadi. Ammo tebranayotgan elektronlar qam shu chastotalarda to'lqin nurlatadi, bu esa yorug'likning qaytishiga sabab bo'ladi.

Shunday qilib, metallar yorug'likni kuchli yutadi va kuchli sochadi. Yarimo'tkazgichlar yorug'likni kamroq yutadilar, dielektriklar esa undan qam kam yutadilar.

Yorug'lik to'lqinlarining, muhit atomlari elektronlari bilan o'zaro ta'sirlashuvida, elektronlar tebranma qarakatga kelib yorug'lik chiqaradilar. Tabiiy nurlarda tebranishlarning barcha yo'nalishlari teng ehtimolli bo'lganligi uchun, atomlar chiqarayotgan yorug'lik barcha yo'nalishlarda sochilishi mumkin. Agarda muhit atomlari birtekis taqsimlangan bo'lsa, sochilgan nurlar kogerent bo'ladilar va interferentsiya tufayli bir-birini yo'qqa chiqaradilar. Bu holda muhit optik jiqtadan birjinsli bo'lib, nurlarni sochmaydi.

Agarda, muhitda zarrachalar tartibsiz taqsimlansalar, u holda, ular sochgan yorug'lik nokogerentdir va sochilish barcha taraflarda o'rinli bo'ladi. Ammo, amalda, ximiyaviy birjinsli bo'lgan muhit molekulalari qam, issiqlik qarakati va betartib xosil bo'lgan quyuqlik yoki siyrakliklar qisobiga nur sochadilar.

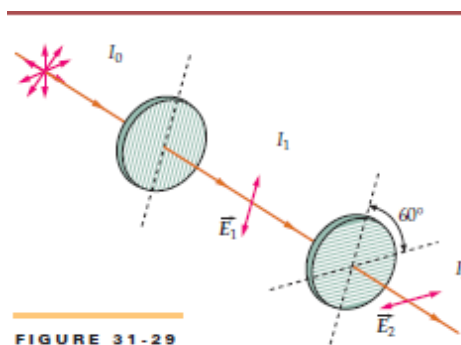
Agarda, birjinsli bo'lmagan quyuqlik yoki siyrakliklar o'lchamlari to'lqin uzunligiga nisbatan kichik bo'lsa, u holda istalgan yo'nalishdagi sochilgan yorug'lik jadalligi tushayotgan to'lqin uzunligiga quyidagicha bog'langan bo'ladi (Reley qonuni):

$$I \sim \frac{1}{\lambda^4}, \quad (5)$$

Atmosfera havosi zarrachalarining hajmlari kichik bo'lganda quyosh nurining qisqa to'lqinlarini (binafsha, ko'k va yashil) jadal sochadi va nurning katta to'lqinlarini (qizil, sariq) yomon sochadi. Shu sababli, havoning rangi yuqori qatlamda, yashil yoki ko'k rangda (havorangda) bo'ladi.

Yorug'likning elektromagnit nazariyasiga ko'ra yorug'lik to'lqinlari ko'ndalang to'lqinlardir. Shu sababli yorug'lik to'lqinining elektr $\vec{E}$ va magnit $\vec{B}$ vektorlari nur yo'nalishiga nisbatan har xil orientatsiyada bo'lishi mumkin. Optikada bunday yorug'likni tabiiy yorug'lik deyiladi. Lekin yorug'lik to'lqinida tebranishlar yo'nalishi biror tarzda tartiblangan bo'lishi ham mumkin. Bunday

yorug'likni qutblangan yorug'lik deyiladi. Agar yorug'lik vektorining tebranishlari faqat bitta tekislikda yuz berayotgan bo'lsa, bunday yorug'likni yassi yorug'lik deb ataladi. Bunda $\vec{E}$ vektor tebranadigan tekislikni tebranish tekisligi deyiladi. Unga tik bo'lgan $\vec{B}$ vektor tebranadigan tekislikka qutblanish tekisligi deyiladi (9-rasm).



Tabiiy yorug'lik. Tabiiy va sun'iy yorug'lik manbalari elektromagnit to'lqinlar tarqatadi. To'lqinlar fazoning hamma yo'nalishida bir xil tarqalishiga sabab, manbalarni tashkil etuvchi soni juda ko'p. har bir atom atrofida valent-elektronlar mavjud. O'z navbatida har bir elektronlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda yorug'lik tarqatadi. Ma'lumki, elektron uzluksiz yorug'lik tarqatmaydi. Elektronning yorug'lik chiqarish vaqti 10^{-8} s teng va davriy takrorlanib turadi. Maksvell nazariyasiga asosan yorug'lik katta tezlik bilan o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlardan iborat. Shu sababdan vaqt o'tishi bilan to'lqinlarning fazolari va E , B vektorlarning yo'nalishlari o'zgaradi. Juda ko'p toklar bir xil chastotali yorug'lik chiqargani bilan ularning elektr va magnit maydon kuchlanganlik vektorlari, bir-biriga nisbatan fazalari o'zgarib turadi. Xaotik ravishda E , B vektorlari va fazalari o'zgaruvchi yorug'lik tabiiy yorug'likka oid bo'ladi. Maksvell nazariyasiga binoan $\vec{E}$ tebranayotgan tekkislikka perpendikulyar tekislikda albatta $\vec{H}$ ham tebranadi, ikkinchidan moddalarga $\vec{E}$ ning ta'siri $\vec{H}$ ta'siridan ko'ra ko'proq bo'lar ekan. - yorug'lik vektori deb ataladi.

Yorug'lik manbaining o'lchamlari qanchalik kichik bo'lmasin, undagi "nurlangichlar" soni nihoyat ko'p bo'ladi. Boshqacha aytganda, har onda manbadagi milliardlab atomlar to'lqin nurlatishni tugallasa, milliardlab atomlar to'lqin chiqarishni boshlaydi.

Demak, biror jism nurlatayotgan yorug'likda yorug'lik vektori turli yo'nalishlarda bir xil ehtimollikda tebranadi $\vec{E}$ ning turli yo'nalishlarda bir xil taqsimlanganligi nurlanayotgan atomlar soning ko'pligidan, amplituda qiymatlarining tengligi qar bir atom nurlanish intensivligini bir xilligidan kelib chiqadi.

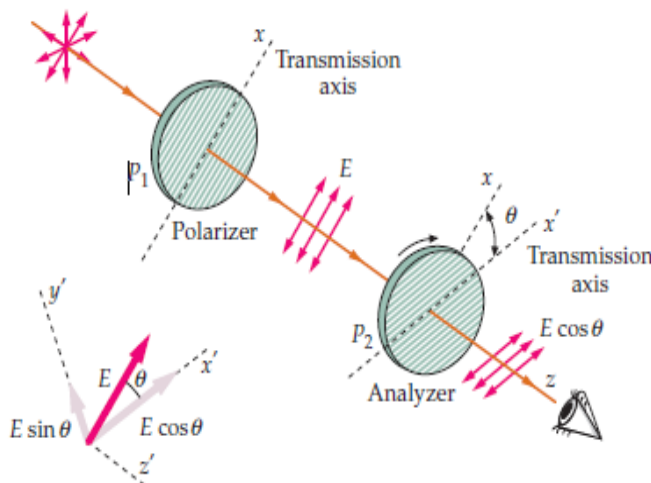
Bunday yorug'lik tabiiy yorug'lik deyiladi. Tebranish yo'nalishlari biror usul bilan tartibga keltirilgan yorug'lik qutblangan yorug'lik deyiladi.

Biror yo'nalishdagi tebranishlari boshqa yo'nalishlardagi tebranishlarga qaraganda ko'proq bo'lsa, yorug'lik qisman qutblangan yorug'lik deyiladi.

$\vec{E}$ vektorining tebranishlari faqat bitta tekislikda sodir bo'ladigan yorug'lik yassi (chiziqli) qutblangan yorug'lik deyiladi. Yuqorida ko'rib o'tilgan davriy tebranayotgan dipoldan nurlanayotgan elektro magnit to'lqin yassi qutblangan yorug'likka misol bo'la oladi qutblanish darajasi sifatida

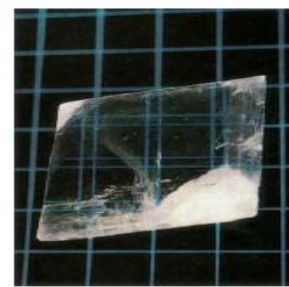
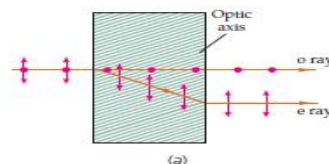
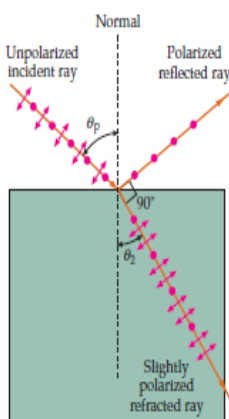
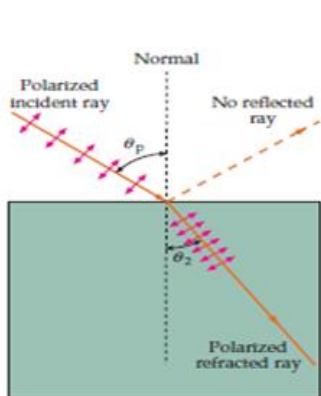
$$P = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \quad (6)$$

qabul qilingan. I_1, I_2 - ikki bir-biriga perpendikulyar yo'nalishlardagi yorug'lik intensivligi. Tabiiy yorug'lik uchun $I_1 = I_2$ va $R = 0$; yassi qutblangan yorug'lik uchun $I_2 = 0$ va $R = 1$. 7-rasm



Yassi qutblangan yorug'likni tabiiy yorug'likdan qutblagich yoki polyarizatorlar deb ataluvchi asboblarda hosil kilinadi. Qutblagichga, ya'ni polyarizatorga misol qilib maxsus qirzilgan turmalin kristalini ko'rsatish mumkin. Hosil qilingan qutblangan yorug'likni analizatorlar deb ataluvchi asboblarda tekshiriladi (7-rasm).

Ikki qutblovchi asbobdan o'tgan yorug'lik intensivligi J , shu asboblarning tekisliklari orasidagi φ burchakning kosinusi



kvadratiga proporsional bo'ladi:

8-rasm

$$J = J_0 \cos^2 \varphi.$$

(7)

9-rasm

Bu qonunni Malus qonuni deyiladi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, yorug'lik qaytganda va singanda ham qutblanar ekan (rasm). Yorug'lik qaytganda shunday α_{lim} burchak bor-ki, uning uchun

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{lim}} = n_{2,1} \quad (8)$$

bajarilsa, qaytgan yorug'lik to'la qutblangan bo'ladi. Bu ifodada $n_{2,1}$ $n_{1,2}$ ikki muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkichi. Bu qonunni Bryuster qonuni deyiladi. To'liq qutblanish α_{lim} burchagida qaytgan va singan nurlar o'zaro to'g'ri burchak tashkil etadilar (8-rasm).

Bryuster qonuni elektr tokini o'tkazuvchi metallardan yorug'lik nur qaytganda bajarilmaydi. Bu qonun yorug'lik dielektrlardan qaytgandagina bajariladi. Bazi bir kristallarda yorug'likning ikkilanib sinish hodisasi yuz beradi. Singan nurlarning biri oddiy ya'ni sinish qonuniga bo'ysinadi, ikkinchisi esa g'ayrioddiy nur deb yuritiladi (9-rasm). Bu nurlar kristalda har xil yo'nalishda qutblanib qoladi.

Tabiiy yorug'lik nuri ikki dielektrik chegarasiga tushayotgan bo'lsin (masalan, qavodan shishaga). Bunda nurning bir qismi qaytadi, bir qismi sinadi. Tajribalar qaytgan va singan nurlar qisman qutblanganligini ko'rsatadi. Qaytgan nurda tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishlar ko'proq ekanligiga singan nurda tushish tekisligiga parallel tebranishlar ko'pligi aniqlangan. qutblanish darajasi nurning tushish burchagiga va sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. Shotlandiyalik olim Bryusterning aniqlashicha

$$\operatorname{tg} i_B = n_{21} \quad (8)$$

munosabatdan topiladigan i_B burchaklarda qaytgan nur yassi (to'la), singan nur esa maksimal (to'la bo'lmasa qam) qutblangan bo'lar ekan.

Yorug'lik Bryuster burchagi ostida tushganda qaytgan va singan nurlar o'zaro perpendekulyar bo'ladi. Singan nurning qutblanish darajasini har safar Bryuster burchagi ostida tushirib oshirish mumkin.

Nazorat savollari

1. Yorug'lik dispersiyasi nima?
2. Yorug'lik dispersiyasining qanday turlari bor?
3. Yorug'likning yutilishi qanday sodir bo'ladi?
4. Buger qonunini ta'riflang.
5. Yorug'likning qutblanishi qanday hodisa?
6. Yorug'likning qaytishida va sinishida qutblanishi qanday yuz beradi?
7. Malyus qonunini tushuntiring.
8. Bryuster qonuni qanday ta'riflanadi?

9. Yoruqlikning interferentsiyasi qanday yuz beradi?
10. Interferension manzarada to'liqlarning yo'llar farqi qanday shart asosida aniqlanadi?
11. Yoruqlik difraktsiyasi qanday yuz beradi?
12. Frenel zonasi deganda nimani tushunasiz? Fraungofer difraktsiyasi qanday hollarda sodir bo'adi?
13. Difraksiyaning maksimum va minimum sharti qanday?
14. Ko'p tirqishli difraktsiya nima?. Difraksion panjarachi?

Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: Physics For Scientists and Engineers. W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 1070-1074 pp. 1176-1244 pp
2. Raymond A. Serway – Emeritus: Physics for Scientists and Engineers, James Madison University. John W. Jewett - California State Polytechnic University, Pomona. 1094-1243 pp. 1205-1243 pp.

13-Mavzu: Absolyut qora jism nurla-nishi qonunlari. Yorug'likning kvant tabiati. Foton. Fotoeffekt.

Reja

1. Issiqlik nurlanishi, jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari.
2. Absolyut qora jism. Kirxgof qonuni.
3. Absolyut qora jismning nurlanish qonunlari.
4. Hayvon tanasining issiqlik nurlanishi.
5. Plank gipotezasi.
6. Eynshteyn yaratgan yorug'likning kvant nazariyasi
7. Reley—Jins qonuni .Nurlanishning kvant xarakteri.
8. Plank formulasi.
9. Fotoeffekt. Gerts tajribasi
10. Ichki va tashqi fotoefkt
11. Stoletov tajribasi. Fotoeffekt qonunlari.
12. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi.

Tayanch iboralar: issiqlik nurlanishi, jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari. Absolyut qora jism. Kirxgof qonuni. Absolyut qora jismning nurlanish qonunlari. Stefan-Bolsman qonuni, Vinning siljish qonuni. Plank gipotezasi. Plank doimiysi. Eynshteyn yaratgan yorug'likning kvant nazariyasi. Nurlanishning kvant xarakteri. Plank formulasi. Fotoeffekt. Gerts tajribasi. Ichki va

tashqi fotoeffekt. Stoletov tajribasi. Fotoeffekt qonunlari. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi.

Tabiatda nur chiqish xodisalari juda ko'pdir. Nurlanish ximiyaviy reaksiya natijasida, gazlardan elektr toki o'tish jarayonida, qattiq jismlarni tezlatilgan elektronlar dastasi bilan bombardimon qilinganda va nihoyat jismlar haroratini ko'targanimizda hosil bo'ladi.

Nurlanishning eng ko'p tarqalgan turi – jismlarni qizdirishda paydo bo'ladigan nurlanishdir. Bu issiqlik nurlanishi deb ataladi. Issiqlik nurlanishi ixtiyoriy haroratda vujudga kelib, past haroratlarda infraqizil nur ko'rinishida, yuqori haroratlarda qizqish, zarg'aldoq va oq yoruqlik nurlar ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Issiqlik nurlanishi jarayoni jismning harorati bilan muvozanat holatda sodir bo'ladi. Bu qolda, jismning harorati ortishi bilan, uning nurlanish jadalligi ham ortib boradi. Muvozanatda bo'lgan holat va jarayonlarga termodinamika qonunlarini qo'llash mumkin.

Issiqlik nurlanishini tavsiflash uchun ba'zi kattaliklarni aniqlab olamiz.

Nurlanayotgan jismning birlik sirtidan barcha yo'nalishlar bo'ylab chiqayotgan energiya oqimi jismning energiyaviy yorituvchanligi ρ deb ataladi.

Biror sirtga nurlanish oqimi tushganda bu nurlanishning bir qismi sirtidan qaytadi, bir qismi sinib o'tib ketadi va qolgan qismi jismda yutiladi.

Demak tushuvchi nurlanish oqimi *qar uchchala oqimlar yiqindisidan iboratdir*: $\Phi_o = \Phi_{\kappa} + \Phi_{\rho} + \Phi_c$

Oddiy o'zgarishlarni bajarsak quyidagi ifodaga ega bo'lamiz

$$1 = \frac{\Phi_{\kappa}}{\Phi_o} + \frac{\Phi_{\rho}}{\Phi_o} + \frac{\Phi_c}{\Phi_o}$$

Бу ерда $\rho = \frac{\Phi_{\kappa}}{\Phi_o}$ – jismning nur

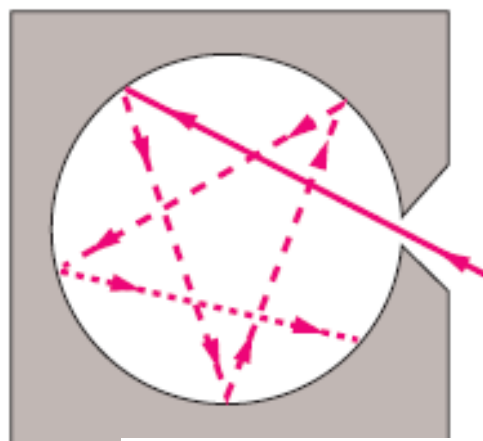
qaytarish koeffitsienti, $a = \frac{\Phi_{\rho}}{\Phi_o}$ - nur yutish

koeffitsienti ва $D = \frac{\Phi_c}{\Phi_o}$ - nur o'tkazish

koeffitsienti deb ataladi.

Shaffof jismlarda, bu koeffitsientlarning yiqindisi 1 ga teng bo'ladi

$$\rho + a + D = 1, \quad (1)$$



1-rasm

Agarda jism nur o'tkazmasa $D = 0$,

$$\rho + a = 1$$

ga teng bo'ladi. Agarda jismning yutish koeffitsienti ham nolga teng bo'lsa, ya'ni $a = 0$, u qolda

$\rho = 1$ teng bo'lib, jism absolyut oq jism deb ataladi va tushuvchi nurlanishning barchasini qaytaradi.

Agarda $a = 1$ shart bajarilsa, bunday jism absolyut qora jism deb ataladi. Uning modeli 1-rasmda berilgan. Tabiatda qora kuya, qora barxat va platina qorasini absolyut qora jism deyish mumkin.

Agarda, ρ birdan kichik bo'lib, uning nur yutish qobiliyati hamma chastotalar uchun bir xil bo'lsa ($a = \text{const}$), bunday jism kulrang jism deb ataladi.

Tajribadan ma'lum bo'lishicha, jismlarning nur chiqarish qobiliyati (r) jismning temperaturasiga va nurlanish chastotasiga bog'liqdir. Nur chiqarish qobiliyati ma'lum bo'lgan qolda energiyaviy yorituvchanlikni hisoblash mumkin.

Hamma jismlar uchun chastota va haroratning universal funktsiyasidir. Ixtiyoriy jismning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari o'rtasida aniq boqlanish Kirxgof qonuni deb ataladi: nur chiqarish va yutish qobiliyatlarining o'zaro nisbati jismlarning tabiatiga boqliq bo'lmay,

$$\frac{r_{\omega T}}{a_{\omega T}} = f(\omega, T), \quad (2)$$

Absolyut qora jismda $a_{\omega T} = 1$ bo'lgani uchun

$$r_{\omega T} = f(\omega, T) \quad (3)$$

tenglikka ega bo'lamiz.

Demak, Kirxgoffning universal funktsiyasi absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyatining o'zidir.

$f(\omega, T)$ funktsiyaning ko'rinishini nazariy keltirib chiqarish juda murakkab masaladir.

Stefan (1879 y.) tajriba natijalarini taxlil qilib, istalgan jismning energiyaviy yorituvchanligi absolyut haroratning to'rtinchi darajasiga proporsional degan xulosaga keldi.

Boltsman bu ishlarni davom etdirib, termodinamik muloxazalarga tayanib, absolyut qora jismning energiyaviy yorituvchanligi uchun quyidagi ifodani keltirib chiqardi

$$R_{\sigma} = \int_0^{\infty} f(\omega, T) d\omega = \sigma T^4, \quad (4)$$

Bu ifoda Stefan-Boltsman qonuni, $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2\text{град}^4$ esa, Stefan-Boltsman doimiysi deb ataladi.

Stefan-Boltsman qonuni energiyaviy yorituvchanlikni haroratga boq-liqligini ko'rsatish bilan, spektral taqsimot funksiyasini ham aniqlash imkonini beradi.

O'z navbatida Vin elektromagnit nazariya qonunlaridan foydalanib, taqsimot funksiyasi uchun quyidagi ifodani taklif etdi:

$$f(\omega, T) = \omega^3 F\left(\frac{\omega}{T}\right), \quad (5)$$

Bu erda $F\left(\frac{\omega}{T}\right)$ -chastotani xaroratga nisbatining noma'lum funksiyasidir.

Nurlanish spektri maksimumining to'liq uzunligini absolyut temperaturaga ko'paytmasi doimiy kattalikdir

$$\lambda_m \cdot T = b, \quad (6)$$

va bu ifoda Vinning siljish qonuni deb ataladi. Bu erda

$$b = 2,9 \cdot 10^7 \text{ Å} = 2,9 \cdot 10^3 \text{ мкм}$$

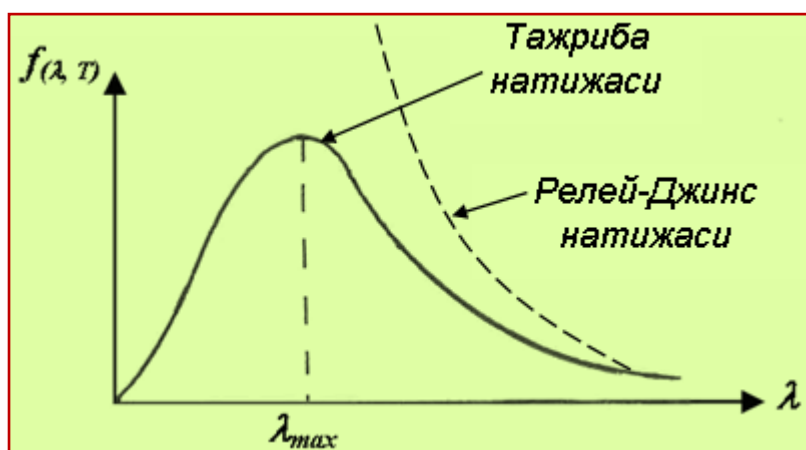
Reley va Djins energiyaning erkinlik darajasi bo'yicha teng taqsimlanishini qisobga olib $f(\omega, T)$ funksiyaning aniq ko'rinishini keltirib chiqardilar.

$$f(\omega, T) = \frac{\omega^2}{4\pi^2 c^2} KT \quad \text{Reley} \quad f(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} KT \quad \text{Djins} \quad (7)$$

Reley – Djins ifodasi faqat katta to'liq uzunliklarida tajriba natijalari bilan mos keladi, kichik to'liq uzunliklar uchun mutlaqo zid natijaga olib keladi (36 - rasm).

Uzluksiz chiziqlar absolyut qora jismning tajribada olingan nurlanish spektri natijalarini, uzoq-uzoq chiziqlar Reley - Djins ifodasining qisob natijalarini bildiradi

$$R_{\sigma} = \frac{2\pi KT}{c^2} \int_0^{\infty} \nu^2 d\nu = \infty$$



2–rasm. Absolyut qora jismning nurlanish spektri

$f(\omega, T) = \frac{\omega^2}{4\pi^2 c^2} KT$ ifodani ω bo'yicha echiб, 0 dan ∞ oralig'ida integrallaganda energiyaviy yorituvchanlik qiymatini baqolash mumkin.

M. Plank $f(\omega, T)$ funktsiyaning tajriba natijalariga mos keluvchi ifodasini keltirib chiqardi. U o'z nazariyasida klassik fizika qonunlariga mos kelmaydigan ba'zi o'zgartirishlarni kiritdi, ya'ni elektromagnit nurlanish energiyasi portsiya (kvant) miqdorida tarqaladi va energiya kvanti quyidagiga teng deb hisobladi.

$$\varepsilon = h\nu = \hbar\omega, \quad (8)$$

Bu erda $\hbar$ - Plank doimiysi deb ataladi.

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = \frac{6,67 \cdot 10^{-34}}{6,28} \approx 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ Ж.с}$$

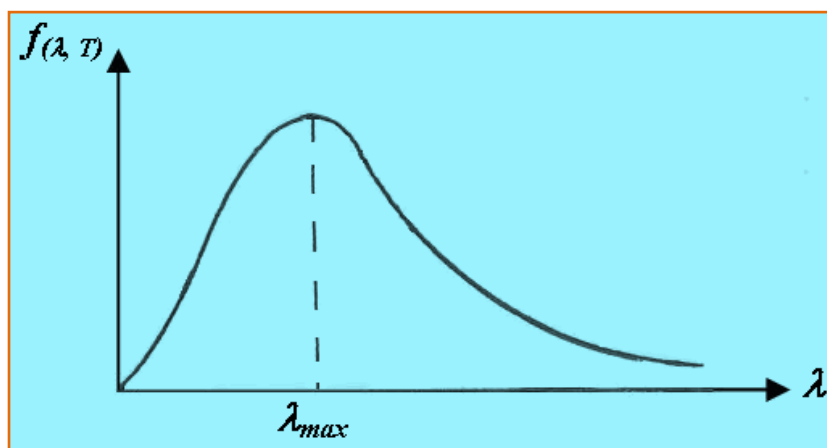
Absolyut qora jismning nurlanishi uchun, Plank ifodasi chastota yoki to'lqin uzunligiga boqliq bo'lib, quyidagi tenglik bilan ifodalanadi:

$$f(\omega, T) = \frac{h\omega^3}{4\pi^2 c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\omega}{KT}} - 1} \quad \text{ёки} \quad \varphi(\lambda, T) = \frac{4\pi\hbar c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda KT}} - 1} \quad (9)$$

Plank ifodasining hisob natijalari tajriba natijalari bilan katta aniqlikda bir-biriga mos keldi (3- rasm).

(19.9) – ifodadan Stefan-Boltsman va Vin ifodalarini oson keltirib chiqarish mumkin.

Shunday qilib, Plank muvozanatli issiqlik nurlanishining tugallangan ifodasini nazariy keltirib chiqardi va bu kvant nazariyasining asoslaridan biri deb qisoblanadi.



3– rasm. Absolyut qora jism nurlanish spektrining Plank ifodasi

$$R_{\Theta} = \int_0^{\infty} f(\omega, T) d\omega = \int_0^{\infty} \varphi(\lambda, T) d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{4\pi^5 k^4}{15\hbar^3 c^2} T^4 = \sigma \cdot T^4, \quad (10)$$

$$\sigma = \frac{4\pi^5 k^4}{15\hbar^3 c^2} \approx 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Bm} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{K}^4$$

Olisdan nur tarqatayotgan jismlarning yoki yuqori haroratli, qizigan, jismlarning haroratini oddiy usullar bilan oʻlchab boʻlmaydi

Bunday hollarda haroratni ularning nurlanish spektriga qarab aniqlash mumkin. Jismlarning nurlanishiga qarab ularning haroratini aniqlovchi usullarning barchasi optik pirometriya va oʻlchash asboblari esa, optik pirometrlar deb ataladi.

Ular ikki xil – radiatsiyaviy va optik pirometrlarga boʻlinadi. Radiatsiyaviy pirometrlarda qizdirilgan jismning 0 dan (boʻlgan chastota kengligida tarqalayotgan toʻla issiqlik nurlanishi jamlanadi. Optik pirometrlarda nurlanish spektrining tegishli kichik qismini qabul qilish orqali jism harorati aniqlanadi.

1. Maʼlumki, jismlarga yorugʻlik nuri tushganda ular koʻzga koʻrinadilar. Bu yorugʻlik nurlarini yorugʻlik manbalari sochadi. Qizigan metall va koʻmir, gaz alangalarini yorugʻlik manbalari sifatida qarash mumkin. Yorugʻlik elektr razryadlar jarayonida ham sochiladi, shuningdek koʻp moddalar yorugʻlik, rentgen va boshqa nurlar taʼsirida lyuminessensiya sababli nurlanadilar.

Yorugʻlik chiqarish jarayonini oʻrganish shuni koʻrsatdiki, yorugʻlikni elementar manbalari - atomlar, molekulalar va elektronlardir. Agar atom yoki molekula maʼlum energiya berilsa, u uygʻongan holatga oʻtadi va bunday atom yoki molekula maʼlum chastotali yorugʻlik toʻlqinini chiqarish qobiliyatiga ega boʻlib qoladi. Atom yoki molekulani uygʻonish darajasiga qarab u har xil chastotali yorugʻlik toʻlqinini chiqaradi. Shu sababli atom va molekulaning nur sochish sohasi infraqizil, koʻzga koʻrinadigan va ultrabinafsha sohada yotadi. Shuning uchun

keng ma'noda yorug'lik infraqizil, ko'zga ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlar to'plamidir. Bu nurlanishlarning tabiatini o'rganadigan fanga *optika* deyiladi va nurlanishlar spektriga *optik spektr* deyiladi.

Optikaning rivojlanish jarayonida yorug'lik tabiati haqida ikki qarama-qarshi nazariya vujudga kelgan. Birinchi nazariyaga ko'ra, yorug'lik tabiati to'liq xarakterga ega

Yorug'likning to'liq nazariyasi bilan bir qatorda yorug'likning kvant nazariyasi ham rivojlandi. Bu sohada I.Nyutonning g'oyalari va ishlari katta ahamiyatga ega. I.Nyuton o'zi kuzatgan yorug'lik dispersiyasi va boshqa hodisalarni tushuntirishda yorug'lik juda kichik zarralar — korpuskulalar oqimidan iborat degan g'oya asosida tushuntirgan edi. Bu nazariya keyinchalik yanada rivojlantirildi va u asosda XX asrda yorug'likning foton yoki kvant nazariyasi yaratildi. Bu nazariyaga ko'ra yorug'lik elementar zarralar — fotonlar oqimidan iborat deb qaraldi, absolyut qopajim qonunlari fotoeffekt, Kompton effekti shu nazariya asosida tushuntirildi. Yorug'likning foton nazariyasi kvant mexanikasi asosida vujudga keldi. Shu sababli yorug'likni foton nazariyasi yana yorug'likning kvant nazariyasi deb ham ataladi.

Yorug'lik ta'siridan moddadan elektronlar ajralib chiqishi fotoeffekt deb ataladi. Fotoeffekt hodisasi Gers tomonidan kashf etilgan. Biroq uning hodisalarining har tamonlama chuqur o'rgangan va qator qonuniyatlar ochgan olim rus fizigi A.G.Stoletovdir.

Fotoelementlarning quyidagi turlari mavjud: tashqi fotoeffektli fotoelement, ichki fotoeffektli fotoelement va bekuvchi qatlamli-ventilli fotoeffektlar.

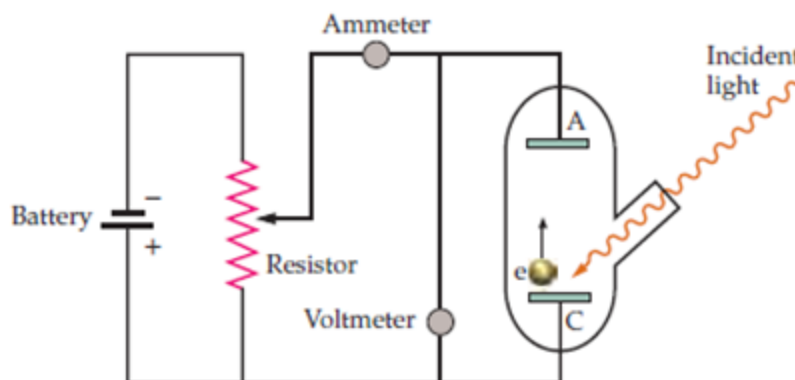
Tashqi fotoeffekt asosida qurilmalar turli sohalarda keng qo'llaniladi. Fotoeffektning yorug'lik ta'sirida paydo bulishi bilanoq darhol vujudga kelish hususiyatida turli qurilmalar ishini avtomatik boshqarishda foydalaniladi. Bunda ishlatiladigan asboblarda foreller deyiladi.

Ichki fotoeffekt hodisasida ya'ni, yorug'lik ta'sirida yarim o'tkazgichning ichida elektronlarning qayta taqsimlanishi va buning natijasida o'tkazgich qarshiligining o'zgarishida va televideniya foydalaniladi. Yorug'lik ta'sirida o'tadigan ximiyaviy reaksiyalar fotoximiyaviy reaksiya deyiladi. A.G.Stoletov tajribasida to'rsimon metall A anod va K metal katod olinib, shu to'rorqali fotokatodga yorug'lik tushirilganda zanjirda elektr toki kuzatiladi. Eynshteyn esa fotoeffekt qonunlarini quyidagi rasmda berilgan tajribalar natijasida aniqladi.

Tajribalar natijasida quyidagicha qonuniyatlar o'rgatilgan.

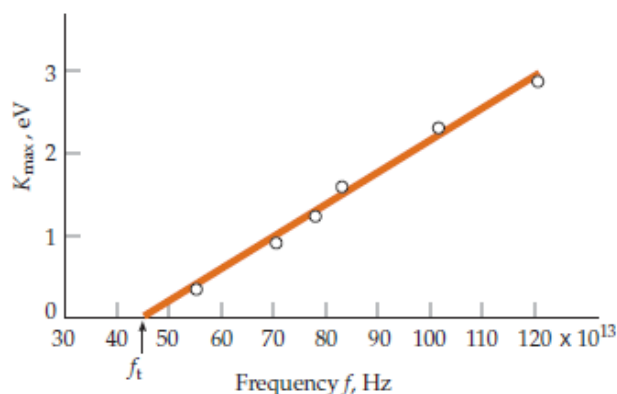
-Manoxromatik yorug'lik ta'sirida yuzaga kelgan to'yinish tokining kuchi fotokatod tushayotga yorug'likning intensivligiga to'g'ri proporsional.

Fotoeffektlarning tezligi fotokatodga tushayotgan yorug'lik chastotasi ortishi bilan ortadi va yorug'likning intensivligiga bog'liq emas



1-rasm.

-Har bir modda uchun mutlaqo aniq chegaraviy to'liqin uzunligi borki, fotoeffekt faqat undan faqat qisqa to'liqin uzunliklarigi (yoki chastotasida)gina kuzatiladi (1 rasm). Bu chegaraviy to'liqin uzunligi fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi.



1-rasm

Bu tasavvurga asoslanib, Eynshteyn fotoeffekti hodisaschiga talluqli quyidagi saqlanish qonunini topdi. $\varepsilon = P + Wk$ (2)

P-elektronning metaldan chiqish ishi m_e –elektron massasi v_e – tezligi.

Fotoeffekt uchun $\varepsilon = \frac{mv^2}{2} + h\nu$ (3) Eynshteyn tenglamasi

Elektronlarning moddadan chiqish ishi P va uchib chiqqan elektronlarning $Wk = \frac{mv^2}{2}$ kinetik energiyasi. Yorug'lik kvantlarining energiyasi $E = h\nu$. Fotonning energiyasi uning massasiga proporsional:

-Fotoeffekt yorug'lik tushga ondayoq yuzaga keladi, ya'ni u inersiyasiz hodisadir. Eynshteyn fotoeffekt hodisasida elektromagnit to'liqlarning ulushi- porsiyasidan iborat, degan g'oyaning, ya'ni yorug'likning kvant nazariyasining isbotini ko'rdi. Yorug'likning kvant nazariyasiga binoan: $E=h\nu$ (1)

$$E = m_f c^2$$

Fotonning impulsi $p_f = m_f c$

Gamma-kvantlar muhit atomlaridagi bog'langan elektronlar bilan ta'sirlashganda unga o'zining hamma energiyasini berib yutilishi va elektronni urib chiqarishsa bu jarayonga fotoeffekt deb ataladi. Erkin elektronlarda fotoeffekt hodisasi yuz berishi mumkin emas, chunki bu holda energiya va impuls saqlanish qonunlari bajarilmaydi.

Haqiqatdan ham fotoeffekt erkin elektronlarda bo'lishi uchun foton va elektronlar energiya va impulslari o'zaro teng bo'lishi kerak.

$$E_\gamma = m_e c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right) \quad (4)$$

$$\frac{E_\gamma}{c} = \frac{m_e \beta c}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad (5)$$

(4) va (5) ifodalardan

$$\frac{E_\gamma}{m_e c^2} : \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 = \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad \text{ёки}$$

$$1 - \sqrt{1-\beta^2} = \beta, \quad 1 - \beta = \sqrt{1-\beta^2}, \quad (1-\beta)^2 = 1-\beta^2$$

Bu tenglama β ning $\beta=0$; $\beta=1$ qiymatlarida o'rinli bo'ladi. $\beta=0$ da $E_\gamma = T_e = 0$ bo'ladi. $\beta=1$ da esa massasi $m \neq 0$ zarra uchun $\beta=1$ ga erishish mumkin va demak, ma'noga ega bo'lmasa, fotoeffekt hodisasi kuzatilmaydi.

Shunday qilib, fotoeffekt bo'lishi uchun elektronning atomda bog'langan bo'lishi, foton energiyasining bir qismi elektronga berilishi lozim. Bu berilgan energiyaning bir qismi elektronning atom bilan bog'lanish energiyasini uzishga va qolgan qismi uning kinetik energiyasi sifatida namoyon bo'ladi.

$$T_e = T_\gamma - I_i \quad (6)$$

Bu yerda T_γ - gamma kvant energiyasi, I_i - elektronning i qobiqdagi bog'lanish energiyasini ko'rsatuvchi ionizatsiya potentsiali. T_i - fotoelektronning kinetik energiyasi. Fotoeffekt hosil bo'lishi uchun gamma-kvant energiyasi elektronning atomdagi bog'lanish energiyasidan katta bo'lishi kerak $E_\gamma > I_i$. Ko'rinib turibdiki, $E_\gamma < I_i$ bo'lsa gamma-kvant qobiqdagi elektronni urib chiqara olmaydi. U holda fotoeffekt L, M va boshqa qobiqdagi elektronlarda $E_\gamma < I_L$ bo'lsa, M, N qobiqdagi elektronlardagina yuz berishi mumkin.

Fotoeffekt jarayoni ichki K, L va boshqa qobiqdagi elektronlarda yuz berganda ichki qobiqdagi bo'shagan o'rinlarga yuqori qobiqdagi elektronlar o'tganligi uchun fotoeffekt xarakteristik rentgen nurlarni hosil bo'lishi bilan kuzatiladi. Og'ir yadrolarda ichki qobiq energiyalari farqi hisobidan chiquvchi foton energiyasi chet qobiqdan elektron bog'lanishi energiyasidan katta bo'lishi va

bu foton chet qobiqdan bo'sh bog'langan elektronni atomdan chiqarib yuborishi mumkin. Chiqqan elektronga *Oje elektronlari* deb ataladi. Oje elektronlari energiya spektrlari diskret bo'ladi.

Fotoeffekt ehtimoliyati foton energiyasining elektronning atomda bog'lanish energiyasiga yaqin qiymatlarda eng katta bo'ladi. Foton energiyasi elektronning bog'lanish energiyasidan oshib ketsa elektron atomda erkin bo'lganga o'xshab qoladi. Shuning uchun fotoeffekt ehtimoliyati kamayib ketadi, bog'lanish energiyasi qancha katta bo'lsa, fotoeffekt hodisasi shuncha katta bo'ladi. Turli qobiqdagi elektronlarning bog'lanish energiyasi har xil bo'lgani uchun bu elektronlarda fotoeffekt bo'lish ehtimoliyati, ya'ni fotoeffekt kesimi ham keskin o'zgaradi.

Gamma-kvant energiyasiga fotoeffekt kesimining bog'liqlik grafigi 1-rasmda ko'rsatilgan.

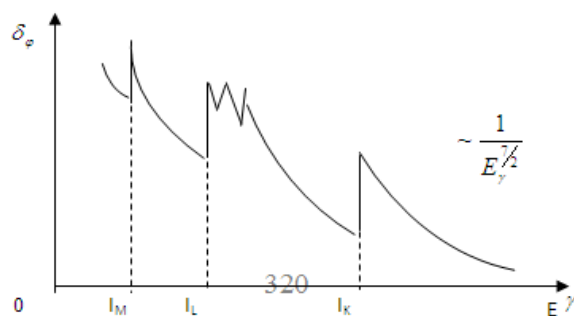
Fotoeffekt effektiv kesimi fotonning yuqori energiyalarida $1/E_\gamma$ ga mutanosib kamaysa, E_γ qiymati k qobiqdagi elektronning ionizatsiya potentsiali I_k ga yaqin qiymatlarda esa $\sigma_f \sim 1/E_\gamma^{7/2}$ tartibda kamayadi. Foton energiyasi oshishi bilan fotoeffekt kesimi σ_f kamayib borib, $E_\gamma = I_k$ qiymatida keskin kamayadi, chunki foton energiyasi $E_\gamma < I_k$ bo'lganda k qobiqdan elektron chiqqa olmaydi. Xuddi shuningdek, fotoeffekt kesimi yana E_γ kamayishi bilan oshib boradi va L, M qobiqlarda ham keskin sakrashlar kuzatiladi.

Qaralayotgan atomda fotoeffektning eng katta hissassi bog'lanish energiyasi I_k/E_γ katta bo'lgan k qobiqqa to'g'ri keladi. L, M va boshqa qobiq elektronlarida ancha kichik. Hisoblardan $\frac{\sigma_L}{\sigma_K} \approx \frac{1}{5}$; va $\frac{\sigma_M}{\sigma_L} \approx \frac{1}{4}$; yani $\frac{\sigma_M}{\sigma_K} \approx \frac{1}{20}$

Fotoeffekt ehtimolligi elektronlarning atomda bog'lanish energiyasiga bog'liqligidan atom zaryadi o'zgarishiga kuchli bog'liq bo'ladi $\sigma_f \approx Z^5$. Shunday qilib, fotoeffekt kesimi muhit zaryadi va foton energiyasiga $\sigma_f \approx \frac{Z^2}{E_\gamma}$ ($E_\gamma \gg I_k$)

$$\text{va } \sigma_f \approx \frac{Z^2}{E_\gamma^{7/2}} \quad (E_\gamma > I_k) \quad (7)$$

bog'liqligi kelib chiqadi. (7) dan ko'rinadiki, fotoeffekt asosan og'ir yadrolarda ro'y berishligi, yengil yadrolarda esa gamma-kvant energiyasining kichik qiymatlaridagina kuzatiladi. Kvant mexanikasi usullari asosida K-qobiqdagi elektronlar uchun chiqarilgan fotoeffekt kesimi formulasi E_γ kichik energiyalarida



$$(\sigma_f)_k = 1.09 \cdot 10^{-16} Z^5 \left[\frac{13,61}{E_\gamma} (eV) \right]^{\frac{1}{2}} \text{ sm}^2 \quad (8)$$

$E_\gamma \gg m_e c^2$, yani katta energiyalarda

$$(\sigma_f)_k = 1.34 \cdot 10^{-33} \left[\frac{Z^5}{E_\gamma} (MeV) \right] \text{ sm}^2 \quad (9)$$

Metallarda erkin elektronlar mavjud bo'lgani uchun ularda kuzatiladigan fotoeffekt hodisasi yuqorida ko'rilgan fotoeffekt jarayonlaridan farqlanadi.

Metallar uchun (6) formula quyidagicha yoziladi:

$$T_e = E_\gamma - P_r - I_i \quad (10)$$

Bu yerda P_r —elektronning metallardan chiqish ishi. (10) tenglamaga *Eynshteyn tenglamasi* deb ham ataladi. Metaldagi erkin elektron uchun $I_i=1$ bo'lgani uchun

$$T_e = E_\gamma - P_r \quad (11)$$

Demak, gamma-kvant energiyasi $E_\gamma \geq P_r$ dan boshlab fotoeffekt hodisasi yuz berishi mumkin. $T_e=0$ da $E_\gamma = P_r$ fotoeffekt jarayonining bo'lish chegaraviy energiyasini bildiradi. Bu energiyaga mos keluvchi gamma-kvant to'liq uzunligi fotoeffektning qizil chegarasi deb ataladi va quyidagicha aniqlanadi.

$$P_r = E_\gamma = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{va} \quad \lambda_0 = \frac{hc}{P_r} \quad (12)$$

Shunday qilib, metallardan elektronlarning chiqish ishini aniqlab, fotoeffektning ko'rilayotgan metall uchun qizil chegarasini topish mumkin.

Fotoeffekt jarayonida hosil bo'lgan fotoelektronlar energiyasi gamma-kvantlarning intensivligiga bog'liq bo'lmay, uning energiyasiga bog'liq. Fotoelektronlar hosil qilgan fototok qiymati gamma-kvantlar intensivligiga mutanosib ravishda o'zgaradi.

M. Plank tomonidan taklif etilgan gipotezaga asosan, yorug'likning nurlanishi va yutilishi uzluksiz bo'lmay, diskret xususiyatga ega, ya'ni aniq portsiyadan (kvantlardan) iboratdir. Bu kvant energiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\varepsilon_0 = h\nu, \quad (13)$$

bu erda h – Plank doimiysi. Plank gipotezasi qora jismning issiqlik nurlanishini ham oson tushuntiraoldi.

1905 yilda A.Eynshteyn yorug'likning kvant nazariyasini kashf etdi. Bu nazariyaga asosan, yorug'lik nurlanishi va tarqalishi fotonlar – yorug'lik kvantlari oqimi ko'rinishida sodir bo'lib, ularning energiyasi quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$m_{\Phi} = \frac{\varepsilon_0}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c} \quad , \quad (14)$$

Issilik nurlanishi temodinamik muvozanatda bo'lganda absolyut qora jism uchun yaratilgan nurlanish qonunlarini qo'llash mumkin. Yulduz shunday joylashganki, ularni koinotda termostat ichida joylashgan jism sifatida qarash mumkin, ya'ni u qancha energiya nurlatsa, shuncha energiya yutadi.

Bizga ma'lumki, absolyut qora jism uchun nurlanish energiyasi chastotaga, xaroratga bog'lik. Bu bog'lanish Plank tomonidan quyidagi qonun asosida aniqlanadi.

$$E_{\nu} d\nu = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu \text{ yoki } E_{\lambda} d\lambda = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} d\lambda$$

Plankning bu qonuni asosida energiyaning taqsimot qonuni xaroratga bog'lik ravishda aniqlangan va bundan maksimal to'lqin uzunligi xaroratga quyidagicha bog'liq ekanligi kelib chiqadi

$$\lambda_{max} = \frac{0,290}{T} \quad \text{Vinning siljish qonuni.}$$

Xaroratning ortishi faqatgina yulduzning rangini o'zgartirmasdan, balki nurlanish quvvatini xam orttiradi. Bu nurlanish Stefan- Boltsman qonuni asosida aniqlanadi.

$$R = E = \sigma T^4 \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wt/K}^4$$

Nurlanish qobiliyatini to'lqin uzunligiga bog'liq ravishda turlicha bo'lishi mumkin. M-n: Binafsha nurlar uchun Plank formulasi maxrajidagi birni ehtiborga olmasa xam bo'ladi. Bu xolda $E_{\lambda} = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \cdot e^{-\frac{hc}{\lambda kT}}$ bo'ladi.

$$\text{Bu qonun Vin qonuni deyiladi.} \quad \text{Agar} \quad e^{\frac{hc}{\lambda kT}} = 1 + \frac{hc}{\lambda kT} + \dots +$$

Dastlabki 2- xadni Plank qonuniga qo'yamiz.

$$E_{\lambda} = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{1 + \frac{hc}{\lambda kT} - 1} \quad E_{\lambda} = \frac{2\pi c}{\lambda^4} \cdot kT \quad \text{Reley—Jins qonuni}$$

deyiladi.

Bu qonunlar yordamida yulduzlar ba'grida bo'ladigan jarayonlarni va uning fizik ko'rsatkichlarini aniqlash mumkin.

Qizdirilgan jism nurlanishining spektral tarkibi uning temperaturasi ga bog'liq. Temperatura 1000 K bo'lganda jism qizil nurlarni, 6000 K bo'lganda sariq nurlarni ko'proq sochadi. Temperatura 8000 K ga etganda u sochayotgan nurlanish oq va yorug' bo'ladi, temperatura 10000 K dan oshgach, yoritkichning nurlanishi ko'kimtir tus oladi. Temperatura ko'tarilishi bilan yoritkich spektrining qisqa

to'liqlik chegarasi binafsha nurlar tomon siljiy boradi shu bilan birgalikda spektrda energiya maksimumi ko'tarila boshlaydi va qisqa to'liqlik tomon siljiy boradi.

Absolyut qora jism (atrof-muhit bilan energiya almashinmaydigan, energetik muvozanatdagi jism) spektrida energiyaning taqsimlanishi Plank formulasi yordamida aniqlanadi:

$$\varepsilon_\nu d\nu = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu \quad (15)$$

Bu yerda ε_ν - spektrda nurlanish zichligi, $\varepsilon_\nu d\nu$ - tasmaning 1 sm^2 yuzasidan barcha yo'nalishlar bo'ylab ν dan to $\nu + d\nu$ oraligigacha bo'lgan intervalda sochilayotgan oqim quvvati. Uning birligi $erg/sm^3 \cdot sek$. Hisoblashlarni to'liqlik uzunligi uchun bajarish maqsadga muvofiq. Ma'lumki, $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $d\nu = \frac{c}{\lambda^2} d\lambda$ u holda

$$\varepsilon_\lambda d\lambda = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} d\lambda \quad (16)$$

$h=6,62 \cdot 10^{-27} erg \cdot sek$, Plank doimiysi

c -yorug'lik tezligi $c=2,997925 \cdot 10^{10} sm/sek$

λ -to'liqlik uzunligi, sm

k -Boltsman doimiysi $k=1,38062 \cdot 10^{-16} erg/grad$.

T -temperatura, K .

Bir birlik to'liqlik (sm) uzunligi oralig'i uchun oqim

$$F_\lambda = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad [e / ^2 r] \quad (17)$$

Bu yerda λ - sm larda. Belgilash kiritamiz:

$$c_1 = 2\pi h c^2 = 3,74185 \cdot 10^{-5} erg \cdot \frac{sm^2}{sek} \text{ va } c_2 = \frac{hc}{k} = 1,43883 sm \cdot grad .$$

U holda $F_\lambda = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$ bo'ladi.

$\varepsilon_\nu dv = F_\nu = h\nu \cdot N_\nu$ shaklda yozish mumkin. Bu yerda $h\nu$ -nurlanish kvanti energiyasi, N_ν -bunday kvantlar soni. U holda (1) dan

$$N_\nu = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad (18)$$

(18) formula jismning 1 sm^2 yuzasidan 1 sek da va 1 chastota oralig'ida chiqqan fotonlar soni. (18) ni to'liq uzunligi uchun yozsak:

$$N_\lambda = \frac{2\pi c}{\lambda^4} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \quad \text{va} \quad F_\lambda = \frac{hc}{\lambda} N_\lambda \quad (19)$$

Spektrning qizil tomoni oxiri uchun $1 > e^{\frac{hc}{\lambda T}}$ va (3) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$F_\lambda = \frac{2\pi ckT}{\lambda^4} = \frac{c_1}{c_2} \frac{T}{\lambda^4} \quad (19)$$

Reley-Jins formulasi.

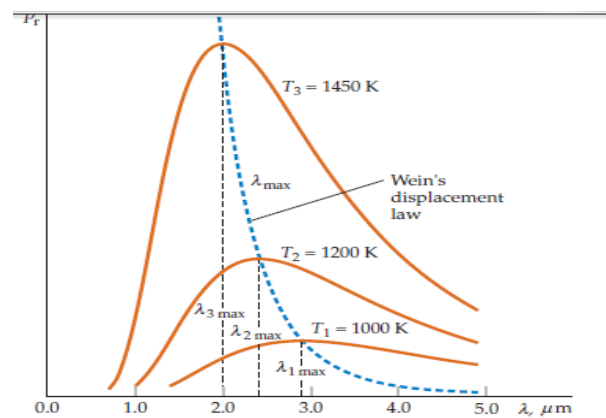
Spektrni binafsha uchun $e^{\frac{hc}{\lambda T}} > 1$ va (19) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$F_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} = \frac{c_1}{\lambda^5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \quad \text{3-rasm}$$

Vin taqsimoti.

Maksimal oqimga mos keladigan to'liq uzunligi $\lambda_{\max}$ (2-rasm)

$$T\lambda_{\max} = 0,28979 \text{ sm} \cdot \text{grad} \quad \text{yoki} \quad \lambda_{\max} = \frac{0,28979}{T} \text{ sm}. \quad (20)$$



Bu yerda T - K larda ifodalanadi. Fotonlar oqimi maksimumini hisoblash uchun (5) dan foydalanamiz. Fotonlarning maksimal soni $N_{\lambda_m}^{\max}$ - λ_m to‘lqin uzunlikka to‘g‘ri keladi.

$$\lambda_m = \frac{0.36698}{T} \text{ sm, } T\text{-}K \text{ larda} \quad (21)$$

Absolyut qora jismning 1 sm^2 yuzasidan barcha tomonga sochilayotgan to‘la (barcha to‘lqin uzunliklariga sochilayotgan energiya yig‘indisi) Stefan-Boltsman formulasi orqali ifodalanadi:

$$f = \int_0^{\infty} F_{\lambda} d\lambda = \sigma T^4 \quad (22)$$

$\sigma = 5,6696 \cdot 10^{-5} \text{ erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grad}^4)$, T - K larda. Absolyut qora jism to‘la nurlanishining intesivligi (yorug‘lik kuchi)

$$I = \frac{\sigma T^4}{\pi} = 1,80468 \cdot 10^{-5} T^4, \left[\text{erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{sr} \cdot \text{grad}^4) \right]$$

(23) Absolyut qora jismning spektrida nurlanish intesivligi

$$I_{\lambda} = \frac{F_{\lambda}}{\pi} = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

Formula orqali aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Plank gipotezasini izohlang.
2. Foton nima?
3. Foton energiyasi qanday aniqlanadi?.
4. Eynshteyn yaratgan yorug‘likning kvant nazariyasi qanday nurlanishlar uchun o‘rinli?
5. Reley—Jins qonuni nima haqida?
6. Plank formulasidan qanday qilib absolyut qora jism uchun nurlanish qonunlarini chiqarish mumkin?
7. Issiqlik nurlanishi qanday sodir bo‘ladi?
8. Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari deganda nimani tushunasiz?.
9. Absolyut qora jism qanday xususiyatga ega?
10. Kirxgof qonuni qanday ta‘riflanadi?.

11. Absolyut qora jismning nurlanish qonunlarini kimlar kashf etgan?.
12. Hayvon tanasining issiqlik nurlanishi qanday tushuntiriladi?.

Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: Physiks For Scientists and Engineerers. W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 683-686 pp. 1175-1180 pp.

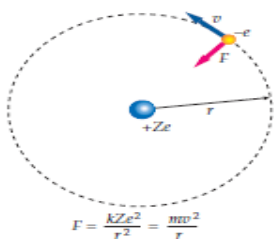
14-Mavzu. Atom tuzilishi. Bor postulatlar. Optik spektrlar va rentgen nurlari. Atom yadrosi modellari. Yadro reaksiyari

Reja

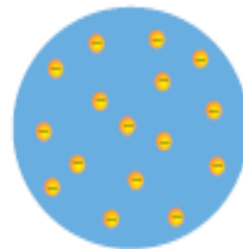
1. Atom tuzilishining planetar modeli.
2. Atom nurlanish spektrlaridagi qonuniyatlar.
3. Bor postulatlar.
4. Vodorod atomining Bor taklif etgan modeli.
5. Pauli printsipi. Bor nazariyasi.
6. Bor nazariyasining qiyinchiliklari.
7. De-Broyl to'liqlari.
8. Optik spektrlar va rentgen nurlari.
9. Atom yadrosining tuzilishi haqida asosiy ma'lumotlar.
10. Yadro massasi, zaryadi, spini va magnit momenti.
11. Protonlar va neytronlar.
12. Izotoplar.
13. Yadroning planetar va tomchi modeli.
14. Yadro reaksiyalari.
15. Sun'iy radioaktivlik.
16. Yadroning bo'linish reaksiyalari.
17. Atom yadrosining bo'linishi. Neytronlar ta'sirida bo'ladigan zanjir reaksiya.
18. Yadro reaktorlari. Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar.

Tayanch iboralar: yadro massasi, zaryadi, spini va magnit momenti. Protonlar va neytronlar. Izotoplar. Yadroning planetar va tomchi modeli. Yadro reaksiyalari. Yadroning bo'linish reaksiyalari. Atom yadrosining bo'linishi. Neytronlar ta'sirida bo'ladigan zanjir reaksiya. Yadro reaktorlari. Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar. Atom tuzilishining planetar modeli. Tomson modeli. Atom nurlanish spektrlari. Bor postulatlar. Vodorod atomining Bor taklif etgan modeli. Pauli printsipi. Bor nazariyasi. Bor nazariyasining qiyinchiliklari. De-Broyl nazariyasi. Optik spektrlar, rentgen nurlari.

Hozirgi zamon atom fanining, texnikaning va energetikaning ulkan yutuqlari – atom va yadro fizikasining intensiv rivojlanishi



2-rasm



1-rasm

natijasidir. Hozirgi zamon atom va yadro fizikasi modda tuzilishi haqidagi ta'limotning negizi hisoblanadi. Bundan tashqari, nafaqat modda (gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlar), balki materiyaning boshqa turlari ham atomistik tabiatga ega. Shuning bilan bir qatorda materiya harakati ham atomistik qonunlar bilan aniqlanadi. Aytilganlardan, materiya tuzilishi va harakati haqidagi atomistik ta'limot hozirrgi zamon fizikasida hukmron ta'limotdir, degan xulosa kelib chiqadi.

Atom va yadro fizikasi mikrodunyo (kvant) fizikasining boshlanishi desak ham bo'ladi. Shu tufayli atom fizikasi – atom va u bilan bog'liq hodisalar fizikasini o'rganuvchi fan ekan.

J.J.Tomson 1897 yil 29 aprelda elektronni kashf etdi. 1904 yili esa u o'zining atom modelini tavsiya etdi, bunga ko'ra atom o'lchami $R=10^{-8}$ sm bo'lgan musbat va manfiy zaryadlarga aralash neytral shar deb(1-rasm) , atom nurlanishini kvazielastik kuchlarga ko'ra tebranishi tufayli deb qaradi.Atomdagi zaryadlarning taqsimlanishi xarakterini o'rganish maqsadida E.Rezerford va uning xodimlari α -zarrachalarning moddalarda sochilishini o'rganishdilar. Tajriba natijasida α -zarralar o'zining dastlabki yo'nalishini turli burchak ostida o'zgartirgan. Ba'zilar juda katta (deyarli 180° gacha) burchakka sochilgan. Olingan natijalarga asoslanib Rezerford atom ichida juda kichik hajmga to'plangan va katta massaga tegishli kuchli musbat elektr maydon (yadro) mavjud bo'lgandagina α -zarralar shunday katta burchakka sochilishi mumkin, degan xulosaga keladi va 1911 yili o'zining planetar modelini yaratdi (2-rasm). Bu modelga ko'ra elektronlar yadro atrofida joylashadi. Elektronlar soni esa shundayki, ularning yig'indi manfiy zaryadi yadroning musbat zaryadini neytrallab turadi. Atomning bunday yadroviy modeliga ko'ra uning deyarli butun massa kattaligi taxminan 10^{-12} sm ga teng bo'lgan atomning markazi yadrosida to'plangan.

Rezerford α -zarralar sochilishini atom markaziy yadro zaryadi Ze ni α -zarraning zaryadi $Z_\alpha e$ ni nuqtaviy deb, ular orasidagi o'zaro ta'sirlashuvni Kulon qonuni

$$F = \frac{Z_{\alpha} e Z e}{r^2}$$

ga bo'ysunadi deb hisobladi, bunda r -zaryadlar orasidagi masofa. Energiya va harakat miqdori momentining saqlanish qonuniga ko'ra sochilish uchun quyidagi formulani yaratdi:

$$dN(\theta) = n_0 \frac{N_0 t}{16r^2} \left(\frac{2Ze^2}{\frac{1}{2} m_{\alpha} g_{\alpha}^2} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right)} \quad (1)$$

Bu yerda: dN -sochilish nuqtasidan r -masofada $d\Omega$ -jismoniy burchakka to'g'ri kelgan va θ burchak ostida sochilgan α -zarralar soni; θ - α -zarraning sochilishdan oldingi va keyingi yo'nalishi o'rtasidagi burchak; N_0 -sochuvchi yaproqchaga tushayotgan dastadagi α -zarralar soni; t -sochuvchi yaproqcha qalinligi; n_0 -sochuvchi moddaning 1 sm^3 dagi yadrolar soni; m_{α} , g_{α} -mos ravishda zarraning massasi va boshlang'ich tezligi. (1) formulada

$$\frac{dN}{d\Omega} \sin^2 \frac{\theta}{2} = \text{const} \quad (2)$$

Tajribalar (2) formulaning to'g'ri ekanligini tasdiqladi, ya'ni α -zarralar moddadan o'tayotganda og'ir zaryadli zarralardan Kulon kuchi ta'sirida sochilishligini, hamda α -zarralar bilan sochuvchi yadro orasidagi masofa 10^{-12} sm bo'lganga qadar to'g'ri ekanligini tasdiqlaydi.

Rezerford taklif etgan atomning planetar modeli atomning barqarorligini, spektrning diskretligini tushuntira olmaydi. Chunki, atom qobig'ida elektron yadro atrofida aylanib turar ekan, zaryadli zarra elektrodinamika qonunlariga ko'ra o'z energiyalarini nurlab borishligi lozim edi va nihoyat elektron yadroga qulab tushishligi kerak.

Yuzaga kelgan qarama-qarshiliklarni bartaraf qilish uchun Daniyalik olim N.Bor 1913 yilda o'zining yangi, atomda bo'ladigan jarayonlarning kvant nazariyasini taklif qildi. U atomda Plank doimiysiga $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$ karrali bo'lgan aniq harakat miqdori momentiga ega bo'lgan statsionar elektron qobiqlarning mavjudligini postulat ko'rinishida bayon qildi.

$$m_e g r = n \hbar$$

m_e - elektron massasi, g -elektron tezligi, r - orbita radiusi, n - butun son.

Har bir qobiq yadrodan (Z -yadro zaryadi) aniq masofada ($r_n = n^2 \hbar^2 / Z m_e e^2$) joylashgan va atomning qat'iy aniqlangan energetik holatini xarakterlaydi.

$E_n = (Z^2 e^4 m_e / 2 \hbar^2) (1/n^2)$. Eng kichik o'lchamli K-qobiqqa energiyaning eng kichik qiymati hosil bo'lib, ulardan keyingi qobiqlar – L, M va boshqalar

hisoblanadi. Bu qobiqlar bo'yicha elektronlar harakat qilganda atom turg'un holatda bo'ladi. Nurlanishning atom tomonidan yutilishi yoki chiqarilishi elektron bir qobiqdan ikkinchi qobiqqa o'tganida yuz beradi, bu vaqtda nurlanish chastotasi bir holatdan – keyingi holatga o'tishdagi energiya farqiga bog'liq bo'ladi.

$$\Delta E = h \nu$$

Borning ushbu tushunchalarini inobatga olib, qilgan oddiy hisoblashlari unga nazariy yo'l bilan spektral qonuniyatlar va Ridberg doimiyligini olishga imkon berdi. Yadroning umumiy og'irlik markazi atrofida aylanishi hisobga olindi, Aylanma qobiqlar ularning tekislikdagi aniq holatini ifodalovchi elleptik qobiqlar bilan almashtirilib, nazariya yanada boyitildi. Bularning hammasi optik spektrlarni tushunishga olib keldi. Xususan, oddiy Zeyman effektini tushuntirishga imkon tug'dirdi. O'zining mashhur postulatlarini berib, Bor g'oyatda muhim qadam tashladi. U odatdagi klassik tasavvurlardan voz kechdi va bu ish atom jarayonlarini to'g'ri tushintirishga olib keldi.

N.Bor o'z postulatlarini bilan atom yadrosidagi jarayonlarni klassik tasavvurlashdan kvant tasavvurlashga asos soldi.

Atom tuzilishi haqidagi yangi tasavvurlar birinchi bor 1904-yilda nazariy yo'l bilan Tomson tomonidan kashf qilingan. Uning hisoblashicha atomning radiusi - 1 Angstrom tartibida ekan.

1911-yilda Rezerford α -zarrachalar bilan o'tkazilgan tajriba natijalariga asoslanib, Tomson modelining noto'g'ri ekanligini isbotladi. Rezerford modeliga asosan, atom markazida musbat yadro va bu yadroning atrofida, Quyosh atrofida planetalar kabi, manfiy zaryadlangan elektronlar aylanadi, atomning 99 % massasi yadroda jamlangan. Bu modelni atomning planetar modeli deb atalgan. Keyinroq bu modelning ham kamchiliklari borligi aniqlangan.

Bor Rezerford modeli kamchiliklarini hisobga olib, o'zining uchta postulatlarini ta'rifladi.

1. Elektronlar yadro atrofida ma'lum statsionar orbitalarda aylanib, bu orbitalarga diskret energiyalar to'g'ri keladi;
2. Atom yoki undagi elektronlar bir statsionar m-holatdan ikkinchi n- holatga o'tganda o'zidan nur chiqaradi yoki nur yutadi. Ushbu nurning chastotasi

$$\nu = \frac{E_m - E_n}{h} \quad (1.1)$$

shartdan topiladi.

3. Orbita bo'ylab yadro atrofida harakatlanayotgan elektronning impuls momenti Plank doimiysiga karralidir:

$$M = mvr = n\hbar$$

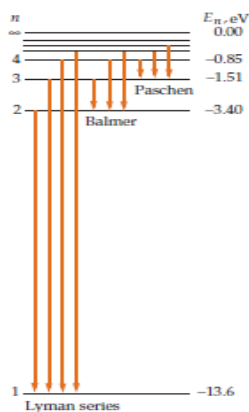
bu yerda $n = 1, 2, 3, \dots$ – butun sonlar, $h = \frac{h}{\pi} = 1.05 \cdot 10^{-34} \text{ Ж} \cdot c$ – Plank doimiy-si.

Bor o'z postulatlarini eng oddiy atom sistemasi – vodorod atomi nazariyasini yaratish uchun qo'llagan va uning asosida

$$r_0 = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2} = 5.29 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

kattalik – birinchi Bor orbitasining radiusi aniqlangan.

XX asrning boshariga kelib J Perenning Broun xarakatiga bag'ishlangan tajribalardan so'ng moddalarning atom tuzilishini to'liq tasdiqladi ikkinchi tomondan elektroliz gazlarning issiqlanishi, katod nurlari fotoeffekt va radioktivlikni tadqiq qilish atomlar ichida elektronlar mavjudligini ya'ni atomning tuzilishi murakkab ekanligini isbotlab atomning bo'inmas deyilga tasavvurlarga chek qo'ydi. Shu davrgacha faqat atomning o'lchami $D \approx 10^{-10} \text{ m}$ ekanlig va elektronning massasi vadarot atomi massasidan 1836 marta kichikligi ma'lum edi halos. Atomdagi zaryad va massa taqsimotini ingliz olimi E Reyzerford tekshirishga muvoffaq bo'lgan. Buning uchun u og'ir elementlarning xususan oltin, mis va boshqa modda atomlarini α zarrachalar bilan bambardimon qildi α zarracha butunlay ionlashga geli atomi (${}_2\text{He}^4$) dan massasi elektron massasidan 8000 marat katta bo'lib zaryadi musbat va absalyut qiymati (q_a) elektron zaryadidan ikki marta katta ya'ni $q_a = 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ga teng tezligi esa juda katta bo'lib $v_a = 2 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{с}}$ ga teng.



Rezerford turli burchak ostida sochilgan α -zarrachalarning sanab atom yadrosi haqidagi g'oyani ilgari surdi. Bu g'oyaga binoan atomning massasi va zaryadi atomning markazida joylashgan juda kichik o'lchamli yadroda mujasamlashgan. (Uning hisoblashicha yadroning o'lchami atrofida ekan zaryadi $q_e q = z \cdot e$ bo'lib bunda e -elektron zaryadi, z -maskur ximiyaviy elementning Mendelev davriy jadvalidagi tartib nomeri).

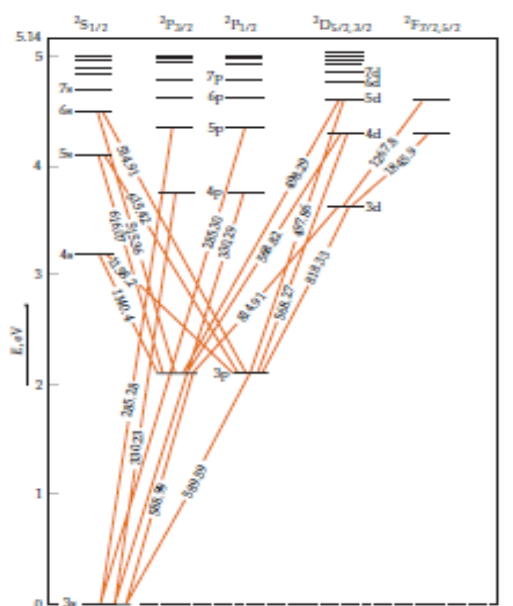
Yorug'lik nurlarining iziga spektr deyiladi. Yuqorida temperaturagacha qizdirilgan moddalardan chaqadigan nurlar moddaning turiga bog'liq holda turli spektr beradi(4-rasm). Bunday spektrar nurlanish spektrari deiyladi. Bu nurlanish spektrlari uch turga bo'linadi: tutash(uzluksiz), chiziqli va polasasimon spektrar.

1). Tutash spektrar. Bunday spektrarni o'ta qizdiraman qattiq yoki suyuq jisimlardan chiqan nurlar hosil qiladi. Shuningdek yuqori bosim ostida bo'lgan gaz va bug'lar nurlanishida ham tutash spektrar yuzaga keladi (Masalan quyosh nuri yuqori temperaturada bo'lgan plazmadan chiqqan nur tutash spektrardir).

2). Chiziqli spektrar. Turli ravshanlikka ega bo'lgan va bir-biriga keng qora yo'lar bilan ajralgan rangli chiziqlardan iborat spektrar chiziqli spektrar deyiladi. Bunday spektrarning atom holida bo'lgan gazsimon moddalar hosil qiladi. Har bir atom ma'lum qiymatli to'lqin uzunligiga mos nur chiqaradi. Demak har bir himyaviy element o'ziga xos chiziqli spektorga ega.

3). Polasasimon (yo'l-yo'l) spektrar. Bunday spektrar bir-biridan qora oraliqlar bilan ajralgan ayrim yo'llar polosalardan iborat. Polasasimon spektrardan gaz malekulalarining nurlanish xosil qiladi. Agar tutash spektrar xosil qiladigan nur atom yoki malekulalar uyg'onmagan moddada o'tsa dastlabki tutash spektrarning o'zgarish natijasida xosil bo'ladigan spektrarga yutilish spektrari deyiladi.

1926 yili Geyzenberg, Shredengerlar jarayonlarini kvant mexanikasi qonunlariga ko'ra tushuntira boshladilar. Kvant mexanikasiga ko'ra, zarralar harakatini o'rganishda ularning harakat treaktoriyasini, bir vaqtda turgan joyi va tezliklarini aniq bilish mumkin emas. Geyzenberg noaniqlik printsiptini, Shredenger kvant fizikasiga ko'ra to'lqin funktsiyalarini ishlab chiqdi. 1919 yil Aston mass-spektrograf yaratdi va bu esa atom mas-salarini aniq o'lchash imkoniyatini berdi.



1924-yilda fransuz fizigi L.V.de-Broyl yorug'lik kabi barcha mikrozarralar korpuskulyar xususiyatga ega bo'lishi bilan birgalikda, to'lqin xususiyatga ham ega bo'ladi, degan farazni ilgari surgan. Uning g'oyasiga ko'ra, yorug'lik tezligidan ancha kichik bo'lgan tezliklar bilan harakatlana-digan zarrachalar to'lqin uzunligi

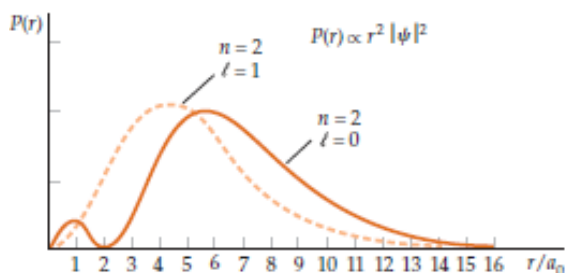
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_{kin}}}$$

bilan aniqlanadi, agar zarra yorug'lik tezligiga yaqin tezlik bilan harakat-lansa, uning to'lqin uzunligi

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{T(2m_0c^2 + E_{kin})}}$$

bilan aniqlanadi.

5-rasm



Mikrozarralar dunyosining o'ziga xos xususiyatlaridan biri – diskret energetik sathlarning mavjudligidir (3,5-rasm). Buni faqat kvant mexanikasi tushuntirib bera oladi. Demak, mikrozarralar dunyosini va ularning harakatlarini faqatgina kvant fizikasi asosida tushuntirish

mumkin ekan. Kvant mexanikasi esa kvant fizikasining matematik apparatidir.

Diskret holatlarning mavjudligini kvant mexanikasining asosiy tenglamasi – SHredinger tenglamasini yechib hosil qilish mumkin. SHredinger tenglamasining yechimi bo'lgan Ψ (psi) - to'lqin funksiya yordamida mikrozarralarning harakati haqida ma'lumotlarni olish mumkin. U mikrodunyodagi zarralarning holat funksiyasi hisoblanib, zarralarning kvant holatlari bo'yicha taqsimotini aks ettiradi.

Yadro atrofida orbita bo'ylab aylanayotgan elektron impuls momentiga ega bo'lib, u orbital moment ($\vec{l}$) deb yuritiladi. Uning modulini

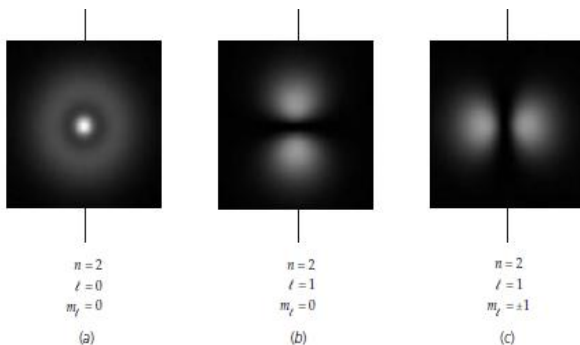
$$|\vec{l}| = \hbar \sqrt{l(l+1)}$$

orqali topiladi. Bu yerdagi l kattalik orbital kvant soni bo'lib, u $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$ (n – bosh kvant soni) qiymatlarni qabul qiladi.

Elektron orbital momentini Z o'qidagi proeksiyasi uchun

$$l_z = m\hbar$$

o'rinli bo'ladi. Bu yerdagi m magnet kvant soni deb atalib, u $m = 0; \pm 1; \pm 2; \dots; \pm l$ qiymatlarni qabul qiladi. (6-rasm).



Energetik sathlarning ajralishini tushuntirish uchun 1925-yilda Gaudsmit va Ulenbeklar elektronlar

xususiy orbital moment (spin – s)ga ega bo'lishi to'g'risidagi farazni ilgari surdilar. Keyinchalik tajribalar elektronning spini mavjudligini isbotladi. Spin

$$|\vec{s}| = \hbar \sqrt{s(s+1)}$$

asosida aniqlanadi, bunda s – spin kvant soni bo'lib, elektron uchun $1/2$ ga teng.

Kvant mexanikasining qonunlaridan yana biri Pauli prinsipi hisoblanadi. Bu prinsip quyidagicha ta'riflanadi: Atomda yoki biron-bir kvant sistemada to'rtta n, l, m, s kvant sonlariga ega bo'lgan ikkita elektron

bitta kvant holatida bo'lishi mumkin ema . Mendelev davriy sistemasining to'ldirilishida Pauli prinsipi asosiy rol o'ynaydi. Zaryadni aniqlashning ko'pgina usullari mavjud. Jumladan, 1913 yilda ingliz olimi Mozli qonuniga ko'ra. Bunda yadro zaryadini yadro atomi qobig'idan chiqayotgan xarakteristik rentgen nurlar chastotasi orasidagi bog'lanish $\sqrt{\nu} = AZ - B$ ga ko'ra aniqlash mumkin.

Xarakteristik rentgen nurlanishi atomning ichki (masalan, K,L,M va h.k.) qobiqlarida hosil bo'lgan bo'sh o'rinlarni yuqori qobiqdagi elektronlar egallaganda hosil bo'ladi. Nurlanish seriyalardan iborat bo'lib, berilgan nurlanish seriyasi uchun A va B o'zgarmas koeffitsientlar bo'lib element turiga bog'liq emas. Demak, A va B koeffitsientlar ma'lum bo'lsa, xarakteristik rentgen nurlanish chastotasini (ν) tajribada o'lchab, elementning tartib nomeri Z ni aniqlash mumkin.

Yadro fizikasi eng yosh fanlardan hisoblanib, atom yadrosining tuzilishi, xususiyatlari va yadroda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganadi.

XX asrgacha atom yadrosi haqida hech narsa ma'lum bo'lmasdan, atom moddaning kichik bo'linmas zarrachasi deb hisoblanar edi.

Atom yadrosi ikki xil zarra – proton va neytronlardan iboratdir.

Proton massasi taxminan (m_p), neytron massasi (m_n) ga teng, elektron massasi (m_e) dan ~2000 marta katta:

$$m_p = 1836,15 m_e = 1,67265 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

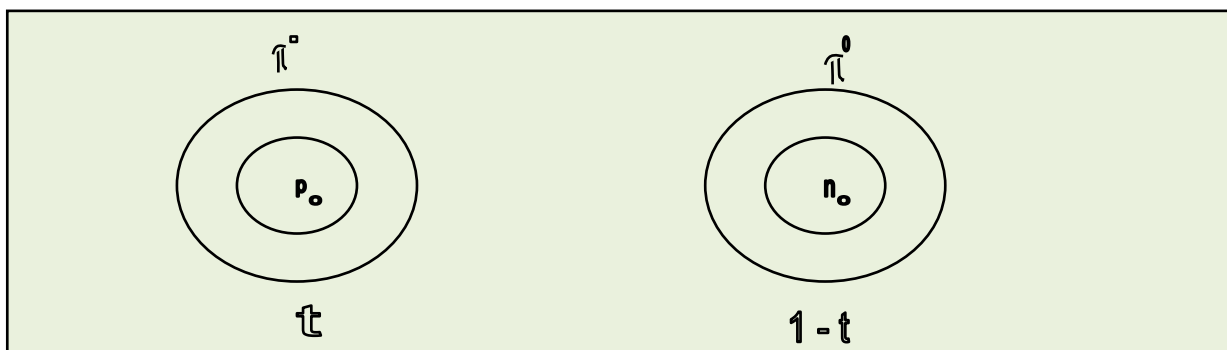
$$m_n = 1838,68 m_e = 1,67495 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

Proton musbat zaryadli, zaryad miqdori elektron zaryadiga teng, ammo ishorasi qarama-qarshi. Neytron zaryadsiz neytral zarra.

Proton va neytronlar xususiy momentga, spinga ega $S=1/2$. Fermi-Dirak statistikasiga bo'ysunuvchi fermionlardir.

Erkin holatda p-barqaror, n-esa radioaktiv bo'lib ~12 minutdan keyin $n \rightarrow p + \beta^- + \nu$ ga yemiriladi. Yadro ichida neytron va protonlar bir-birlariga aylanib turadilar. Proton va neytronlar spinlari teng, massalari ham deyarli teng, bir-birlariga uzviy almashinib turadi, yadro kuchlari ham bir xil zarralar hisoblanadi, bir so'z bilan ular nuklon deb ataladi. Nuklonlar uchun yadro kuchlari bir xil bo'lgan faqat elektromagnit maydonga nisbatan ikkita erkinlik darajasiga ega bo'lgan aynan bir xil (zaryadli proton, zaryadsiz neytron) zarralardir.

Yadro kuchlari ta'sirida proton va neytronlar birikib turli yadrolarni hosil qiladilar.



1-rasm

Atom yadrosi turg'un (barqaror), yoki radioaktiv bo'lishi mumkin. Bu yadrolar massa soni A , elektr zaryadi Z , massasi M , E_b - to'la bog'lanish energiyasi massasiga bog'liq, radiusi (o'lchami) R , spini I , magnit momenti μ , elektr kvadrupol momenti Q , izotopik spini T va shu yadroning to'lqin funktsiyasiga xos bo'lgan juftligi P bilan xarakterlanadi. Radioaktiv yadrolar yana yemirilish turi, yarim yemirilish davri, yemirilish natijasida hosil bo'lgan α , β , γ nurlarning energiyasi bilan ham xarakterlanadi.

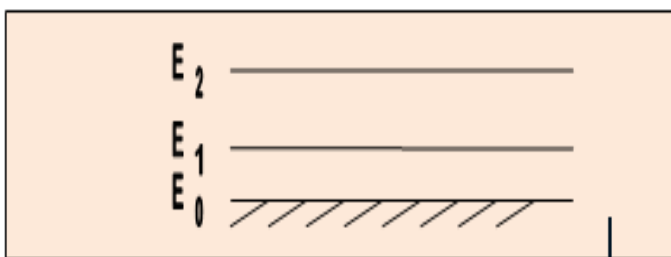
Atom yadrolari yana o'zlarining energetik holatlari bilan xarakterlanib, eng kichik energiyali holatiga yadroning asosiy holati va undan yuqori energiyaga ega bo'lgan holatlarga uyg'ongan holatlar deb ataladi. Yuqorida sanab o'tilgan yadro xususiyatlarining deyarli hammasi yadroning asosiy ham uyg'ongan holatlari uchun xosdir. Massa soni A va zaryadi Z dan tashqari hamma xususiyatlari holat energiyasi o'zgarganda o'zgarishi mumkin. Uyg'ongan holatdagi yadro xususiyatlariga, yana yadroning bir energetik holatdan ikkinchisiga o'tish usuli, yadroviy reaksiyalar ko'rilganda zarraning yadro bilan yoki yadrolarning o'zaro ta'sirlashish kesimi va yadroviy reaksiyalarda ajralgan energiya, ikkilamchi zarralarning burchak taqsimoti va boshqa kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Massa soni, massa atom birligida hisoblangan yadro massasidan $\sim 1\%$ largacha farq qilishi mumkin.

Atom yadrosining yana muhim xususiyati zaryaddir. Yadro zaryadi yadroni tashkil etgan zarralar zaryadlari yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

Yadro proton va neytronlardan iborat ekan, neytron zaryadsiz – neytral zarra. U holda yadro zaryadi protonlar zaryadlari yig'indisiga teng bo'ladi. Proton zaryadi musbat miqdor jihatdan elektron zaryadiga teng: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl. Shunday qilib, tartib nomeri Z bo'lgan biror element atomining yadrosi Z_e zaryadga ega.

M : ^1_1H - vodorod yadrosi uchun $Z=1$ zaryad miqdori $+e$,
 ^4_2He - geliy yadrosi uchun $Z=2$ zaryad miqdori $+2e$,
 $^{16}_8O$ - kislorod yadrosi uchun $Z=8$ zaryad miqdori $+8e$,



${}_{92}^{235}\text{U}$ - uran

yadrosi uchun $Z=92$ zaryad miqdori $+92e$ ga teng.

Yadro zaryadi yadroda protonlar sonini xarakterlaydi, lekin yadroda zaryad taqsimotini

anglatmaydi.

Yadro zaryadi yadroda protonlar soniga yoki Mendeleevning elementlar davriy sistemasidagi elementning tartib raqamiga teng. Elektr zaryadining miqdori barcha yadro jarayonlarida saqlanadi. Bunga elektr zaryadining saqlanish qonuni deb ataladi. Shunga ko'ra yadro reaksiyalari va yemirilishlarida zaryad balansiga ko'ra aniqlash mumkin.

Yadro massasi. Massa moddiy ob'ektning eng muhim xususiyatlaridan biri bo'lib, jismning inertsia, gravitatsiya va energiya o'lchamlari bo'lib xizmat qiladi. Yadro massasi atom massasi birligida o'lchanadi. Ma'lumki, atom neytral holatda bo'ladi. Eynshteyn qarashiga ko'ra massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniga asosan har qanday M massali ob'ektga shu massaga mos $E=mc^2$ energiya va aksincha, E energiyaga $m=E/c^2$ tenglik bilan ifodalanuvchi massa to'g'ri keladi.

1m.a.b.ga mos keluvchi energiya

$$E = mc^2 = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} \cdot 9 \cdot 10^{20} \frac{\text{sm}^2}{\text{s}^2} = 14,94 \cdot 10^{-4} \text{ erg} = 931,5 \text{ MeV}$$

Yadro fizikasida massa va energiya eV (elektronvolt)larda

2-rasm

o'lchaniladi.

$$1\text{eV} = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ CGSE} \frac{1}{300} \text{ V} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ erg} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \text{yoki}$$

$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 1\text{V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2- rasmda energiya (0) yadro asosiy holati, E_1 , E_2 lar uyg'ongan holat energiyalari. Har bir yadro o'ziga xos uyg'onish energiyalariga ega bo'ladilar, yadroning uyg'onish energiyasi qanday yo'l bilan uyg'onishiga bog'liq emas.

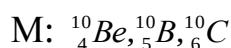
Barcha yadro jarayonlarida energiya saqlanishi ro'y beradi.

Yadroda nuklonlar miqdorlariga qarab *izotop*, *izobar*, *izoton*, *ko'zguli yadrolar* deb ataladilar.

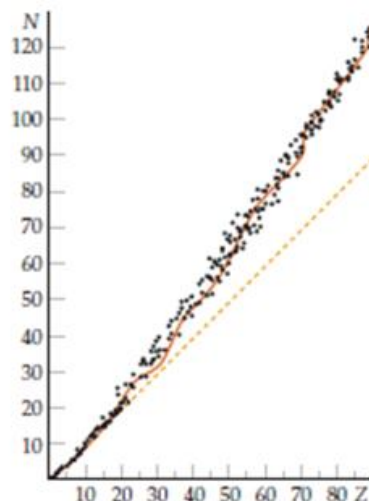
Bir xil zaryadga (Ze) ya'ni bir xil sonli protonga, ammo har xil massa soniga A ega bo'lgan yadrolarga *izotoplar* deb ataladi.

Masalan, $^{16}_8O, ^{17}_8O, ^{18}_8O$, protonlar soni bir xil, neytronlar soni turlicha, elementlar davriy sistemasida bir joyda joylashadi. Izotoplar bir xil ximiyaviy va optik xususiyatlarga egadirlar. Lekin fizik xususiyatlari massa soni, toq-juftliklari va hokazolar turlichadir. 3-rasmda yadro zaryadi Z bo'lgan yadroda neytronlar sonini o'zgarishi keltirilgan. Bundan ko'rinib turibdiki bitta yadroning uning tarkibidagi neytronlar soniga qarab bir necha izotoplari bo'lishi mumkin.

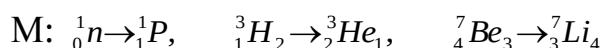
Massa soni A bir xil, zaryadlari har xil yadrolarga *izobar* yadrolar deb ataladi.



Izobarlar ximiyaviy xususiyatlari turlicha, fizik xususiyatlari, nuklon soni bir xil bo'ladi. Lekin bir xil A -bo'lganda ham izobar yadrolar massalari birmuncha farq qiladilar. 3-rasm

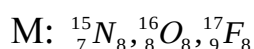


Birinchi yadroning protonlari ikkinchi yadroning neytronlariga, ikkinchi yadroning protonlari birinchi yadroni neytronlariga teng bo'lsa *ko'zguli* yadrolar deb ataladi.



Ko'zguli yadrolardan biri radioaktiv bo'ladi. Har qanday o'zgarishlardan so'ng bir-biriga o'tishadilar.

Bu yadro xususiyatlari bir-biriga ancha yaqin. Ko'zguli yadrolar, yadro kuchlar tabiatini va yadro kuchlariga elektromagnit maydonining hissasini aniqlashda keng qo'llaniladi. Neytronlari bir xil bo'lgan yadrolarga *izotonlar* deb ataladi.



1920-yili Rezerford massasi proton massasiga teng bo'lgan neytral zarracha mavjudligini taxmin qildi va u 1932-yilda ingliz fizigi D. CHedvik

tomonidan aniqlandi. Bu zarrachani neytron deb ataldi. Keyinroq atom yadrosi proton va neytronlardan tuzilgan deb, ularni birgalikda nuklonlar deb nomlandi.

Yadrodagı nuklonlar sonı A yadroning massa sonı bo'lib, neytronlar sonı

$$N = A - Z \quad (1)$$

dan topiladi, bunda Z - protonlar sonı.

Yadronı belgilash uchun ${}_Z X^A$ belgilash ishlatiladi.

Yadroning massalarini eng aniq o'lchash natijalari shuni ko'rsatadiki, yadroning tinchlikdagi massasi M uni tashkil qilgan protonlar bilan neytronlarning tinchlikdagi massalari yig'indisidan hamisha kichik bo'ladi:

$$M < Zm_p + Nm_n = Zm_p + (A - Z)m_n. \quad (1)$$

Yadronı alohida nuklonlarga to'liq ajratish uchun zarur bo'lgan energiya yadroning bog'lanish energiyasi deyiladi va u quyidagi ifodadan topiladi:

$$\Delta W = \Delta Mc^2 \quad (2)$$

bunda ΔM - massa defekti deb ataladi va u

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M = Zm_p + (A - Z)m_n - M \quad (3)$$

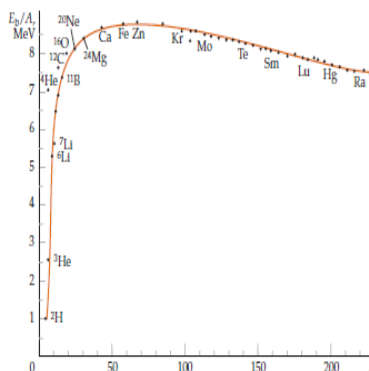
dan topiladi. (3) dan foydalanib (2) ni ko'rinishini

$$\Delta W = [Zm_p + (A - Z)m_n - M]c^2 \quad (4)$$

ga o'zgartiramiz.

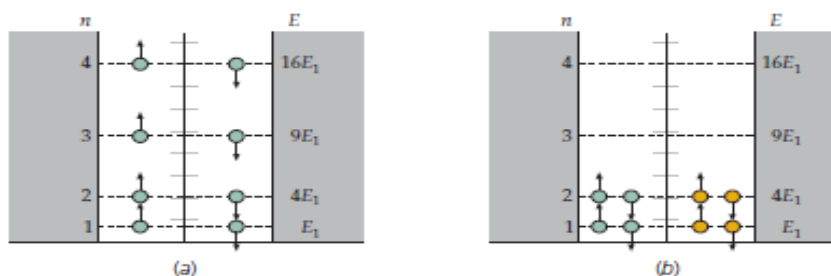
Bitta nuklonga to'g'ri keluvchi yadroning bog'lanish energiyasi yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi (ε) deyiladi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{A} \quad (5)$$



4-rasm

5-
rasm



Nuklonlar o'rtasida ta'sir etuvchi va yadroning turg'unligini ta'minlovchi kuchlarga yadro kuchlari deyiladi. Yadro kuchlari gravitatsion va elektromagnit ta'sirlashuv kuchlaridan farqli o'laroq, o'ziga xos kuchlar bo'lib hisoblanadi.

Quyidagi 6- rasmda 8 neytron(a) va 4 neytron 4 ta proton(b) tashkil topgan yadroning energetik sathlarining holati tasvirlangan.

Ikki yadro yoki yadro va elementar zarrachalar bir-biriga 10^{-15} m masofaga yaqin kelganda yadro kuchlari hisobiga bir-biri bilan o'zaro intensiv ta'sirlashib, yadrolar tarkibining o'zgarish jarayoniga yadro reaksiyalari deyiladi.

Yadro reaksiyalarini umumiy shaklda $A + a \rightarrow B + e$ (1) yoki $A(a, \nu)V$

deb yozish mumkin.

Yadro reaksiyalari vaqtida

1. Elektr zaryadining saqlanish qonuni;
2. Nuklonlar sonining saqlanish qonuni;
3. Energiyaning saqlanish qonuni;
4. Impulsning saqlanish qonuni bajariladi.

Yadroning bo'linish jarayonida ajralib chiqqan neytronlardan bittasi o'z navbatida qo'shni yadroni parchalash va bu yadro ham qo'shni yadroni parchalashi mumkin bo'lgan neytronlarni chiqarishi mumkin. Natijada bo'linayotgan yadrolar soni kesin ortib ketib, o'zini-o'zi davom ettiruvchi reaksiya yuzaga keladi. Ushbu reaksiyaga zanjir yadro reaksiya deyiladi.

Yadrolarning bo'linishi boshqariladigan reaksiya amalga oshiriladigan qurilma yadro reaktori deyiladi. Yadro reaktori: yadro yoqilg'isi, neytronlarning

sekinlatgichi, reaktor ishlaganda ajraladigan issiqlikni olib ketuvchi issiqlik eltuvchi (suv, suyuq natriy) va reaksiya tezligini rostlovchi qurilma.

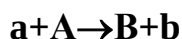
Juda yuqori temperaturalarda yengil yadrolarning qo'shilish reaksiyasi termoyadro reaksiyasi deyiladi. Termoyadro reaksiyasi yuz berishi uchun yadrolar 10^{-15} m masofaga, ya'ni yadro kuchlari ta'sir doirasiga tushishlari shart. Termoyadro reaksiyalari sintez reaksiyalari yoki termoyadro sintezi deyiladi.

Hozirgi vaqtda dunyoning ko'pgina davlatlarida boshqariluvchi termoyadro reaksiyasini amalga oshirish ishlari amalga oshirilmoqda. Bo'linish reaksiyasini yadro reaktorlarida boshqarilgani kabi, boshqariladigan termoyadro reaksiyasini amalga oshirish ancha murakkab masaladir.

Yadro reaksiyalari. Zarralarning zarralar bilan, zarralarning yadrolar bilan, yadrolarning yadrolar bilan yadro masshtabida intensiv ta'sirlashuvi yadrolar tarkibini o'zgartishga olib kelsa yadro reaksiyalari amalga oshgan bo'ladi.

Yadro reaksiyasida energiya, impuls yadroda qayta taqsimlangan bo'ladi. Reaksiyalar kuchli, elektromagnit, kuchsiz ta'sirlashuvlarga ko'ra amalga oshishi mumkin. Reaksiyalar zaryadli, zaryadsiz zarralar, fotonlar ta'sirlashuvlariga.

Barcha reaksiyalar saqlanish qonunlarining bajarilishi bilan ro'y beradi ko'ra bo'ladilar.



Agar ko'p kanalli bo'lishsa

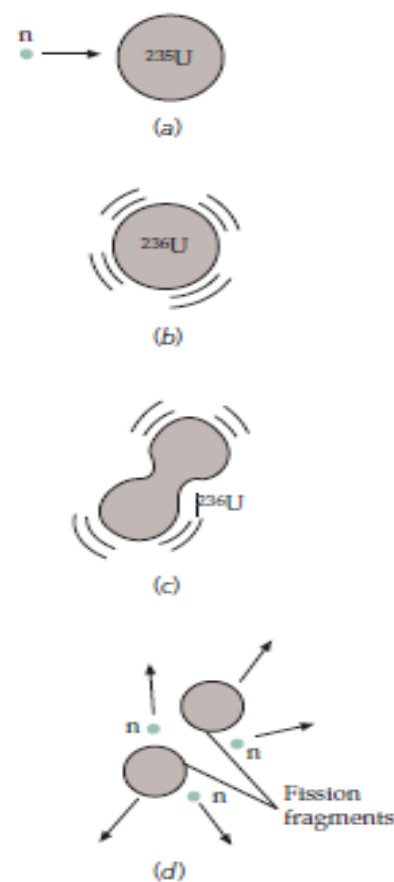
$$a + A = \begin{cases} -B + b \\ -C + c \\ -D + d \end{cases}$$

Reaksiya kanallari chiqish ehtimoliyatlariga ko'ra ularga ruhsat etilgan yoki cheklashlarga sabab bo'ladigan kvant xarakteristikalarini aniqlash imkonini beradi.

Yadro reaksiyalarida saqlanish qonunlari to'la bajarilishligi reaksiyada qatnashayotgan zarralar yoki yadrolar xarakteristikalarini yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi (masalan: impulsi, zaryadi, juftligi va h.k.).

Zanjir reaksiyani amalga oshirish.

Tabiiy uran bir jinsli blokiga, ya'ni 99,3% ^{238}U va 0,7% ^{235}U izotoplar aralashmasiga biror neytron kelib tushsa, bo'lish sodir etsa, 2 MeV energiyali neytronlar hosil bo'ladi. Neytronlar issiq

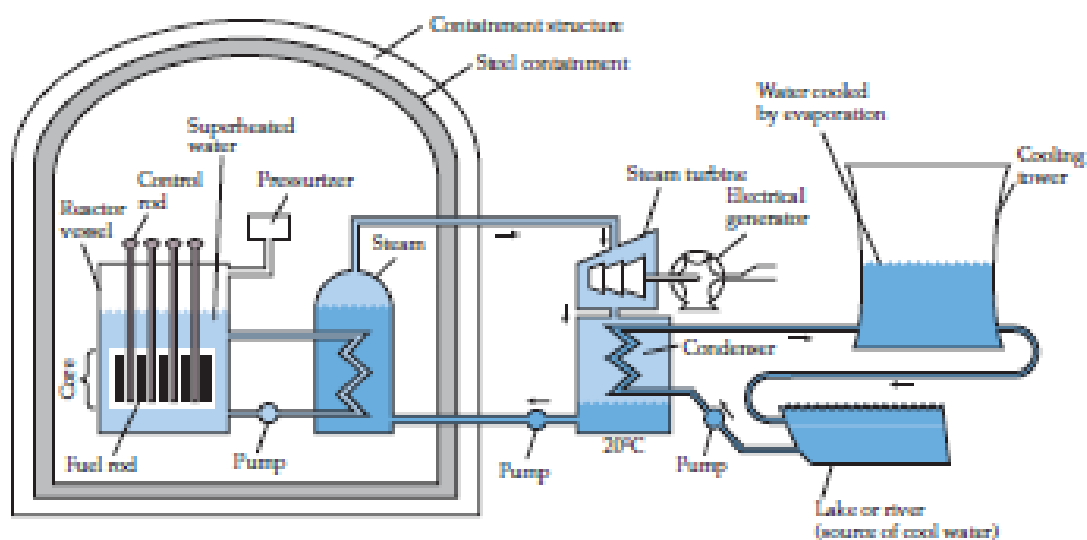


energiyaga qadar sekinlashadi va katta ehtimollik bilan ^{235}U ning yadrolarini bo'ladi. Lekin tabiiy uran blokidagi neytronlarning boshlang'ich miqdorida issiq neytronlar juda ham oz bo'lganligi uchun zanjir reaksiyasini yuzaga keltira olmaydi.

Yadro reaktorlari. Yadro reaktorlari qator xususiyatlari bilan tavsiflanadi va shunga ko'ra reaktorlar turli xil bo'ladilar. Yadroni bo'luvchi neytronlarning energiyasiga qarab reaktorlar issiq, tez va oraliq energiyaga ega bo'lgan neytronlarda ishlovchi reaktorlarga ajraladi.

6-rasm

Reaktorlar yonilg'ining turiga, sekinlashtiruvchi moddasiga (oddiy suv, og'ir suv, grafit, berilliy, organik suyuqliklar va h.k.), aktiv zonaning tuzilishiga (gomogen yoki geterogen), issiqlik uzatgichga (suv, suv bug'i, organik suyuqlik, geliy, karbonat angidrid gazi, havo, azot, suyuq metallar va h.k.), bajaradigan vazifasiga (ilmiy tekshirish, energiya olish, izotoplar olish va h.k.), ishlash rejimi (uzluksiz yoki impulsli)ga qarab turlicha nomlanadilar.



8-rasm

Issiq neytronlarda ishlaydigan reaktorlar. Reaktorning asosiy qismi aktiv zonadir (1). Unda zanjir reaksiya yuz berib, Neytronlarning tashqariga chiqib ketishini kamaytirish uchun aktiv zona qaytargich (2) ichiga joylanadi. Aktiv zona neytronlarni sekinlatuvchi bloklardan (3) va ularni ichida joylashgan yoqilg'i kassetalari TVEL lardan (4) tashkil topgan (TVEL – issiqlik ajratuvchi element). (5) kanallar orqali TVELdan ajralgan issiqlikni olib ketuvchi gaz yoki suyuqlik (issiqlik eltkich) o'tkaziladi. Reaksiya intensivligi neytronlarni kuchli yutuvchi moddalardan yasalgan maxsus sterjenlar yordamida boshqariladi. Reaktor ishga tushirishdan oldin neytronlarni yutuvchi (kadmiy yoki bor karbidi) sterjen (6) aktiv zonaga to'la kiritilgan holatda bo'ladi. Bu holda $k < 1$ va zanjir reaksiya bo'lmaydi.

Sterjen aktiv zonadan chiqarila borishi bilan k ortadi va $k=1$ da reaktor statsionar rejimda ishlay boshlayd (9-rasm).

Reaktorning halokatini oldini olish maqsadida qo'shimcha sterjen doim tayyor turadi. Neytronlar soni keragidan ortib ketishi bilan bu sterjen avtomatik ravishda aktiv zonaga kiritiladi va halokat oldi olinadi. Reaktorda hosil bo'lgan radioaktiv nurlanishlardan saqlanish uchun u neytron va gamma-nurlarni yutuvchi radiatsion xavfsizlikni ta'minlaydigan massiv jism bilan (7) o'raladi.

Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar

Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar alohida xususiyatga ega.

1) Yoqilg'ini yuqori aniqlikkacha tozalash talab etilmaydi. Aralashmalarda tez neytronlar kam yutiladi.

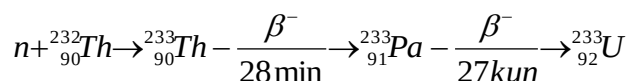
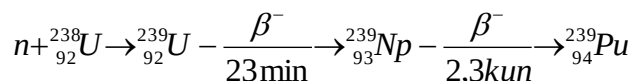
2) Yoqilg'i kuchli kontsentrlangan, ya'ni uran bilan boyitilgan bo'lishi kerak.

3) Tez neytronlarning effektiv kesimi kichik bo'lgani uchun yoqilg'ini issiq neytronli reaktorlardagidan ko'proq olish talab etiladi.

4) Bu reaktorlar uchun sekinlatgich talab etilmaydi. Aktiv zonaning o'lchami juda kichik, energiya ajralish zichligi yuqori $0,5 \text{ kVt/sm}^3$ gacha yetadi.

5) Issiqlikni olib ketuvchi modda neytronlarni sekinlatmasligi kerak. Shu maqsadda suyuq natriy foydalaniladi.

6) Tez neytronlar moddalarda yutilish ehtimoliyati kichik bo'lgani uchun reaktorni boshqarishda yutuvchi sterjenlardan foydalanib bo'lmaydi. Tez neytronli reaktorlarni boshqarish aktiv zona va neytronlar qaytargich oralarini yaqinlashtirish, uzoqlashtirish bilan olib boriladi. Tez neytronli reaktorlarni boshqarish murakkab. Lekin shunga qaramay ulardan kelajakda keng foydalanish mumkin. Chunki sekin neytronli reaktorlar uchun zarur bo'lgan ^{238}U va ^{237}Th element yadrolari tomonidan radiatsion yutilish natijasida yadroviy yoqilg'i sifatida ishlatish mumkin bo'lgan yangi ^{239}Pu va ^{235}U izotoplari hosil bo'ladi. Bunday reaktorlarga ko'paytiruvchi reaktorlar yoki brederlar deyiladi.



Tez neytronli reaktorlarga yoqilg'i sifatida ^{238}U , (^{232}Th) kam miqdorda ^{239}Pu , (^{233}U) aralashmasi joylashtiriladi. Reaktorda ajralgan energiya ^{239}Pu bo'linishdan hosil bo'ladi, ^{238}U esa ^{239}Pu hosil bo'lish manbai hisoblanadi.

Nazorat savollari:

1. Atom yadro tuzilishining praton, neytron moduli qanday

2. Yadro ichida qanday kuchlar mavjud?
3. Moddaning massa defekti nima va qanday aniqlanadi
4. Yadro tarkibi qanday aniqlanadi?
5. Yadroning boshlanish energiyasi deb nimaga aytiladi
6. Atomning murakkab tuzilishini tasdiqlovchi xodisalarni ayting.
7. Rezerfordning α zarrachalar bilan o'tkazgan tajribasini tushuntiring.
8. Rezerford atomining plonitar modelini tushuntiring .
9. Bor postulatlarini ta'riflang.
10. Atomning Bor –Rezerford modelini tushuntiring.
11. Vodorod atomining spektor chiqish qonunlari tushuntiring.
12. Bor nazariyasining qanday kamchiliklari bor.
13. Bor postulatlarining mazmuni nimadan iborat.

Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: **Physiks For Scientists and Engineerers.** W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 1228-1257 pp. 1368-1384 pp.

15-Mavzu. Radioaktivlik qonunlari. Dozimetriya

Reja:

1. Radioaktivlik va uning turlari
2. Tabiiy radioaktivlik.
3. Tabiiy radioaktivlikning kashf etilishi
4. Alfa, beta va gamma- nurlanishlar. Radioaktiv nurlanishning qishloq xo'jaligida ishlatilishi.
5. Radioaktiv aylanishlar. Radioaktiv yemirilish qonuni
- 6 Yarim emirilish davri.

Tayanch iboralar: radioaktivlik. Tabiiy radioaktivlik. Alfa, beta va gamma-nurlanishlar. Radioaktiv aylanishlar. Radioaktiv yemirilish qonuni. Yarim emirilish davri. Dozimetrarlar.

D Chedvik tomonidan berilliy nurlari massasi proton massasiga yaqin bo'lgan neytron zarralar oqimidan iborat degan farazni qilgan edi. Shundan so'ng D.D. Ivanenko va V.Geyzerberglar yadroning proton, neytron modulini yaratdi

Praton (+) zaryadga ega bo'lib, uning zaryadi elektron zaryadiga, ya'ni $1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl. ga teng va tinch xolatdagi massasi $1,67 \cdot 10^{-27}$ Kg. Ga teng. yadro zarrachalari praton v neytronlarga nuklonlar deyiladi. Yadrosi pratonlar soni atom

qobig'idagi elektronlar soniga teng davriy jadvaldagi elementlarning tartib nomeri Z ga teng. yadrodagi P va N lar sonining yig'indisi A q $Z+N$ massa soni deyiladi. Pratonlar soni bir xil neytronlar soni xar xil bo'lgan elementlar atomiga izatoplar deyiladi. Masalan: ${}_1^1\text{H}$, ${}_1^2\text{H}$, ${}_1^3\text{H}$; ${}_8^{16}\text{O}$, ${}_8^{17}\text{O}$, ${}_8^{18}\text{O}$. Izatoplarning ximiyaviy fizik xossalar bir xil bo'lib, yadro strukturasidan kelib chiqadigan massa soni, zichlik, radioaktivli kabi hossalar har xil bo'ladi.

Yadroni tashkil qilgan nuklonlari bir-biridan butunlay ajralish uchun zarur bulgan inergiyaga yadroning boshlang'ich inergiyasi deyiladi. $E_0 = mc^2$.

1896 yilda Fransuz olimi A.Bekkerel uran tuo'zlaridan biri tabiati ma'lum bo'lgan nurlanish manbai ekanligi fotoplastinkalar yordamida aniqladi. Bekkerel kashf qilgan bu nurlanishni barcha uran birikmalari va uran metaling o'zi ham chiqarishini ya'ni uran atomlari (${}_{92}\text{U}^{236}$) nurlanish manbayi bo'lishini aniqladi. Tashqi olimlar (temperatura, bosim, yorug'lik va h.q) ning ta'sirisiz uran atomlarining o'z-o'zidan nurlanishiga radioaktivlik nurlanish deyiladi. Bu hodisa esa radioaktivlik deyiladi.

Menddeleyev davriy jadvalining ohirida turgan ba'zi elementlar atomlar ham shunday tabiatli nurlar chiqarish aniqlangan. Bularni 1898 yilda Mariya Sladovskaya Kyuri va Piyer Kyurelar aniqlagan. Hozirgi vaqtga 40 dan ortiq tabiy va 270 dan ortiq sun'iy radioaktiv elementlar mavjud. Ingliz olimi Rezerford tajriba asosida radioaktiv nuring tarkibini murakkab ekanligini aniqladi.

Qo'rg'oshin qutichaga joylashtirilgan radioaktiv modda Radiy (Ra) dan chiqayotgan nurlanishga kuchli magnit maydon ta'sir ettirilganda nurlar dastasi uchga bo'lingan: α, β, γ –nurlar α nurlar elektr va magnit maydonlardan musbat zaryadlar kabi og'ishi aniqlangan.

Yadroning o'z-o'zidan bir yoki bir nechta zarrachalar chiqarish hodisasi radioaktivlik deyiladi. Shunday yadrolarni radioaktiv yadro deb yuritiladi.

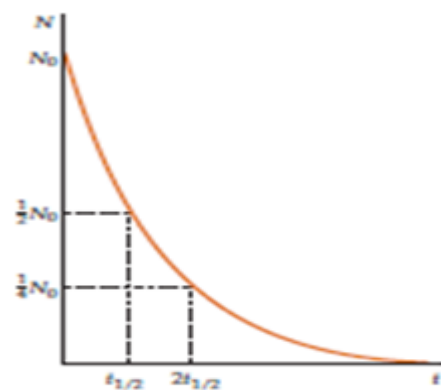
Radioaktiv yadrolarning o'zidan biron-bir turdagi zarralarni chiqarib, boshqa yangi yadroga aylanish jarayoni radioaktiv yemirilish deyiladi. Radioaktiv yemirilishda radioaktiv yadrolarning sonining o'zgarishi

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1)$$

1-rasm

qonun bo'yicha o'zgaradi. Ushbu ifodani radioaktiv yemirilish qonuni deb yuritiladi(1-rasm), bunda λ – yemirilish doimiysi.

Tabiatda mavjud yadrolarning radioaktivligi tabiiy radioaktivlik deyiladi. Ba'zi hollarda radioaktiv yadrolar biron-bir turg'un yadrolarni zarralar

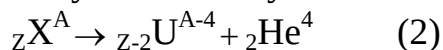


bilan yoki yadrolar bilan bombardimon qilish natijasida hosil bo'ladi. Bunday radioaktivlikni sun'iy radioaktivlik deyiladi.

Radioaktiv moddani magnit maydoniga joylashtirilsa zarralar dastasi uch qismga α -zarrachalar, β -zarrachalar, γ -zarachalarga bo'lingan.

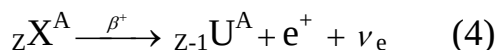
Radioaktiv yemirilishlarning 5 xili uchraydi. SHulardan ikki xilini ko'rib chiqimiz.

1. α -emirilish. Og'ir yadrolarning o'z-o'zidan α -zarrachalar chiqarish jarayoni α -yemirilish deyiladi. U



siljish qoidasiga bo'ysunadi.

2. β -emirilish. Yadrolarning o'z-o'zidan elektronlarni (β^-) yoki protonlarni (β^+) chiqarishi β -emirilish deyiladi. Ular

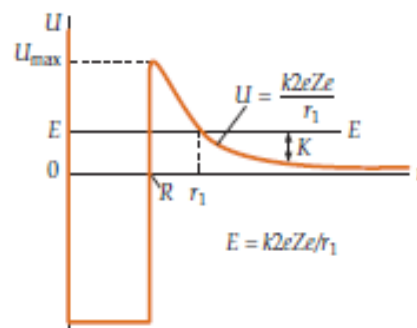
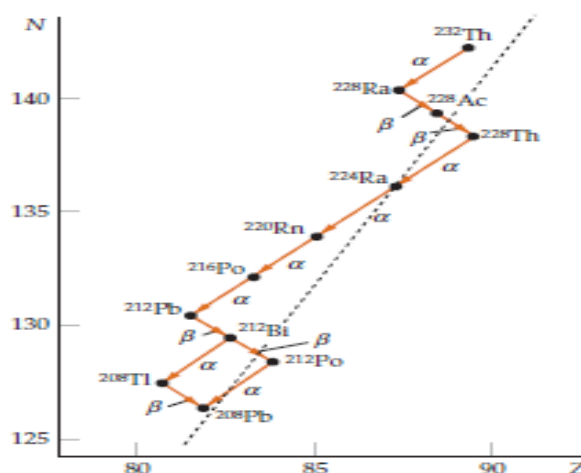


2-rasm

siljish qoidalariga bo'ysunadi. Radioaktivlik vaqtida bir yadro holatidan ikkinchi yadro holatiga o'tadi, bu bilan yadro o'z tarkibida bo'lgan va radioaktivlik vaqtida vujudga keluvchi zarralar (M: alfa, proton, beta, va h.) yengil yadrolar hamda fotonlarni chiqarishi mumkin (2-rasm). Buning natijasida yemirilayotgan yadrolarning tarkibi yoki ichki energiyasi o'zgaradi. Rasmda toriy oilasini radioaktiv yemirilishlari natijasi oxirida qo'rg'oshin bilan tugashi ko'rsatilgan.

Radioaktiv moddaning yarim yemirilish davri yadrodagi zarrachalarning potensial energiyasiga bog'liqligini G.Gamov tekshirgan bo'lib (1928 y) uning bu bog'lanish funksiyasi 6-rasmida keltirilgan

Radioaktivlik tabiiy sharoitda ro'y berib qolmay, sun'iy yo'l bilan ham hosil qilish mumkin. Ammo ikkala radioaktivlik orasida farq yo'q. Radioaktivlik qonunlari radioaktiv izotopning qanday olinishiga bog'liq emas.

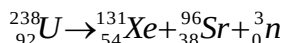


3-rasm

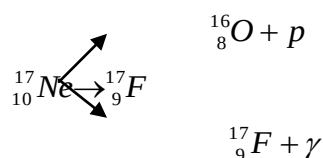
Radioaktivlik yadroning ichki xususiyati bo'lib, har bir yadro o'ziga xos yemirilish turi, intensivligiga ega. Radioaktivlik xususiyati tashqi ta'sirlar (temperatura, bosim, elektr yoki magnit maydon)ga bog'liq emas. Ko'pgina radioaktiv yadrolar nishon yadroni turli tezlashtirilgan zarralar bilan bombardimon qilishlik bilan hosil qilinadi.

Dastlabki radioaktiv nurlanishlar tahlili tabiiy radioaktivlik vaqtida alfa, beta zarralar va qisqa to'liqinli gamma fotonlar ekanligini ko'rsatdi.

1939 yilda G.N.Flerov, K.A.Petrjaklar og'ir yadrolarning ($A=240$) o'z-o'zidan ikkita o'rtacha yadroga bo'linishligini kashf etdi.



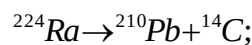
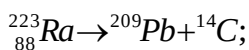
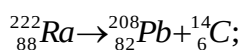
Qaysiki, yadrolarda protonlar soni oshib ketishsa bir proton, ikki proton yemirilishi mumkin. G.F.Flerov 1963 yili proton yemirilishini kuzatgan.



$$T_{1/2} = 0,1 \text{ s}$$

Albatta, proton yemirilish ehtimoliyati raqobatlashuvchi alfa va beta-yemirilishlarga nisbatan juda kichik bo'ladi.

1984 yili Oksford universiteti xodimlari radiy yadrolarining alfa zarralarga nisbatan yirik ${}^{14}\text{C}$ yadrosini nurlanishini qayd qilishdi



1985 yili Dubna va Amerika fiziklari gamma-yemirilishni kashf etdilar.

Radioaktiv yemirilish saqlanish qonunlarining bajarilishligi bilan ro'y beradi.

Radioaktiv yemirilish statistik xususiyatga ega bo'lgan jarayondir. Yemirilayotgan yadrolardan qaysi birini qachon yemirilishini aytolmaymiz. Lekin vaqt birligi ichida nechitasi yemirilishligini aniqlash mumkin. Shuning uchun radioaktivlikni yemirilish ehtimoliyatiga ko'ra o'rganish mumkin.

Radioaktiv yadrolar qarimaydi, yoshga ega emas, yemirilish intensivligi vaqt birligida yemirilgan yadrolar soniga bog'liq.

Vaqt birligida yemirilayotgan (dN) radioaktiv yadrolarning soni shu radioaktiv yadrolarning umumiy soni N ga proporsional. Masalan, dt vaqt oralig'ida dN ga kamayayotgan bo'lsa,

$$-dN = \lambda N dt \quad (5)$$

bo'ladi. Bu yerda λ – radioaktiv yemirilish doimiysi, o'lchami $[s^{-1}]$ Vaqt birligida yemirilishlar soni, nisbiy kamayish tezligini ifodalaydi. – manfiy ishora vaqt o'tishi bilan radioaktiv yadrolar sonining kamayishini ko'rsatadi.

(4.1) tenglamani yechish uchun quyidagicha yozamiz:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad \text{integrallasak}$$

$$\int \frac{dN}{N} = -\lambda \int dt; \quad \ln N = -\lambda t + \ln C$$

$$t=t_0 \quad \text{bo'lganda} \quad N=N_0; \quad \ln N = \ln C = \ln N_0 \quad N=N_0=C$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t; \quad N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (6)$$

(4.2) formula radioaktiv yemirilish qonuni deyiladi.

Bu qonunga ko'ra radioaktiv yadro vaqt o'tishi bilan eksponensial ravishda kamayib boradi. Formula istalgan vaqt momentida yemirilish ehtimoliyatini aniqlashi mumkin. Lekin (6) formula radioaktiv yadrolarning yemirilish intensivliklarini bevosita taqqoslab bo'lmaydi, aniq fizik ma'noga ega emas. Shu maqsadda yarim yemirilish tushunchasi kiritiladi. Yarim yemirilish davri shunday vaqt, bu davr ichida dastlabki radioaktiv yadro ikki marta kamayadi.

U holda (6) ifodani yoza olamiz:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}; \quad \frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}}; \quad \ln 2 = \lambda T_{1/2} \quad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} \quad (7)$$

(7) ifoda yarim yemirilish davri bilan yemirilish doimiysi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Radioaktivlik yana o'rtacha yashash vaqti deb ataluvchi τ - kattalik bilan ham xarakterlanadi. Biror t vaqt momentida yemirilmay qolgan yadrolarning yashash vaqti t dan katta bo'ladi. Shu vaqt momentiga qadar yemirilgan yadrolar esa t dan kichik yoki unga teng yashash vaqtiga ega. Bunday yadrolar soni

$$dN(t) = \lambda N(t) dt = \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt$$

O'rtacha yashash vaqti

$$\begin{aligned}\tau = t &= \frac{\int_0^{\infty} t dN(t)}{\int_0^{\infty} t dN(t)} = \frac{\int_0^{\infty} \lambda N_0 t e^{-\lambda t} dt}{\int_0^{\infty} \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt} = \frac{\lambda N_0 \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} dt}{\lambda N_0 \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt} = \frac{-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} t + \frac{1}{\lambda} \int e^{-\lambda t} dt}{-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} t} = \\ &= \frac{\frac{1}{\lambda} \int e^{-\lambda t} dt}{\frac{1}{\lambda}} = -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} = \frac{1}{\lambda}; \tau = 1/\lambda\end{aligned}$$

τ -ning qiymatini qo'ysak

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-1} = N_0/e$$

Demak, o'rtacha yashash vaqti radioaktiv yadrolarning e-marta kamayish vaqti ekan.

Shunday qilib, radioaktivlikni yemirilish doimiysi, yarim yemirilish davri va o'rtacha yashash vaqti bilan xarakterlanishi mumkin ekan. Bu kattaliklar o'zaro quyidagicha munosabatda:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} = 0,693\tau \quad (8)$$

Yuqori energiyali har xil nurlanishlar manbai yadro yemirilishlari, reaksiyalari zaryadli zarralar tezlatgichlari hamda kosmik nurlar hisoblanadi. Bu nurlanishlarning zaryadli yoki zaryadsiz, energiyalarining katta-kichik bo'lishiga qarab ta'sirlashayotgan muhit atomlari bilan turlicha ta'sirlashadilar. Shuning uchun yadro nurlanishlarining moddalar bilan ta'sirlashuvini o'rganish, ta'sirlashuvdagi muhitning xususiyatlarini va nurlanishlar xususiyatlarini aniqlash imkoniyatini beradi. Ta'sirlashuvga ko'ra muhit ichki tuzilishi, mustahkamligi, tarkibi, biologik xususiyatlarining o'zgarishi, bundan tashqari, nurlanishlardan himoyalanih va nurlanishlarni qayd qilishlik imkoniyatini beradi. Yadroviy nurlanishlarning moddalar bilan ta'sirlashuv qonunlarini o'rganish yadro fizikasining amaliy maqsadlarda qo'llanish asosini yaratadi.

Yadro nurlanish zarralari muhit atomlari bilan kuchsiz, elektromagnit va kuchli-yadroviy o'zaro ta'sir kuchlari bilan bevosita ta'sirlashadilar.

Zaryadli og'ir zarralar va gamma fotonlar muhitdan o'tishda ta'sirlashuvni asosan elektromagnit ta'sirlashuv bilan amalga oshiradi, kuchli yadroviy ta'sirlashuvda qatnashmaydi, chunki qisqa masofada ta'sirlashadi, bundan tashqari, yadroda elektronlar Z-qadar ko'pdir.

Yadro nurlanishlar energiyasi (0,01-0,1 MeV dan GeV gacha) atomlarda elektronlar ionizatsiya energiyasidan ($I=13,5Z$ eV) juda katta bo'lgani uchun elektronning atom qobigida bog'lanish energiyasini e'tiborga olmasdan elektronni erkin deb qarash mumkin.

Zarralar muhit bilan turlicha ta'sirlashadilar. Zarralarning muhit bilan ta'sirlashuv mexanizmini zaryadli yengil (elektron, pozitron), og'ir (elektron, pozitronidan boshqa) zarralar va gamma kvantlarga ajratish mumkin.

Zaryadli zarralar muhitdan o'tishda atom elektronlari va yadro elektromagnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlashuvda energiyasi atomni uyg'otish yoki ionizatsiyalashga sarflaydi, yengil zaryadli zarralar esa bu maydonda tormozlanishi natijasida o'z energiyasining bir qismini yo'qotishi mumkin.

Gamma nurlar o'z energiyalarini asosan fotoeffekt, kompton effekt, elektron-pozitron juftini hosil qilish jarayonlariga sarflaydi.

Agar gamma foton energiyasi juda katta $E_\gamma > 10$ MeV bo'lganda fotoyadro reaksiyalarini hosil qilishligi mumkin.

Moddalarga ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirini yadro fizikasining dozimetriya bo'limi o'rganadi. Dozimetriya jismlarning ichki va tashqi olgan nurlanishini miqdor va sifat jihatdan aniqlaydi. Nurlanish dozasi bu nurlangan modda birlik massasining nurlanish vaqtida yutgan energiyasi miqdoriga teng bo'lib, u moddaning atomlari va molekulalarini ionlashtirishga sarflanadi.

Xalqaro o'lchov birliklar sistemasida nurlanishning yutilgan dozasi Grey(Gr) birlikda o'lchanadi. $1Gr$ bu $1kg$ moddada $1J$ ionlashtiruvchi nurlanish energiyasi yutilganiga teng bo'lib, $1Gr = \frac{1J}{1kg}$. Nurlanishning yutilgan dozasini amalda aniqlash qiyin bo'lganligi uchun, odatda nurlanishning ekspozitsion dozasi tushunchasidan keng foydalaniladi. Bunda yutilgan doza nurlanishni havoni ionlashtirish ta'siriga qarab aniqlanadi. Rentgen va gamma nurlanishlarning ekspozitsion dozasi deb, quruq havoda shu nurlanishlar ta'sirida hosil bo'lgan bir xil ishorali ionlar elektr zaryadlarining, shu nurlanishni yutgan quruq havo massasiga nisbatiga aytiladi va Kl/kg birlikda o'lchanadi. Bundan tashqari rentgen deb nomlanuvchi ekspozitsion doza birligi ham qo'llanilib, u $1R = 187,7$ erg/g ya'ni 1 gr quruq havoda 1 SGSE zaryad birligiga teng miqdorda ionlar zaryadini hosil qiliuvchi nurlanish energiyasiga teng bo'lgan kattalikdir. Yutilgan doza quvvati SI sistemasida Gr/s birlikda o'lchanadi.

Ionlashtiruvchi nurlanish dozasi dozimetrlarda oʻlchanadi. Dozimetr lar ionlashtiruvchi nurlanish bilan moddaning oʻzaro taʼsiri natijasida hosil boʻladigan fizikaviy va kimyoviy jarayonlarni aniqlashga asoslangan boʻlib ularni turlari va vazifasiga qarab: shaxsiy, tibbiy, radiobiologik, radiatsion, texnik, reaktor ichki qismi uchun tayyorlangan dozimetrlarga boʻlinadi. DRGZ02 va DRGZ-03 dozimetrlari bilan asosan laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlarida rentgen hamda gamma nurlanish miqdori, quvvati, neytronlar oqimi zichligi, tez neytronlar shuningdek, radioaktiv ifloslanish oʻlchanadi. Har ikki dozimetr ham dedektor va oʻlchash bloki asosiy qism boʻlib, doimiy tok kuchaytirgich, isteʼmol tok manbai va oʻlchov asbobidan tashkil topgan. Ish sharoitida dozimetrlarni etalon nurlanish manbalari bilan doimo tekshirib turish kerak.

Kiyimlar, qoʻllar, predmet yuzalarining radioaktiv moddalar bilan ifloslanganligini oʻlchash va gamma nurlanish va neytronlar oqimining intensivligini aniqlash uchun universal radiometr RUP – 1 xizmat qiladi. Alfa va betta aktiv moddalar bilan yuzalarning ifloslanganligini 1 sm^2 ga bir minutda parchalangan soni boʻyicha, gamma nurlanish dozasi quvvatini – millirentgenlarda, neytron nurlanishning intensivligini – 1 sekundda 1 sm^2 maydondagi zarrachalar soni bilan ifodalanadi.

Atrof muhitda maʼlum bir miqdor radiatsiya foni mavjud boʻlib, ular kosmik nurlanish, qurilish materiallarining va tuproqning nurlanishi kabilar tufayli mavjud boʻladi. Atmosferadagi ushbu fonni aniqlash uchun maishiy dozimetrlardan foydalaniladi.

Nazorat savollari:

1. Radioaktivlik hodisasi deb qagnday hodisaga aytiladi?
2. Yadroning solishtirma bogʻlanish energiyasi deb nimaga aytiladiya?
3. Radioktiv nurlanish tabiati qanday?
4. α, β, γ –nurlarining tabiati qanday?
5. Elementar zaralarni kuzatish va qayd qilishni qanday asboblardan foydalaniladi?
6. Radioaktiv yemirilishining α, β siljish qoidalarini tushuntiring?
7. Radioaktiv elementning yarim yemirilish davri va oʻrtacha yashash davri qanday?
8. Radioaktiv nurlanishlirning qanday bialogik taʼsiri bor?
9. Dozimetriya nimani bildiradi?
10. Radioaktiv nurlanishlardan qanday maqsadlarda foydalanish mumkin?
11. Ularning foydali va zararli tomonlariga misol keltiring?

Adabiyotlar

1. Paul A. Tipler Gene Moska: Physiks For Scientists and Engineerers. W.H Freeman and Company. Nyw York. 2008 y. 1362-1370 pp.

16-Mavzu: Agrometeorologiya predmeti, tadqiqot uslublari.

Atmosfera bosimi.

Reja:

1.Agrometeorologiya predmeti.

2. Agrometeorologiyaning tadqiqot uslublari.

3.Agrometeorologiyaning asosiy vazifalari

4.Atmosfera bosimi.

Adabiyotlar [1],[2], [3] ,[4], [5]

Qishloq xo'jaligi uchun ahamiyatga ega bo'lgan meteorologik, iqlim, gidrologik va tuproq sharoitlarining qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish ob'ektlari va jarayonlari bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan fan qishloq xo'jaligi meteorologiyasi deb ataladi. Hozirgi zamon qishloq xo'jaligi meteorologiyasi agrometeorologiya, agroiklimshunoslik, agrogidrologiya va zoometeorologiya kabi sohalar bilan uzviy bog'liq. Agrometeorologiyani qishloq xo'jaligi meteorologiyasining asosiy, etakchi bo'limi deb aytish mumkin. [5] Agrometeorologiya qishloq xo'jaligi meteorologiyasining meteorologik sharoitlarni, qishloq xo'jalik o'simliklarining o'sish, rivojlanish va hosilining shakllanish jarayonlari va agrotexnik tadbirlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan soha-sidir. Agrometeorologiya qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyatga ega bo'lgan meteorologik, iqlim, gidrologik va tuproq sharoitlarini qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi ob'ektlari va jarayonlari bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan fandır. Agrometeorologiyaga berilgan bu ta'rifning mazmuni qishloq xo'jaligi meteorologiyasiga berilgan ta'rif bilan deyarli mos tushadi. Bu esa qishloq xo'jaligi meteorologiyasidagi ishlarning asosiy ko'lami agrometeorologiyaga to'g'ri kelishini ko'rsatadi. Agrometeorologiyaning o'rganish ob'ektlariga ob-havo, iqlim, tuproqning suv va issiqlik rejimi, fizik va fizik-mexanik xossalari qishloq xo'jalik ekinlari, yaylov o'simliklari va qishloq xo'jalik hayvonlari hamda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi jarayonlari kiradi. Agrometeorologiyada barcha ob'ekt-larni organizmning atrof-muhit bilan o'zaro ta'siri nuqtai nazaridan o'rganiladi. Agrometeorologiya bir tomondan meteorologik kattaliklarning o'zgarishini o'rgansa, ikkinchi tomondan meteorologik kattaliklar ta'sirida madaniy va cho'l-yaylov o'simliklarining o'sishi va rivojlanishini bir vaqtda (paralel) kuzatib boradi va bu kuzatishlar asosida ob-havo va iqlim sharoitlarining o'simlikka ta'sirini aniqlaydi. [3] Bu fan XIX asrning oxiridan boshlab meteorologiya fanining qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga qo'llanishini o'rgana-digan bo'limi sifatida rivojlana boshlagan. Meteorologiya – Er atmosferasi, uning tuzilishi va xossalari, atmosferada ro'y beradigan turli hodisalarni o'rganadigan fandır. Meteorologiya fanining asosiy vazifasi atmosferada ro'y beradigan hodisalarni fizika fani nuqtai nazaridan tushuntirishdir. Meteorologiya atmosferada ro'y beradigan jarayonlar va hodisalarni quruqlik va Dunyo okeani sirti bilan

o‘zaro ta’sirda o‘rganadi. Meteorologiya so‘zining o‘zi qadimgi grek tilida «mete-or» – osmon hodisasi, «logos» o‘rganish, bilish degan ma’noni bildiradi. SHunday qilib, meteorologiya osmon hodi-salarini o‘rganadigan fandir. Meteorologiyaning asosiy vazifasi atmosfera jarayonlarini o‘rganish bilan cheklanmasdan, balki ularga faol ta’sir etish – ob-havoning noqulay hodisa-lari zararini yo‘qotish yoki rish masalalari bilan ham shug‘ullanadi. Masalan, do‘l yog‘adigan bulutlarga ta’sir etib yirik do‘l yog‘ishiga yo‘l qo‘ymaslik va shu bilan ekinlarni do‘l urishidan lab qolish usullarini ishlab chiqadi. Meteorologiya fani havo tarkibi, zichligi, harorati va namligi, nuriy energiya va uning aylanishlari, bulutlar, yog‘inlar, atmosferada havo massalarining vujudga kelishi va harakati, dovullar, qora sovuq (sovuq urish) lar, qurg‘oqchilik, atmosfera holatini tavsiflaydigan boshqa juda ko‘p kattaliklar va hodi-salarni quruqlik hamda Dunyo okeani sirti bilan o‘zaro ta’sirda o‘rganadi. Atmosfera holatining keskin o‘zgarishiga sabab bo‘ladigan biror fizik jarayonga atmosfera hodisasi deb yuritiladi. Biror joyda aniq vaqt paytidagi yoki vaqt oralig‘idagi meteorologik kattaliklar va hodisalarning majmuasi bilan tavsiflanadigan atmosfera holati ob-havo deyiladi. Meteorologiyani ba’zan ob-havo to‘g‘risidagi fan deb ham ataladi. Sodda qilib aytilgan bu ta’rif fanning hozirgi kundagi mazmunini to‘g‘ri ko‘rsatadi deb ayta olamiz. Havo holati va ba’zi atmosfera hodisalarining turlicha tavsiflariga meteorologik kattaliklar deyiladi. Meteorologik kattaliklar tushunchasini atmosfera holati-ni miqdor jihatdan tavsiflash uchun kiritiladi. Havo harorati va namligi, atmosfera bosimi, shamol tezligi va yo‘nalishi, bulut miqdori, yog‘ingarchilik, ko‘rinuvchanlik uzoqligi asosiy meteorologik kattaliklar hisoblanadi. Bu har bir kattaliklarning qiymati u yoki bu o‘lchov birligida ifoda qilinadi. Masalan, atmosfera bosimini asosan gPa (gektopaskal) birlikda ifodalansada, ko‘pincha uning mm simob ustuni birligining qo‘llanilishini ham uchratamiz. Quyosh radiatsiyasi, Er va atmosfera nurlanishi, quyosh shafag‘i (yog‘dusi) ning davomiyligi kabi nuriy energiyaning ba’zi tavsiflarini ham meteorologik liklarga qo‘shish mumkin. Meteorologik hodisalarga-tuman, yaxmalak, qor bo‘ronlari, chang va qum bo‘ronlari, momaqaldiroq, quyun, shudring, qirov va qalar kiradi. Ularni sifat jihatdan yoki meteorologik kata-liklar yordamida ifodalash mumkin. Masalan, «quyuq» tuman tushdi yoki 10-15 m masofani ko‘rish mumkin bo‘lgan tuman tushdi va h.k. Meteorologik kattaliklar va hodisalar o‘zaro bog‘liq, ulardan birining o‘zgarishi boshqalarining o‘zgarishini yuzaga keltiradi. Masalan, atmosferadagi jarayonlarning rivojlanishida bulutlik o‘zgarsa, uning o‘zgarishi o‘z navbatida havo harorati, namligi, yog‘inlar, shamollarning o‘zgarishiga olib keladi. Natijada, ob-havo ham o‘zgaradi. SHuning uchun ham ob-havo tez o‘zgaruvchan va turlicha bo‘ladi.

Meteorologik larning biror vaqt oralig'i uchun qiymatlari meteorologik sharoitlar (ob-havo sharoitlari) deb yuritiladi. Ob-havo tushunchasi bilan iqlim tushunchasi chambarchas bog'langan. Har birimiz «ob-havo rejimi» degan so'zlarni ko'p eshitganmiz, uning mazmunini yaxshi tushunish uchun dastavval «rejim (yoki tartibot)» so'zining ma'nosini qaraylik. [1],[2] Odatda, jarayon va hodisalarning vaqt o'tishi bilan qonuniy ravishda almashib turishiga rejim deb yuritiladi. Ob-havo rejimi esa atmosferada ro'y beradigan tabiiy hodisalarning yil davomida qonuniy ravishda almashinib oldinma-keyin kelishini bildiradi. Masalan, O'zbekistonda yozda ob-havo juda isib ketadi, qishda esa sovuq bo'lib turadi, so'ngra ob-havo bahorda yana isiy boshlaydi. Bunday almashinuv har yili takrorlanib turadi. Bunday tartib bilan ob-havoning oldinma-keyin almashuvida har qaysi faslda katta chetlashishlar ro'y bermaydi. Masalan, Toshkentda qishda yanvar oyida $+35^{\circ}\text{S}$, $+40^{\circ}\text{S}$ issiq bo'lmagan yoki yozda iyul oyida sovuq tushib qor yog'magan.



SHunday qilib, atmosferada ro'y beradigan hodisalar va jarayonlarning bir-biriga yaqin tarzda takrorlanib turishi ob-havo rejimi deyiladi.

Biror joyning geografik joylashuv o'ri bilan yuzaga kelgan ko'p yillik ob-havo rejimiga iqlim deyiladi, yoki ma'lum bir joyga xos bo'lgan ko'p yillik ob-havo rejimiga iqlim deyiladi.

Meteorologik kattaliklar va jarayonlar o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga, hayvonlarning holati va mahsuldorligiga oz yoki ko'p darajada ta'sir qiladi, shuning uchun ularni agrometeorologiya fanida ham o'rganiladi. Bunda meteorologik kattaliklar va hodisalarning ta'sirini, tuproqning suv va issiqlik rejimi bilan birgalikda tahlil qilina-di. Tuproqning suv rejimini esa gidrologik kattaliklar tavsiflaydi.

Ob-havo va iqlimning qishloq xo'jaligi ob'ektlariga ta'sirini tavsiflash uchun agrometeorologik va agroiklim sharoitlar tushunchalaridan foydalaniladi.

Qishloq xo'jalik o'simliklari va hayvonlari holati va mahsuldorligini aniqlaydigan meteorologik va gidrologik kattaliklar majmuasini agrometeorologik omillar, ularning biror vaqt davomidagi qiymatlarini agrometeorologik sharoitlar, olingan joydagi agrometeorologik sharoitlarning ko'p yillik rejimiga agroiklimiy

sharoitlar deb yuritiladi.

Agrometeorologiya fani, shuningdek meteorologiyaning atmosferada ro'y beradigan hodisalarning fizik qonuniyatlarini o'rganadigan va ob-havoni oldindan aytish usullarini ishlab chiqish bilan shug'ullanadigan bo'limi – sinoptik meteorologiya, iqlim hosil qiluvchi omillarni, turli hududlarning iqlim resurslarini va iqlim o'zgarishini o'rganadigan bo'limi – iqlimshunoslik fanlari bilan ham uzviy bog'langan.

Agrometeorologiyada ham boshqa tabiiy fanlar, jumladan fizika fanidagi kabi tadqiqotlarning uchta: kuzatish, tajriba va nazariy tahlil qilish kabi umumiy usullaridan foydalaniladi:

1. Kuzatish usuli. Bu usulda Er sharining turli joylaridagi meteorologik observatoriyalar, meteorologik stansiyalar va postlar, turli maqsadlarda uyushtirilgan ekspeditsiyalardagi asboblardan yordamida aniq dasturlarga amal qilib kuzatish ishlari olib boriladi va kuzatish natijalari tahlil qilinadi.

2. Tajriba usuli. Bu usulning mohiyati shundaki, unda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyatga ega bo'lgan jarayon (yoki hodisa) ni sun'iy ravishda amalga oshirish uchun tajribalar o'tkaziladi. Hozirgi vaqtda bu usul juda kam rivojlanganligini ta'kidlab o'tamiz.

3. Nazariy tahlil qilish usuli. Bu usul agrometeorologik jarayon (hodisa) larning nazariy ravishda aniqlangan umumiy qonuniyatlarini fizika, biologiya, o'simliklar fiziologiyasi, termodinamika va boshqa fanlar qonunlaridan foydalanib, matematikani jalb qilgan holda miqdoriy shaklda ifodalashga asoslangan.

YUqorida biz tadqiqotlarning umumiy usullarini ko'rsatib o'tdik. Agrometeorologiyada bu usullarga asoslanib ishlab chiqilgan quyidagi xususiy tadqiqot usullari ham keng rivojlangan:

1. Meteorologik hodisalar va o'simliklarni parallel ravishda kuzatishlar olib borish usuli.

Agrometeorologiyada tadqiqotlarning eng asosiysi bo'lgan bu usulda o'simliklarning holati, o'sishi, rivojlanishi va meteorologik sharoitlarni ayni bir vaqtda parallel ravishda kuzatib boriladi. Bu usul yordamida dala kuzatishlari davrida olingan materiallarga asoslanib, kuzatishlar o'tkazilayotgan joydagi ob-havo sharoitlari bilan o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va hosilining shakllanishi orasida sifat va miqdoriy bog'lanishlar o'rnatiladi, o'simliklarning asosiy hayot omillari - yorug'lik, issiqlik, namlik va oziq moddalar miqdorlariga talabi, turli xil o'simliklar uchun bu omillarning eng oz va ko'p miqdorlari, qora sovuq (sovuq urish), qurg'oqchilik va boshqa hodisalarning o'simlikka ta'siri aniqlanadi. Shuningdek, kuzatish materiallari asosida turli xil o'simliklarda rivojlanish fazalarining boshlanishi uchun kerak bo'lgan havoning samarali haroratlari yig'indisi hisoblanadi.

2. Ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli. O'simliklarning turlicha ob-havo sharoitlarida o'sishi va rivojlanish qonuniyatlarini aniqlash uchun ko'p yillik agrometeorologik kuzatishlar olib borish kerak. Tadqiqotlar o'tkazish muddatini tezlashtirish uchun ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli qo'llaniladi. Bu usulda ekinlarni daladagi o'zaro teng maydonlarga har xil muddatlarda ekiladi, ularning o'sish va rivojlanishi hamda olingan joyning ob-havo sharoitlariga doir parallel kuzatishlar olib boriladi. Bu usul qo'llanganda o'rganilayotgan ekin navini bahordan boshlab vegetatsiya davrining oxirigacha har 5-10 kun o'tgandan keyin ekib boriladi. Bunda turli muddatlarda ekilgan ekinlarning rivojlanishi har xil meteorologik sharoitlarda o'tadi. Masalan, erta bahor paytida ekilgan urug'lardan unib chiqqan o'simliklar-ning dastlabki rivojlanish fazalari tuproq va havo harorati-ning pastroq bo'lgan davrida o'tsa, yozda ekilgan ekinlarning dastlabki rivojlanish fazalari issiq va quruq ob-havo sharoitida o'tadi. Ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish bo'yicha tajribalar natijasida olingan joyda hattoki bir yilning o'zidayoq u yoki bu meteorologik sharoitning o'simlikka qanday ta'sir ko'rsatishi haqida ma'lumotlar olish mumkin.

3. Ekinlarni turli geografik o'rinli joylarga ekish usuli. Bu usulda tekshirilayotgan o'simlik navi urug'larini turli qit'alardagi mamlakatlarda yoki biror mamlakatning turli geografik joylari (har xil tuproq va iqlim sharoitlari) da bir vaqtda ekiladi. Bu usulda ham oldinma-keyingi ekish usuldagi vazifalarni hal qilinadi, chunki har xil tuproq-iqlim sharoitiga ekilgan navlar turlicha namlik, harorat, kun uzunligida o'sadi va rivojlanadi. Bu usul tanlangan joylarga aynan bir xil navlarni bir vaqtda ekish, bir xil agrotexnik tadbirlarni qo'llash va bir xil dasturdagi agrometeorologik kuzatishlar o'tkazishni talab qiladi.

O'z-o'zidan ayonki, turlicha tuproq-iqlim sharoitidagi farqlar tekshirilayotgan o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga har xil ta'sir qiladi. Bu usul nisbatan kam qo'llaniladi, chunki bir mamlakatning turlicha tuproq-iqlim sharoitlarida yoki turli mamlakatlarda olingan ekinni bir vaqtda ekish tashkiliy jihatdan juda qiyin.

4. Dala-tajriba usuli. Bu usulda dala tajribalarida maxsus qurilmalar va tadbirlar yordamida o'simliklarni parvarish qilishning agrometeorologik sharoitlarini sun'iy ravishda o'zgartiladi (tajriba dasturiga muvofiq tuproq harorati va namligi, yoritilganlik jadalligi va davomiyligi va boshqalar boshqariladi).

5. Fitotron usuli. Fitotron sun'iy iqlim hosil qiladigan qurilma bo'lib, o'simliklar uning ichida sun'iy iqlim sharoitida parvarish qilinadi. [4]

Ularda o'simliklarni yorug'lik, issiqlik, namlik, gaz tarkibi va oziq moddalarning har xil qiymatlarida parvarish qilinadi va turlicha agrometeorologik sharoitlarning o'simlik o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga ta'siri o'rganiladi.



6. Masofadan turib o'lchash usuli. Bu usulda vertolyotlar, lyotlar va Er sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan asboblarning yordamida katta maydonlardagi ekinlarning holati, harorat rejimi, namligi va boshqalar o'rganiladi.

7. Matematik modellash usuli. Keyingi yillarda agrometeorologiyada bu usul tez rivojlanmoqda va u agrometeorologik sharoitlarning o'simlik o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligiga ta'sirini matematik qonun va qoidalar yordamida matematik modelini tuziladi va echiladi.

8. Matematik statistika usuli. Bu usulda o'simliklar o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligining shakllanishiga ob-havo sharoitlarining ta'sirini aniqlash uchun juda ko'p kuzatishlar o'tkaziladi. So'ngra bunday kuzatishlar natijalarini ishlab chiqish asosida o'simliklar o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligining ob-havo sharoitlariga bog'liqligi xususiyati o'rganiladi. YUqorida bayon qilingan agrometeorologik tadqiqot usullarining birinchisi hozirgi vaqtda Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi (MDH) dagi gidrometeorologiya va tabiiy muhitni muhofaza qilish boshqarmalariga qarashli 2300 dan ortiq meteorologik stansiyalardagi kuzatishlar dasturiga asos qilib olingan. O'zbekistonda agrometeorologiya fani rivojlanishining qisqacha tarixi Qadimiy tarixiy manbalarda agrometeorologiya fani kurtaklarining rivojlanishi Hammaga ma'lumki, biz ernaing qishloq xo'jalik ekinlari va chorvachilik mahsulotlari bilan oziqlanamiz, kiyinamiz. Tabiiyki, qishloq xo'jaligi mahsulotlari asosan ochiq erlarda yaratiladi. Er yuzida insonlarning yashashi uchun tabiiy geografik qulay sharoitlar yaratilgan joy ikki daryo - Sirdaryo va Amudaryo oralig'ida joylashgan hudud bo'lgan. Tog' oralaridagi vodiylarda, qiyaliklardagi yashil bog'oralar, er osti suv boyliklari, yaylovlar, tabiati insonning yashashi uchun tabiiy sharoit yaratilganligi natijasida bu hududda dehqonchilik, chorvachilik va mayda hunarmandchilik rivojlangan. Tog'lar oralig'idagi vodiylarning sersuvligi, ya'ni qiyaliklar, bog'lar, er osti boyliklari, tabiiy yaylovlar insonlarning yashashiga tabiiy sharoitlar mavjudligi chorvachilik, dehqonchilik, mayda hunarmandchilik rivojlanganligi fanda isbotlangan. Bu hududda eramizdan oldin davlat shakllangan-

ligi va fan taraqqiyot etganligini isbotlovchi dalillar etarlidir. Har xil tarixiy davrlarda bu erlar Baqtriya, Movarounnahr, Turkiston, O'rta Osiyo va hozirda Markaziy Osiyo deb atalayotgan bu hudud Evrosiyo qit'asining ichkarisidagi Kaspiy, Orol dengizlarining o'rtasida joylashgan, Atlantika va Tinch okeanlaridan 4500 km uzoqlikda bo'lib, u qurg'oqchil iqlimga ega. Ammo Markaziy Osiyo mintaqasi tarqoq dehqon xo'jaligi shakllanganligi bilan farqlanib, XX asrgacha agrometeorologiya taraqqiyo-ti mustaqil fan sifatida juda sekin rivojlangan. Turli tarixiy-ilmiy hujjatlar asosida O'rta Osiyoning qadimiy olimlari tahlillari natijasida qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining ob-havo va iqlimga mosligini, havo, suv, tuproq muqad-dasligini isbotlanishi qadimgi zamonda agrometeorologiya fanining kurtaklari paydo bo'lishiga imkoniyat yaratdi. Biz buni e'tibordan chiqarib yubormasligimiz kerak. Masalan, 2700 yil oldin chop etilgan «Avesto» kitobida agrometeorologik elementlar: havo, suv, tuproq tabiatning ajralmas qismi va ilohiy sanalar edi. Kimki suvni, havoni, tuproqni ifloslantirsa, o'sha davrdagi qabul qilingan qonun bo'yicha jazolangan. «Avesto» kitobi hozirgi paytda boy tarixiy-diniy ma'naviyatga ega xalqimizning katta ahamiyatli kitobi hisoblanadi.

Bu kitob hozir ham yosh avlodni tarbiyalashda ularning o'z ona erini sevib asrashga undaydi, Orol muammosi paydo bo'lgan ho-zirgi vaqtda xalqni tabiatga alohida e'tibor berishga chorlaydi. Qadimiy tarixdan ma'lumki, kundalik hayotda insonlar faoliyati sonlar va o'lchashlarga juda bog'liq bo'lgan. Ko'p sonlilar va o'lchashlar natijasini aniq bir qolipga solish kerakligini tushunib etganlar, chunki inson aqli juda ko'p o'lchashlarni, sonlarni miyasida saqlamaydi. Hozirgi vaqtda agrometeorologik masalalarni echishda matematik va elektron hisoblash mashinalaridan keng ko'lamda foydalaniladi. Matematikani qo'llashdan har xil hisob-kitoblar echimini topishda Shaxsiy elektron hisoblash mashinalari (SHEHM) uchun maxsus dastur - hisoblash algoritmini tayyorlashga to'g'ri keladi. «Algoritm» lotincha so'z bo'lib, u buyuk matematik, geograf Muso al-Xorazmiy ismidan olingan. Al-Xorazmiy birinchi bo'lib Erning quruq qismini obodonlashtirilgan hududga bo'lishda o'sha davrdagi iqlim nazariyasidan to'g'ri foydalangan va uning yozgan asari hozir ham dastlabki ilmiy asarlar qatorida hisoblanadi. Ahmad al-Farg'oniy Farg'ona vodiysining Quva qishlog'ida tug'ilgan, taxminan 797 dan 865 yilgacha yashagan. Xalifa al-Mutavakkil qaroriga binoan 861 yilda Fustot (Misr) shahriga kelgan. Kelishdan maqsad Nil daryosining suvini o'lchash asbobi-nilomerni tuzatish bo'lgan va yangi nilomer yaratish uchun Nil daryosining suvini o'lchash bilan shug'ullangan. Nil daryosining sersuvlik sathini aniqlab ekinlardan qancha hosil olish mumkinligini bashoratlagan va shunga qarab aholidan qancha miqdorda soliq olishga oid tavsiyalar bergan.

Mirzo Ulug'bek (Muhammad Tarag'ay, 1394-1449 y) buyuk o'zbek astro-

nomi va matematigi Samarqandga koʻzga koʻringan olimlarni taklif qilib ular yordamida observatoriya qurgan. Bu Ulugʻ-bek davrida ham, undan ancha keyin ham beqiyos ahamiyatga ega. Ulugʻbek va uning shogirdlari astronomiyaga oid juda muhim ilmiy ishlarni bajardilar. Jumladan, ular turli joylarning geografik kengligi va uzunligini, quyoshning chiqishi va botishi aniq vaqtlarini koʻrsatib berdilar. Bu esa agrometeorologiyaning muhim omili boʻlgan quyosh yogʻdusining davomiyligini hisoblab chiqish imkoniyatini yaratadi.

Zahiriddin Muhammad Bobur (1483-1550 y) Hindistonda uch asr hukmronlik qilgan Boburiylar sulolasining asoschisidir. Uning «Boburnoma» kitobida Oʻrta Osiyoning iqlimiy sharoiti, qishloq xoʻjaligi bayoni keltirilgan. Bu kitobda juda koʻp sarlavhada tevarak atrofdagi tabiatni: daryolar, togʻlar, oʻsimliklar va yaylovlarga ajratilgan. Oʻsimliklarning hosildorligi, har xil iqlimiy sharoitga mosligi haqida yozilgan. Oʻrta Osiyoning qishloq xoʻjalik ekinlari hosildorligi, uning iqlimi,

tabiati XI-XII asrlarda Oʻrta Osiyo olimlari Beruniy, Al Umariy, Mahmud Qoshgʻariy, Muhammad Ibn Najib Bekon kitoblarida ham qayd qilingan. Ayniqsa bundan 500-550 yil ilgari yozilgan qoʻlyozma «Ziratnoma»

- «Dehqonchilik ilmi» kitobi alohida tarixiy ahamiyatga ega. Bu kitobda XV-XVI



asrlarda Markaziy Osiyo sharoitida dehqonchilik bilan shugʻullanish-da koʻp yillik ekinlarni ekish muddati, agrotexnik tadbirlar, hosilni yigʻib olish davri kabi maʼlumotlar jamlangan. Bundan tashqari oʻsimliklarni qora sovuqlardan saqlab qolish ha-qida ham yozilgan. Qish mavsumida oʻsimliklarni sovuqdan asrash va ularni ustini yopish, masalan anjirni qish mavsumida - 6°S haroratda sovuq urishi mumkinligi yozilgan, lekin achinarlisi shuki, qanday qilib harorat oʻlchanganligi va qanday qilib muhim agrometeorologik koʻrsatkich oʻrnatilganligi haqida yozilmagan. Har xil zararkunandalar bilan kurashish haqida ham keng maʼlumot berilgan. Oʻzbekiston Fanlar Akademiyasining SHarqshunoslik instituti fondida bu kitobningasl nusxasi № 565 raqami bilan saqlanadi.

Oʻzbekiston Mustaqillikka ega boʻlgandan keyin tarixiy hujjatlar, ilmiy kitoblarimizni topish va ularni koʻpchilik chet el kutubxonalaridan qaytarib olib kelish ishlari olib borilmoqda. YAqin kelajakda agrometeorologiyaga oid tarixiy il-

miy ishlar topilishi shubhasizdir.

Atmosfera bosimi.

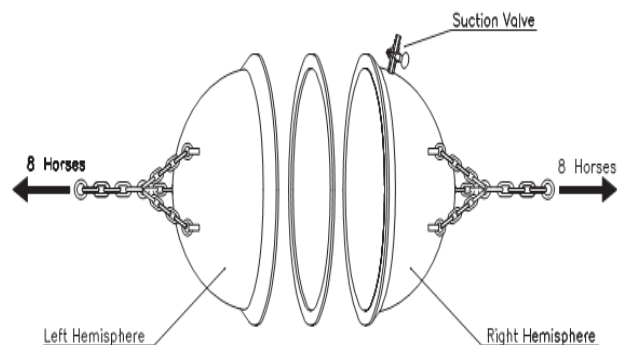
Atmosfera bosimining birliklari

Har qanday gaz oʻzini chegaralovchi idish devori yuziga biror miqdordagi bosim kuchlari bilan uriladi, yaʼni gaz molekulalarining idish devoriga urilish kuchi natijasida gaz bosimi vujudga keladi. Devordagi yuza birligiga nisbatan hisoblangan molekulalar urilish kuchlarining oʻrtacha qiymati gaz bosimiga teng boʻladi.

Atmosfera tarkibiga kirgan gazlar ogʻirlik kuchining taʼsirida er yuziga va undagi jismlarga muayyan miqdordagi bosim kuchini vujudga keltiradi.

Atmosfera bosimi – bu er sirtidan atmosferaning eng yuqori qatlami ustki chegarasigacha choʻzilgan havo ustunining er sirtidagi birlik yuzaga taʼsir etuvchi kuchiga teng. Bundan koʻri-nadiki, er sirtidan yuqoriga koʻtarilgan sari, olingan qatlama undan yuqoridagi qatlamlarning bosimi kamaya boradi, boshqacha aytganda atmosfera bosimi tik yoʻnalishda (yoki balandlik boʻylab) kamaya boradi.

Atmosfera bosimi asosiy meteorologik kattaliklardan biri boʻlgani uchun uni barcha meteorologik stansiyalarda oʻlchab boriladi. Atmosferada roʻy beradigan turli hodisalar natijasida er sirtining istalgan nuqtasida yoki istalgan balandlikda joylashgan qatlamda atmosfera bosimi bir necha soat yoki sutka davomida oʻzgarib turadi.



Atmosfera bosimining oʻzgarishi bilan olingan joyning ob-havosi ham tez oʻzgaradi. Agar biror hududda atmosfera bosimi kamaysa, bu erga boshqa hududlardan sovuq havo massalari bostirib kiradi, natijada bu erning ob-havosi oʻzgaradi. Masalan, bahor paytida Oʻzbekistonga arktik sovuq havo massalari kirib kelsa, bu erda atmosfera bosimi ortadi, havo sovib ketadi va yogʻingarchilik boshlanadi. [2]. Demak, atmosfera bosimining ortishi yoki kamayishiga qarang yaqin kunlarda ob-havoning qanday boʻlishini oldindan aytib berish mumkin. Togʻlarda oʻsimliklar kamroq atmosfera bosimida, vodiylarda oʻsimliklar esa atmosfera bosimining kattaroq qiymatlari taʼsirida oʻsadi.

Hayvonlarning qon bosimi ham atmosfera bosimiga moslashgan.

Hozirgi vaqtda atmosfera bosimining asosiy oʻlchov birligi qilib Pa (paskal)

qabul qilingan. Atmosfera bosimi $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ birlikda o'lganadi. Amaliyotda atmosfera bosimining 1 gPa (gektopaskal) birligi keng tarqalgan bo'lib, $1 \text{ gPa} = 100 \text{ Pa}$ ga teng.

Atmosfera bosimini avvalgi yillarda mm simob ustuni va mbar (millibar) birliklarda o'lchangan. Atmosfera bosimining bu o'lchov birliklari hozirgi vaqtgacha ba'zi o'quv qo'llanmalari-da, ommaviy adabiyotlarda uchrab turadi. Avvalgi yillarda chi-qarilgan ba'zi meteorologik asboblarning shkalalari mm sim. ustuni yoki mbar birliklarda darajalangan. SHuning uchun Pa, mbar va mm sim. ustuni birliklarining o'zaro munosabatini ko'rsatamiz. [3]

Bosimning 1 mbar birligi bilan 1 din/sm^2 birligi orasida ushbu munosabat mavjud:

$$1 \text{ mbar} = 10^3 \text{ din/sm}^2$$

Fizika fanidan ma'lumki:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ din/10}^4 \text{ sm}^2 = 10 \text{ din/sm}^2 \text{ yoki}$$

$$100 \text{ Pa} = 1 \text{ gPa} = 10^3 \text{ din/sm}^2 = 1 \text{ mbar}; \text{ demak } 1 \text{ gPa} = 1 \text{ mbar}$$

Millimetr simob ustuni-kosali barometrdagi simob ustunining 1 mm ga ko'tarilishi yoki pasayishiga mos atmosfera bosimining o'zgarishidir.

Balandligi 1 mm bo'lgan simob ustunining bosimi r ushbuga teng:

$$r = 13595 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 133 \text{ Pa} = 1,33 \text{ gPa}$$

Demak, 1 mm sim. ustunining vujudga keltirgan bosimi $1,33 \text{ gPa}$ ga teng, ya'ni 1 mm sim. ust = $1,33 \text{ gPa}$, bundan $1 \text{ gPa} = 0,75 \text{ mm}$ sim. ustuni kelib chiqadi.

SHunday qilib, atmosfera bosimining ko'rsatilgan birliklari orasida quyidagi munosabatlar mavjud:

$$1 \text{ gPa} = 1 \text{ mbar} = 0,75 \text{ mm sim. ustuni yoki}$$

$$1 \text{ mm sim. ustuni} = 1,33 \text{ mbar} = 1,33 \text{ gPa}$$

Toshkent shahrida atmosfera bosimining o'rtacha qiymatla-ri $957,6\text{-}960 \text{ gPa}$ atrofida bo'ladi.

Atmosfera bosimining qiymatlariga erkin tushish tezlanishi g ning qiymatlari o'zgarishi ta'sir qiladi. Er yuzida erkin tushish tezlanishi g ning qiymatlari ekvatoridan ($g_e = 9,78 \text{ m/s}^2$) qutbga tomon ($g_q = 9,83 \text{ m/s}^2$) juda oz miqdorda bo'lsada

ortib boradi. Bundan tashqari er yuzidan balandlik oshgan sari g ning qiymati kamayadi.

Erkin tushish tezlanishi g ning o'zgaruvchanligi atmosfera bosimini muvozanatlashtiradigan simob ustunining balandligiga ta'sir qiladi. SHuning uchun simob ustunining g ga bog'liqligini yo'qotish uchun atmosfera bosimining qiymatini 45° kenglikka va dengiz sathidagi qiymatiga o'tkaziladi. Chunki dengiz sathida yotgan joylarda atmosfera bosimi bir xil va o'rta hisob bilan 760 mm simob ustuni bosimiga teng [2],

Mercury barometer

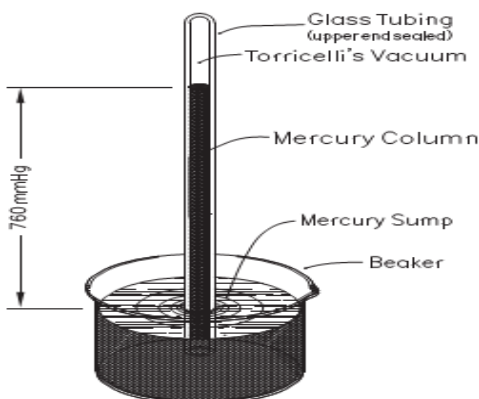


Fig. 8.2. Torricelli's barometer

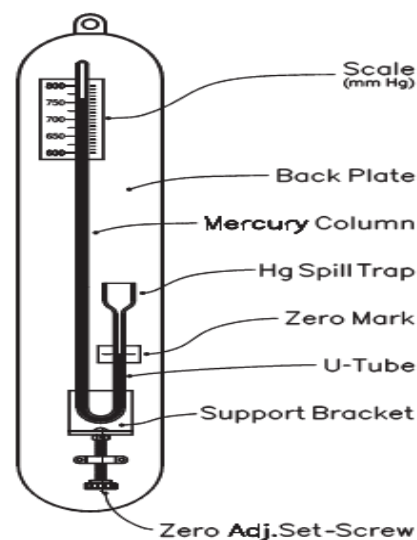


Fig. 8.3. U-tube barometer

Normal atmosfera bosimi deb, 45° geografik kenglikda dengiz sathida joylashgan $0^\circ S$ haroratda balandligi 760 mm sim. ustuni bosimiga teng bo'lgan atmosfera bosimiga aytiladi. Normal atmosfera bosimi $p_0 = 1013 \text{ gPa}$ ga teng. Atmosfera bosimining balandlik bo'ylab o'zgarishi. Barik pog'ona Er sirtidan balandlik oshgan sari havo siyraklasha borganligidan zichligi va bosimi kamayib boradi. Masalan, Evropa qit'asi uchun ko'p yillik o'rtacha atmosfera bosimi dengiz sathida 1014 gPa ga teng, 5 km balandda 538 gPa, 10 km balandda 262 gPa, 20 km balandda 56 gPa, 100 km balandda esa 1 gPa dan ham kam. Bu ma'lumotlardan ko'rinadiki, 5 km balanddagi atmosfera bosimi, dengiz sathidagi qiymatidan 2 marta kichik, 10 km balanddagisi - qariyb 4 marta, 20 km balanddagi qiymati esa 18 marta kichik. Bundan er yuzidan balandlik arifmetik progressiya bo'yicha oshsa, atmosfera bosimi geometrik progressiya bo'yicha kamayadi degan xulosaga kelamiz. Atmosfera bosimining balandlik bo'ylab o'zgarishini barik pog'ona tushunchasi bilan tavsiflanadi. Atmosfera bosimi vertikal yo'nalishda 1 gPa ga o'zgaradigan masofani barik pog'ona deb ataladi va h harfi bilan ifodalanadi. Barik

pog'onani m/gPa birlikda o'lchanadi. Demak, barik pog'ona atmosfera bosimining 1 gPa ga kamayishi uchun olingan sathdan vertikal yo'nalish bo'yicha qancha masofaga ko'tarilish yoki bosimning 1 gPa ga ortishi uchun olingan sathdan vertikal yo'nalishda qancha masofaga pastga tushish zarurligini bildiradi. Barik pog'ona h, havo zichligi ρ va erkin tushish tezlanishi g orasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

$$h = \frac{1}{\rho \cdot g}, \quad (2.1.)$$

bu erda: g – erkin tushish tezlanishi Ushbu (2.1) formuladan ko'rinadiki, h ning qiymatlari asosan havo zichligi ρ ning qiymatlariga teskari mutanosib ravishda o'zgaradi (g qiymatining juda kam o'zgarishini hisobga olmaganda), zichlik qancha kam bo'lsa, barik pog'ona shuncha katta yoki aksincha bo'ladi. YUqoridagi (2.1) formulani atmosfera bosimi p va harorati t orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$h = \frac{8000}{p}(1 + \alpha \cdot t), \quad (2.2)$$

bu erda: r - barik pog'ona hisoblanayotgan nuqtadagi atmosfera bosimi (gPa larda), α - 0,004 havoning hajmiy kengayish koeffitsienti, t - havo harorati ($^{\circ}\text{C}$ larda). (2.2) ga α ning qiymatini qo'ysak:

$$h = \frac{8000}{p}(1 + 0,004 \cdot t), \quad (2.3)$$

Bu erdagi (2.3) formuladan harorat oshgan sari barik pog'o-na $(1+0,004 \cdot t)$ marta ortadi yoki havoning har bir gradus isishida h ning qiymati 0.4% ga ko'payadi deb aytamiz.

Barik pog'onaning qiymatlarini tasavvur qilish uchun ushbu misollarni keltiramiz:

1. Agar $r = 1000$ gPa va $t = 40^{\circ}\text{S}$ bo'lsa, barik pog'ona

$$h = \frac{8000}{1000}(1 + 0.004 \cdot 40) \text{ m / gPa} = 9,3 \text{ m / gPa} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

2. Agar $r = 1000$ gPa va $t = 0^{\circ}\text{S}$ bo'lsa, barik pog'ona

$$h = \frac{8000}{1000}(1 + 0.004 \cdot 0) = 8 \text{ m / gPa} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

3. Agar $r = 1000$ gPa va $t = -40^{\circ}\text{S}$ bo'lsa, barik pog'ona

$$h = \frac{8000}{1000} [1 + 0.004 \cdot (-40)] = 6,72 \text{ m / aPa} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Bu misollardan ko'rinadiki, havo harorati ortishi bilan h ning qiymati ham ortadi, havo harorati pasayganda esa h ning qiymati ham kamayadi.

2-misoldan havoning harorati 0°S ga teng bo'lganda atmosfera bosimi 1 gPa ga ortishi uchun olingan nuqtadan vertikal yo'nalishda 8 m pastga tushish yoki atmosfera bosimi 1 gPa ga kamayishi uchun esa olingan nuqtadan 8 m yuqoriga ko'tarilish kerakligi ko'rinib turibdi. Barometrik nivelirlash va atmosfera bosimi qiymatlarini dengiz sathidagi qiymatlariga keltirish haqida tushuncha Amaliyotda turli joy (punkt)larning bir-biriga nisbatan balandligini yoki olingan joyning dengiz sathidan balandligini bilish muhim ahamiyatga ega. Ikkita joydagi atmosfera bosimlarini, ulardagi havo haroratlarini va barometrik pog'onani bilgan holda turli joy-larning biridan ikkinchisining qancha balandda joylashganligini aniqlash mumkin. Agar birinchi joyning dengiz sathidan balandligi ma'lum bo'lsa, u holda ikkinchi joyning ham dengiz sathidan balandligini hisoblash oson.

Agar ikkinchi joyning birinchi joyga nisbatan balandligini N deb olsak va uning qiymati 1000 m dan oshmasa, N ni Babine formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$H = \frac{16000(p_1 - p_2) \left[1 + \alpha \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} \right) \right]}{p_1 + p_2}, \quad (2.4)$$

bu erda: r_1 va r_2 - past va yuqori joylardagi atmosfera bosimlari, t_1 va t_2 past va yuqori joylardagi havo haroratlari.

Olingan joy balandligini aniqlashning bunday usulini barometrik nivelirlash deb ataladi. Barometrik nivelirlash, ayniqsa tog'lardagi do'ngliklar yoki cho'qqilarning bir-biriga nisbatan balandligini aniqlashda ko'p qo'llaniladi. [2]

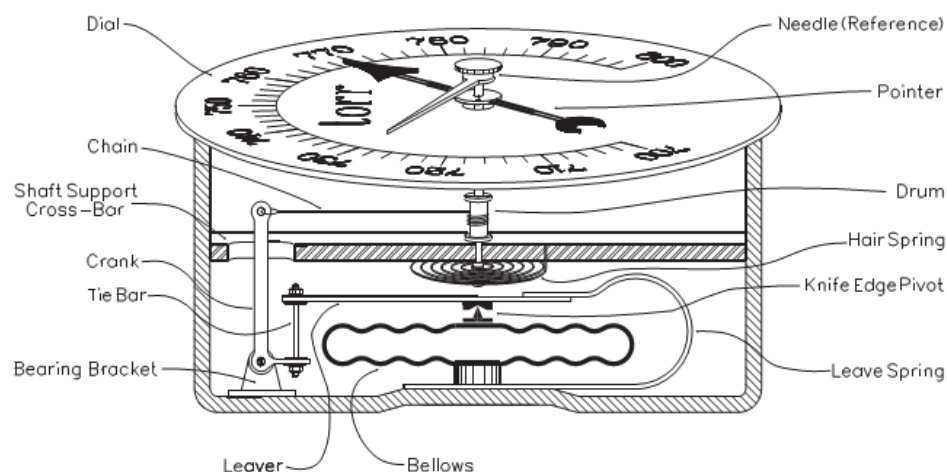


Fig. 8.5. Aneroid barometer

Er yuzidagi bir-biridan biror masofada joylashgan ikkita meteorologik stansiyada ayni bir vaqtda o'lchasdan topilgan at-mosfera bosimlarining qiymatlarini to'g'ridan-to'g'ri o'zaro taqqoslash noto'g'ri. Chunki bu meteorologik stansiyalar dengiz sat-hidan turlicha balandlikda joylashgan bo'lishi mumkin. At-mos-fera bosimlarini o'zaro taqqoslash uchun, dastavval ularning qiymatlarini dengiz sathidagi qiymatlariga keltiriladi va shundan keyingina ularni o'zaro taqqoslanadi. Bosimni dengiz sathidagi qiymatiga keltirish quyidagi tartibda olib boriladi.

Dengiz sathidan biror N balandlikda joylashgan meteoro-logik stansiyadagi bosim p_n va shu meteostansiyadagi havo haroratini bilgan holda olingan meteostansiya va dengiz sathi-dagi havo haroratlarining o'rtacha qiymati hisoblanadi. Dengiz sathidagi haroratni topish uchun meteostansiyadagi havo harorati-ga tik yo'nalishda pastga tushgan sari haroratning o'rtacha ortishini qo'shish kerak. Haroratning tik yo'nalishdagi gradienti $0,6^\circ\text{S}/100\text{ m}$ ga teng. Masalan, meteorologik stansiya dengiz sat-hidan 400 m balandlikda joylashgan va undagi havo harorati 18°S ga teng bo'lsa, dengiz sathidagi harorat uchun $20,4^\circ\text{S}$ olinadi. U holda stansiya va dengiz sathidagi haroratlarning o'rtacha qiymati $19,2^\circ\text{S}$ ga teng bo'ladi.

SHundan so'ng meteostansiyadagi bosim va hisoblangan o'rta-cha harorat va barik pog'onadan foydalanib dengiz sathidagi bosim hisoblanadi. Yoki dengiz sathidagi bosim meteostansiya-dagi bosimdan p_D qo'shimcha bosimga katta, ya'ni:

[2],

$$p_D = p_{m.c} + \Delta p = p_{m.c} + \frac{H}{h}, \quad (2.5)$$

bu erda: p_d - dengiz sathidagi atmosfera bosimi; $p_{m.s}$ - meteostansiyadagi atmosfera bosimi; N - meteostansiyaning dengiz sathidan balandligi; h - barik

pog'ona.

Atmosfera bosimini dengiz sathidagi qiymatiga keltirish muhim amaliy ahamiyatga ega. O'zbekiston Respublikasining bar-cha viloyatlaridagi meteorologik stansiyalardan Toshkent shah-ridagi Gidrometeorologiya xizmati markazi (O'zgidromet) ga yuboriladigan sinoptik telegrammalarda atmosfera bosimi-ning qiymatlari dengiz sathidagi qiymatlarida ifodalangan bo'ladi. SHunday qilinganda turli meteorologik stansiyalar balandliklaridagi farqlarning bosim qiymatiga ta'sirini yo'qotilgan bo'ladi va bosimning gorizontal yo'nalishdagi taqsi-motini o'rganishga imkoniyat yaratiladi. Er yuzida atmosfera bosimining o'zgarishi.

Gorizontal barik gradient Atmosfera bosimi er yuziga nisbatan faqat vertikal yo'na-lishdagina o'zgarmasdan, balki gorizontal yo'nalishda ham o'zga-radi, yoki er yuzining turli nuqtalarida ayni bir vaqtda o'lchan-gan atmosfera

bosimining qiymatlari bir-biriga teng bo'lmay-di. Er yuzida gorizontal yo'nalishda atmosfera bosimining masofa bo'ylab o'zgarishiga turli erlardagi havoning isishi va sovishi jarayonlarining turlichaligi, u erlar ustidagi havo oqimlarining xususiyati va boshqalar sabab bo'ladi. Masalan, biririga yondosh joylashgan ikki xil joyni olaylik. Ularning birinchisi

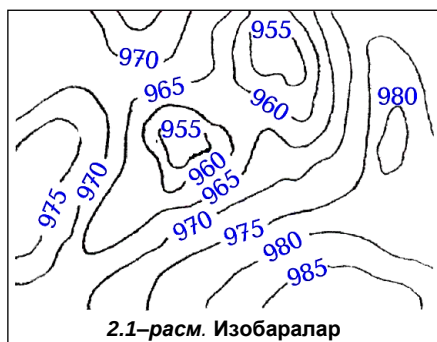
H (km)	p (atm)	H (km)	p (atm)
0	1.000	50	0.000788
5	0.534	75	23.6×10^{-6}
10	0.262	100	0.316×10^{-6}
15	0.120	200	0.836×10^{-9}
20	0.0546	400	0.0143×10^{-9}
25	0.0252	600	0.811×10^{-12}
30	0.0118	800	0.175×10^{-12}
40	0.00283	1000	0.0742×10^{-12}

^a H , altitude; p , barometric pressure

haydalgan er (shudgor) va ikkinchisi suv havzasidan iborat bo'lsin (har birining yuzasi etarlicha katta deb qaray-miz). Havo ochiq kunlari tushki paytgacha shudgor ustidagi havo ancha ko'proq isiydi, suv ustidagi havo esa kamroq isiydi. Natijada, shudgorlik er ustida atmosfera bosimining qiymati kamroq, suv havzasi ustida esa ko'proq bo'lib qoladi va suv havzasi tomondan shudgorga shamol esishi ro'y beradi. Atmosfera bosimining qiymatlari haqidagi ma'lumotlarni turli joylardagi meteorologik stansiyalar beradi. Biroq bu ma'lumotlarni bevosita bir-biri bilan taqqoslab bo'lmaydi. CHunki avval aytganimizdek turli meteorologik stansiyalar dengiz sathidan har xil balandda joylashgan. SHuning uchun ulardagi atmosfera bosimining qiymatlarini dastavval dengiz sat-hidagi qiymatlariga o'tkaziladi va shundan keyingina o'zaro taqqoslanadi.

Atmosfera bosimining katta hududlardagi taqsimotini bilish uchun sinoptik

xaritalarga turli joylarda ayni bir vaqtda o'lchangan va dengiz sathidagi qiymatlariga keltirilgan qiymatlarini yozilishini yana bir ta'kidlab o'tamiz. SHundan so'ng teng bosimli nuqtalarni egri chiziqlar bilan tutashtiramiz, hosil bo'lgan egri chiziqlarni bosim o'zgarmaydigan – teng bosimli yoki izobaralar deb yuritiladi. Izobaralarni odatda bosim o'zgarishi 5 gPa dan qilib chiziladi. Izobaralar zich chizilgan joylarda bosim katta, siyrak chizilgan joylarda esa kam bo'ladi (2.1 - rasm).



Katta hududlar uchun chi-zilgan sinoptik xaritalar-ni tahlil qilib, katta va kam bosimli joylarning joylashishini, havo massalarining harakati yo'nalish-larini aniqlab boriladi. Bu kabi ma'lumotlar ob-havoning kelgusida qanday bo'lishini oldindan aytish (bashorat qilish) da muhim ahamiyatga ega.

Atmosfera bosimining gorizontali yo'nalishda o'zgarishini tavsiflash uchun gorizontali barik gradient tushunchasi kiritiladi.

Gorizontali barik gradient deb, katta bosimli tomondan kichik bosimli tomonga izobaraga tik ravishda gorizontali yo'nalish bo'ylab 100 km masofaga to'g'ri kelgan atmosfera bosimining o'zgarishiga aytiladi.

Odatda er yuzida gorizontali barik gradientning qiymat-lari 1-3 gPa/100 km ga teng.

Savollar va topshiriqlar

1. Meteorologiya fani nimani o'rganadi?
2. Agrometeorologiya fanining predmetini ta'riflang.
3. Meteorologik kattaliklar deb nimaga aytiladi?
4. Meteorologik hodisalar deb nimaga aytiladi?
5. Ob-havo va iqlim tushunchalarining bir-biridan farqi qan-day tushuntiriladi?
6. Agrometeorologik tadqiqotlar usullarining qaysi biri eng asosiy hisoblanadi va uning vazifasi qanday?

17 -Mavzu Quyosh radiatsiyasi

Reja:

1. Atmosferadagi nurlanish oqimlari turlari
2. Quyosh radiatsiyasining spektral tarkibi
3. Quyosh spektri asosiy qismlarining biologik ahamiyati
4. Quyosh radiatsiyasining atmosferadan o'tishda kuchsizlanishi

Adabiyotlar [1],[2] [3] [4] [5]

Er yuzida va atmosferada ro'y beradigan barcha tabiiy jarayonlarning asosiy manbai Erga tushadigan Quyosh nurlanishi energiyasidir. Quyoshdan Erga tushadigan nurlanish oqimi energiyasini quyosh radiatsiyasi deb ataladi. Er yuziga tushgan nurlanish energiyasining ma'lum qismi qay-tadi, qolgan qismi esa tuproqning ustki qatlamida yutilib, uni isitadi. Boshqacha aytganda, yutilgan nurlanish oqimi energiyasi issiqlikka aylanadi. Natijada, isigan Er yuzi atmosferaning erga tutashgan qatlamlarini ham isita boshlaydi, ya'ni molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik tufayli troposferaning pastki qat-lamlariga issiqlik uzatiladi. Atmosfera bevosita o'zidan o'tuv-chi quyosh radiatsiyasi hisobiga juda kam isiydi. Erga tushayotgan quyosh radiatsiyasining bir qismini tashkil qiladigan ko'rinadigan yorug'lik ta'sirida Er yuzida turli-tuman o'simliklar o'sadi. Quyosh nuri ta'sirida o'simliklarning yashil bargida fotosintez jarayoni o'tadi [1]. Fotosintez o'simlik bargida yutilgan yorug'lik energiyasi hisobiga anorganik moddalar (suv va karbonat angidrid gazi) ning organik modda (oqsil, kraxmal va boshqa) larga aylanish jarayonidir. Bu jarayon o'simlik bargi xloroplastlaridagi yashil pigmentlar-xlorofill donalari yut-gan yorug'lik energiyasi hisobiga amalga oshadi. Fotosintez jarayonida to'plangan organik moddalarning ancha qismini o'simlik nafas olish jarayonida sarflab o'sadi, rivojlanadi va hosil beradi. O'simliklardagi fotosintez jarayoni sababli ulardan atrof muhitga erkin kislorod ajralib chiqadi. Bu jarayon sababli atmosferadagi karbonat angidrid gazining miqdori oshib, kislorod miqdori esa kamayib ketmaydi. Erga Quyosh energiyasi tushganligi uchun unda hayot uchun zaruriy harorat sharoiti vujudga keladi. Ko'llar, dengizlar, okeanlar va daryolar o'ziga tushgan quyosh radiatsiyasining bir qismini yutib isiydi va bug'lanadi. Suv bug'lari o'z navbatida turlicha sabablarga ko'ra troposferaning ma'lum balandliklarigacha ko'tarilishida soviydi. Ularning kondensatsiyasi va sublimatsiyasi natijasida troposferaning quyi qatlamlarida bulutlar vujudga keladi. Atmosferadagi suv bug'larining to'yinish holatigacha va undan ham pastroq haroratga sovlashidan turli turdagi yog'inlar yog'adi. Nihoyat, energiyaning qaytadan tiklanmaydigan manbalari - neft, gaz, toshko'mir ham o'ta qadim zamonlarda o'simliklarning chirishidan paydo bo'lganligini yoki o'simliklarning o'zi ham quyosh nurlanish energiyasi hisobiga o'sganligini unutmasligimiz kerak. Quyosh Erdan o'rtacha 149,5 mln.km masofadagi gazli olovli shardan tashkil topgan. Uning massasi Er massasidan 333000 marta katta bo'lib, $1,98 \cdot 10^{30}$ kg ga teng. Quyosh radiusi Ernikidan 109 marta katta va 696000 km ga teng. Quyoshning markaziy qismida harorat bir necha million gradusgacha etganligidan vodorodning geliyga aylanish termoyadro reaksiyasi ro'y beradi.



Quyosh har sekund davomida fazoga $3,71 \cdot 10^{26}$ J energiya sochadi, Erga esa bu energiyaning ikki milliarddan bir ulushigina tushadi Yer Quyoshdan yiliga $5,74 \cdot 10^{24}$ J energiya oladi. Er yuzining har bir kvadrat kilometr maydoniga yiliga oʻrtacha $1,1 \cdot 10^{16}$ J energiya tushadi. Xuddi shuncha miqdordagi issiqlikni olish uchun esa $4 \cdot 10^8$ kg dan ortiq toshkoʻmir yoqish lozim. [3]

Quyosh Erga 1,5 sutka davomida barcha mamlakatlar elektr stansiyalarining birgalikda bir yilda ishlab chiqqan energiyasiga teng energiya beradi.

Umuman olganda, Er atmosferasiga etib kelgan quyosh energiyasining 42 foizi atmosferadan qaytib yana kosmik fazoga tarqaladi, 14 foizi atmosferada yutiladi, qolgan 44 foizi esa atmosferadan oʻtib Er yuziga tushadi.

Meteorologiyaning Quyosh, Er va atmosfera radiatsiyasini oʻrganadigan boʻlimini aktinometriya deb yuritiladi. Aktinometriyada nuriy energiya miqdori radiatsiya oqimi tushunchasi bilan tavsiflanadi.

Biror yuzaga vaqt birligida tushuvchi nuriy energiya miqdori-ga radiatsiya oqimi deb yuritiladi. Aktinometrik kuzatishlarda odatda nuriy energiya oqimi zichligini oʻlchanadi. Birlik yuzaga vaqt birligida tushadigan radiatsiya oqimi miqdoriga radiatsiya oqimining zichligi deb aytiladi. Avvalgi yillarda nashr qilingan meteorologik adabiyotlarda radiatsiya oqimi zichligi tushunchasi oʻrniga koʻpincha radiatsiya oqimi jadalligi tushunchasi qoʻllanilgan.

Hozirgi kunda bu tushuncha oʻrniga esa radiatsiya oqimi energetik yoritilganligi tushunchasi qoʻllaniladi. Radiatsiya oqimining energetik yoritilganligi SI

sistemasida Vt/m^2 birlikda o'lchanadi. Radiatsiya oqimi energetik yoritilganligining avvalgi yillarda qo'llanib kelingan $kal/sm^2 \cdot min$ birligi bilan Vt/m^2 orasida quyidagicha munosabat mavjud: [2]

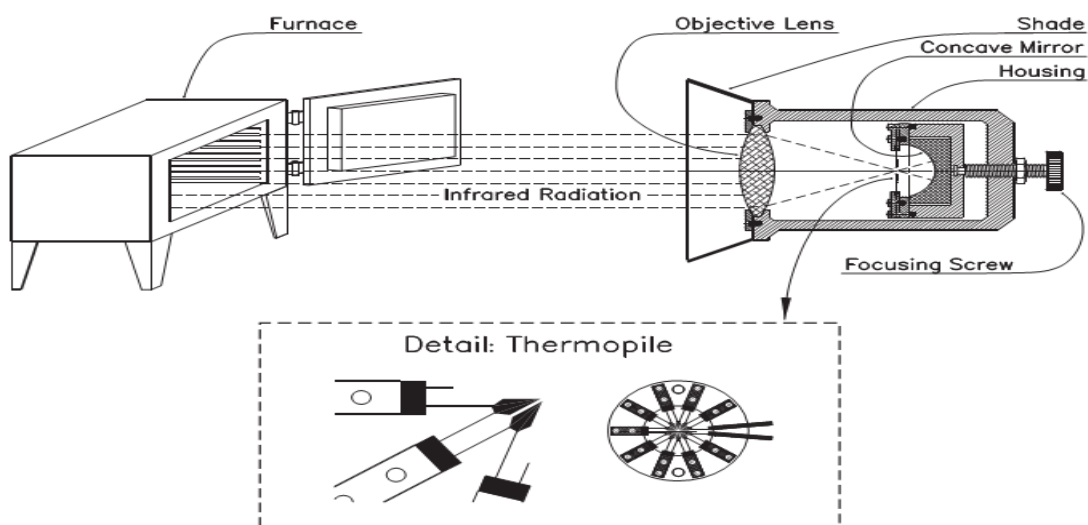


Fig. 7.9. Thermopile radiation pyrometer

$kal/sm^2 \cdot min$ Atmosferaning yuqori chegarasida quyosh nurlariga tik qo'yilgan yuzaga tushadigan radiatsiyani miqdor jihatidan qaraylik. Yer bilan Quyosh orasidagi masofa o'rtacha bo'lganda atmosferaning yuqori chegarasida quyosh nurlariga tik joylashtirilgan birlik yuzada vaqt birligida quyosh nurlanishining vujudga keltirgan energetik yoritilganligini quyosh doimiysi deyiladi va uni S_0 harfi bilan belgilanadi. Eng keyingi ma'lumotlarga binoan quyosh doimiysining qiymati $S_0 = 1377 Vt/m^2$ ga teng. Demak, quyosh doimiysi bu quyosh radiatsiyasiga hali atmosferaning ta'siri bo'lmagandagi vujudga kelgan energetik yoritilganligidir va u faqat Quyoshning nur chiqarish qobiliyatiga bog'liq. Quyosh radiatsiyasi atmosferadan o'tishda murakkab o'zgarish-larga uchraydi. Atmosfera qatlamining yuqori chegarasidan Ergacha bo'lgan masofada quyosh radiatsiyasining ma'lum qismi atmosfera gazlari va aralashmalar tomonidan yutiladi va issiq-likka aylanadi. Quyosh radiatsiyasining yana bir qismi atmosfera gazlari, qattiq va suyuq aralashmalar tomonidan sochiladi. Quyosh radiatsiyasining yutilishdan, sochilishdan qolgan qismi esa er yuzigacha etib keladi. Er yuziga etib kelgan quyosh radiatsiyasi qisman undan qaytadi va qolgan qismi er yuzida yutilib, uni isitadi. Atmosferada sochilgan radiatsiyaning ma'lum qismi yana Erga tushadi. Natijada, quyosh radiatsiyasi atmosferadan o'tishda yutilishi sababli miqdor jihatdan kuchsizlanadi va sochilishidan spektral tarkibi o'zgaradi. Demak, Erga tushadigan quyosh radiatsiyasi to'g'ri va sochilgan turlarda bo'ladi. Quyosh gardishidan bevosita Erga tushadigan radiatsiyani to'g'ri radiatsiya deb ataladi. Er bilan Quyosh orasidagi masofa juda

katta bo'lganligidan to'g'ri quyosh radiatsiyasini parallel nurlar oqimi deb qarash mumkin. Quyosh radiatsiyasining atmosferada havo molekulalari, bulut hamda boshqa turlicha zarrachalarda sochilgandan keyin erga tushadigan qismini sochilgan radiatsiya deyiladi. [4] Sochilgan radiatsiya er yuzidagi buyumlarga Quyoshdan to'g'ri tushmay, balki osmon gumbazining istalgan nuqtasidan tushadi. Gorizontall yuzaga ayni bir vaqtda tushadigan to'g'ri va sochilgan radiatsiyalar yig'indi (yalpi) radiatsiya deb yuritiladi. Quyosh radiatsiyasining er yuzi qaytargan qismini qisqa to'lqin uzunlikli qaytgan radiatsiya deyiladi. Biz yuqorida atmosfera o'ziga tushadigan quyosh radiatsiyasining ma'lum qismini va Erning nurlanishini yutib bir oz isiydi deb aytganmiz. Isigan atmosfera o'z navbatida olam fazoga va Erga tomon nurlanadi. Atmosferaning Erga tomon yo'nalgan nurlanishi uchrashuvchi (qarama-qarshi) nurlanish deb aytiladi. Biz fizika fanidan harorati mutlaq (absolyut) nol (-273°S) dan yuqori bo'lgan har qanday jism nur chiqarishini bilamiz. Bundan tashqari harorati yuqori bo'lgan jismlar qisqa to'lqin uzunlikli nurlanish chiqarishi, harorati past jismlar esa katta to'lqin uzunlikli nurlanish chiqarishi ham ma'lum. Nurlanayotgan jismning harorati qanchalik yuqori bo'lsa, uning chiqargan nurlanishi shunchalik qisqa to'lqin uzunlikli bo'ladi. Er yuzining harorati o'rtacha 15°S atrofida bo'lganidan Er uzun to'lqinli nurlanish chiqaradi. Erning nurlanishini odatda Erning issiqlik nurlanishi yoki uzun to'lqinli nurlanishi deb yuritiladi. SHunday qilib, atmosferadagi nurlanish oqimlarining bir qismi (to'g'ri, sochilgan va atmosferaning uchrashuvchi nurlanishi) Erga tomon yo'nalgan bo'lsa, qolgan qismi (qaytgan radiatsiya va Erning uzun to'lqinli nurlanishi) esa Erdan atmosfera-ga va fazoga tomon yo'nalgan bo'ladi. Quyosh nurlariga tik qo'yilgan birlik yuzaga vaqt birligida tushadigan to'g'ri quyosh radiatsiyasi miqdorini to'g'ri radiatsiyaning tik yuzadagi energetik yoritilganligi deb ataladi va S harfi bilan belgilanadi, u holda gorizontall yuzadagi to'g'ri radiatsiya energetik yoritilganligini S^1 bilan belgilaymiz. SHunga o'xshash sochilgan radiatsiya energetik yoritilganligini D , qisqa to'lqinli qaytgan radiatsiya energetik yoritilganligini R_q , atmosferaning uchrashuvchi nurlanishi energetik yoritilganligini E_a , Erning uzun to'lqinli nurlanishi energetik yoritilganligini E_{er} deb belgilaylik, yoki qisqacha tik yuzadagi to'g'ri radiatsiyani S , gorizontall yuzadagi to'g'ri radiatsiyani S^1 , sochilgan radiatsiyani D , qaytgan radiatsiyani R_q , atmosferaning uchrashuvchi nurlanishini E_a , Erning uzun to'lqinli nurlanishini E_{er} deb ham belgilashimiz mumkin. U holda atmosferadagi nurlanish oqimlari yo'nalishlarini sxematik ravishda quyidagicha ko'rsata olamiz. Nurlanish oqimining to'lqin uzunligini λ harfi bilan belgilaylik. Quyosh nurlanishi oqimlari va Er, atmosferaning nurlanishini qisqa to'lqin uzunlikli ($\lambda \leq 4\text{mkm}$) va katta to'lqin uzunlikli ($\lambda > 4\text{mkm}$) qismlarga ajratiladi. To'g'ri, sochilgan va qaytgan radiatsiya spektrning qisqa to'lqinli qismiga, Erning issiqlikdan nurlanishi va atmosferaning uchrashuvchi nurlanishi spektrning uzun to'lqinli qismiga tegishli-

dir. Quyosh radia-siyasi butun energiyasining 99 foizini qisqa to‘lqinli radiatsiya tashkil qiladi. Demak, atmosferadagi radia-siya oqimlari bir-biridan to‘lqin uzunliklari (va energiyalari) bilan farq qiladi. Ularning har biri-ning qiymati sutka davomida o‘zga-rib boradi. O‘simliklar asosan to‘g‘-ri va sochilgan, juda oz miqdorda qaytgan radiatsiyalarni o‘zlashtira-di.

Quyosh radiatsiyasining spektral tarkibi

Quyosh radiatsiyasi har xil to‘lqin uzunlikdagi elektromagnit to‘lqinlardan iborat. Nurlanish oqimlari to‘lqin uzunliklari-ni asosan mikrometr (mkm), ba’zan esa juda kichik birlik – nanometr (nm) larda ifodalanadi, ular o‘zaro quyidagi muno-sabatda: $1 \text{ mkm} = 10^{-6} \text{ m}$; $1 \text{ mkm} = 10^3 \text{ nm}$ ga teng.

Nurlanish oqimining to‘lqin uzunliklar bo‘yicha taqsimoti-ni spektr deb yuritilishini bilamiz. [1] Quyosh nurlanish spektri uchta: ultrabinafsha ($\lambda < 0,40 \text{ mkm}$), ko‘rinadigan ($0,40 \leq \lambda \leq 0,76 \text{ mkm}$) va infraqizil ($\lambda \geq 0,76 \text{ mkm}$) qismlardan iborat. Atmosferaning yuqorigi chegarasiga tushadigan butun quyosh radiatsiyasining 46 foizi spektrning ko‘rinadigan qismiga, 47 foizi esa infra-qizil radiatsiyaga va 7 foizi ultrabinafsha radiatsiyasiga to‘g‘-ri keladi. To‘g‘-ri va sochilgan radiatsiya birgalikda Er yuzidagi tabiiy yoritilganlikni vujudga keltiradi, boshqacha aytganda to‘lqin uzunliklari 0,40 mkm dan 0,76 mkm gacha bo‘lgan elektromagnit to‘lqinlar yorug‘lik ta’sirini vujudga keltiradi.

Quyosh yorug‘ligining ingichka dastasini shishadan tayyorlan-gan uchburchakli prizmadan o‘tkazilganda, undan sinib o‘tishida qizil, to‘q sariq, sariq, yashil, havorang, ko‘k, binafsha kabi rangli nurlarga ajraladi.

Spektrdagi asosiy ranglarga mos to‘lqin uzunliklar chega-ralarini quyidagicha ko‘rsatiladi:

binafshaga 390-455 nm,

ko‘kga 455-485 nm,

havorangga 485-505 nm,

yashilga 505-550 nm,

sariq-yashilga 550-575 nm,

sariq (zarg‘aldoq) qa 575-585 nm,

to‘q sariqqa 585-620 nm,

qizilga 620-760 nm.

Qizil nurlar chegarasida 620-700 nm ni qizil deb, 700-760 nm chegaradagisini esa katta to'liqlik qizil nurlar deb yuritiladi. [4]

O'simliklar fiziologiyasi nuqtai nazaridan ko'k deganda to'liqlik uzunligi 400-500 nm, sariq-yashilda 500-600 nm, to'q sa-riq-qizilda 600-700 nm ga va katta to'liqlik qizil deganda 700-760 nm to'liqlik uzunlikli nurlarni tushuniladi. Biologiya va o'simliklar fiziologiyasida infraqizil nurlarni ikki qismga: qisqa to'liqlik infraqizil nurlar (760-1100 nm) va katta to'liqlik uzunlikli (>1,1 mkm) qismlarga ajratiladi.

Kishi ko'ziga rangli nurlarining birgalikdagi ta'siri oq yorug'lik taassurotini vujudga keltiradi. Quyoshdan Erga tomon nurlanish oqimlaridan tashqari zaryadli zarralardan iborat kor-puskulyar nurlanish ham keladi. Ammo korpuskulyar nurlanish Er yuzidan 100 km dan oshiq balandliklardagi atmosfera qatlam-larida butunlay yutiladi.

Quyosh nurlanish spektrida energiya asosiy qismi 0,20 mkm dan 24,0 mkm gacha to'liqlik uzunliklar chegarasiga to'g'ri ke-ladi. Atmosferaning yuqori chegarasida quyosh nurlanishi spek-trida energiya maksimumi 0,48-0,49 mkm to'liqlik uzunliklarga, ya'ni spektrning ko'k-havorang qismiga mos keladi. Er yuzi-dagi to'g'ri radiatsiya spektrida energiya maksimumi esa sariq-yashil sohaga to'g'ri keladi.

Quyosh spektri asosiy qismlarining biologik ahamiyati

Biz oldingi mavzularda quyosh radiatsiyasi ikki: qisqa va uzun to'liqlik radiatsiyalardan iborat ekanligini ko'rsatganmiz. O'simliklarning hayot faoliyatini ta'minlaydigan jarayonlar uchun to'liqlik uzunligi 4 mkm dan kichik bo'lgan qisqa to'liqlik radiatsiya eng muhim ahamiyatga ega. Qisqa to'liqlik radiatsiyaning o'simlikka biologik ta'siriga qarab ultrabinafsha (UB), ko'rinadigan va qisqa to'liqlik infraqizil (IQ) radiatsiyalarga ajratiladi. Er yuziga to'liqlik uzunligi $\lambda \leq 0,29$ mkm dan kichik UB radiatsiya tushmaydi, chunki $\lambda < 0,29$ mkm UB radiatsiyani atmosferadagi ozon (O_3) gazi butunlay yutadi. SHuning uchun Er yuziga juda oz miqdorda to'liqlik uzunliklari 0,29-0,38 mkm chegarasidagi UB nurlar tushadi va uning miqdori ham kun davomida o'zgarib boradi.

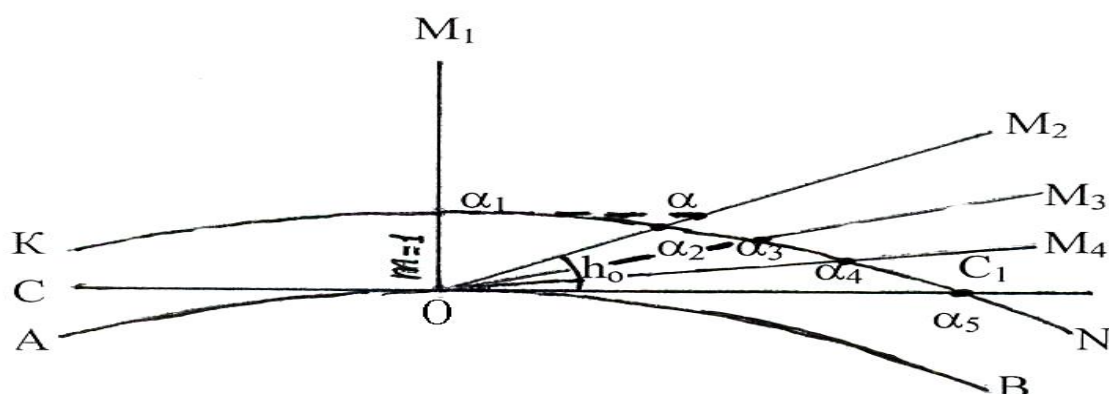
Quyoshning gorizontdan balandligi oshgan sari Erga tushadigan UB radiatsiya miqdori ortib, Quyosh gorizontga yaqinlashganda esa UB radiatsiya miqdori kamaya boradi. Er yuzidan ko'tarilgan sari UB radiatsiya miqdori ortadi. Baland tog'larning tepasida UB radiatsiya miqdori dengiz sathidagi qiymatidan ikki yoki uch marta ko'p bo'ladi. Tog'larda UB radiatsiya ortganligidan, o'sadigan o'simliklar barglarining bo'yalishi yanada kuchayadi. UB radiatsiya asosan o'simliklarning o'sish jarayonlarini sekinlashtirib ta'sir qiladi, boshqacha aytganda UB radiatsiya ta'sirida o'simliklarning bo'yi juda ham cho'zilib ketmaydi. Ultrabi-

nafsha nurlar yashil bargda oʻtadigan fotosintez jarayoniga taʼsir etmaydi, ammo hosil tarkibida vitamin S ning sintezlanishiga yordam beradi. Tiniq polimer polietilen plyon-kasi va oynali issiqxonalarda etishtirilgan bodring hosili-dan plyonka ostida etishganlari shirinroq boʻladi. Chunki tiniq polimer plyonka uzun toʻlqinli UB nurlarni oynaga nisbatan yaxshiroq oʻtkazadi. Toʻlqin uzunligi $\lambda > 1,1$ mkm infraqizil (IQ) radiatsiyani oʻsimlik barglari va poyalaridagi suv yaxshi yutadi va ularni yaxshiroq isitadi. Natijada, bargning harorati ortib fotosintez jarayonlarining jadalligi kuchayadi. Demak, IQ radiatsiya oʻsimlikka bavo-sita taʼsir koʻrsatib, fotosintez oʻtishi uchun harorat sharoitini yaxshilaydi va oʻsimlikning oʻsishi va rivojlanish jarayonlariga ijobiy taʼsir qiladi. [1]

Toʻlqin uzunligi 4 mkm dan katta IQ radiatsiya oʻsimlikka issiqlik taʼsirini koʻrsatsada, ammo oʻsimlikning oʻsish va rivojlanishi jarayonlariga taʼsiri ahamiyatga ega emas. Quyoshning ufq (gorizont)dan balandligi kamayishi bilan quyosh radiatsiyasi oqimidagi IQ radiatsiya ulushi ortadi va aksincha. Suv bugʻi infraqizil radiatsiyani yaxshi yutganligi uchun havoning namligi oshishi bilan er yuziga tushadigan infraqizil radiatsiya jadalligi kamayadi. Dengiz sathidan balandlik oshgan sari IQ radiatsiya ulushi ortadi, chunki balandlik oshgan sari IQ radiatsiyani yaxshi yutadigan suv bugʻi atmosferada kamayib ketadi. SHuning uchun togʻli erlarda infraqizil nurlarning energiyasi ortadi. Bu oʻz navbatida oʻsimlikning atrof muhitdan oladigan issiqligining kamayishini qoplaydi yoki baland erlarda IQ radiatsiya ortib, oʻsimlik isishiga sabab boʻladi va bu bilan fotosintezning jadalligi ortishiga yordamlashadi. Toʻlqin uzunliklari 0,35-0,75 mkm oraligʻidagi radiatsiyani odatda fiziologik radiatsiya deb yuritiladi. Spektrning shu qismidan alohida guruh qilib fotosintetik faol (aktiv) radiatsiya ajratiladi. Quyosh radiatsiyasining atmosferadan oʻtishda kuchsizlanishi Quyosh radiatsiyasi Er sirtiga atmosfera qatlamidan oʻtib tushadi, atmosferaning yuqori chegarasidan Er sirtigacha boʻlgan masofada quyosh radiatsiyasi miqdor va sifat jihatdan oʻzgarishlarga uchraydi. Quyosh radiatsiyasi atmosferadan oʻtishda havo molekula-lari va atmosferadagi qattiq va suyuq holatdagi aralashmalar tomonidan qisman yutilib issiqlikka aylanadi, bir qismi esa sochiladi va qolgan qismi erga tushadi. Atmosferadan oʻtishda quyosh radiatsiyasining zaiflanishi-da azot va kislorodning taʼsiri juda kam, chunki ular quyosh radiatsiyasini juda kam yutadi, Quyosh radiatsiyasini havo tarkibi-dagi ozon, suv bugʻi, karbonat angidrid gazi va turlicha aralashma zarrachalar tomonidan kuchli yutiladi. Natijada, yutilishi sababli quyosh radiatsiyasi atmosferadan oʻtishda miqdor jihatdan birmuncha kuchsizlanadi (zaiflashadi), bundan tashqari spektral tarkibi ham oʻzgaradi. Atmosfera tarkibidagi ozonning miqdori juda oz boʻlsada, u toʻlqin uzunligi



$\lambda < 0,29$ mkm ultrabinafsha nurlarni kuchli yutadi. Ozon er yuzidan 70 km gacha (eng koʻp zichligi 20-25 km) balandlikda uchrasada, uning kuchli yutishi natijasida er yuziga $\lambda < 0,29$ mkm UB nurlar butunlay etib kelmaydi. Karbonat angidrid gazi toʻlqin uzunliklari 1,44, 1,60, 2,02, 2,70 va 4,31 mkm infraqizil nurlarni yaxshi yutadi. Ammo SO₂ gazi ham atmosfera



Quyosh zenitda (tepamizga tik) bo'lganda quyosh nuri atmosferada eng qisqa a_1O yo'lini, quyosh ufqda bo'lganda esa eng uzun a_5O yo'lini o'tadi.

Quyosh zenitda bo‘lganda er yuzidan boshlab atmosferaning yuqori chegarasigacha olingan asosi 1 sm^2 havo ustunining massasi-ni shartli ravishda bir birlikka teng ($m=1$) deb olaylik. Quyosh osmon gumbazi bo‘ylab harakatlanib ufqqa yaqinlash-gan sari nurlarning atmosferada o‘tadigan yo‘llari ko‘payib boradi. Demak, nurlarning o‘tadigan massalar soni ham borgan sari ortib boradi. Hisoblarning ko‘rsatishicha quyosh ufqda bo‘lganida nurlar-ning o‘tgan atmosfera massalari soni, quyosh zenitda bo‘lganida nurlarning o‘tgan atmosfera massalari sonidan 34,4 marta kat-ta bo‘ladi. Quyosh ufqqa yaqinlashgan sari uning yo‘lida yutuvchi va sochuvchi zarralar ko‘p uchraydi, ya’ni atmosfera tiniqligi kamayadi. Natijada

er yuziga etib keluvchi quyosh radiatsiyasi shunchalik ko'p kuchsizlanadi va er yuziga tushuvchi radiatsiyaning energetik yoritilganligi, atmosferaning yuqori chegarasidagi qiymati (S_0) dan ancha kamaygan bo'ladi. Quyidagi 3.1-jadvalda Quyoshning ufqdan balandligi turlicha bo'lganda, quyosh radiatsiyasining atmosferada o'tadigan massalar soni ko'rsatilgan. Quyoshning ufqdan balandligi turlicha bo'lganda, quyosh radiatsiyasining atmosferada o'tadigan massalar soni

3jadval

Quyosh balandligi, h_0	0°	0°	0°	5°	$^\circ$	$^\circ$	$^\circ$	$^\circ$
Atmosfera massasi, m	,00	,15	,00	,82	0,40	5,36	5,96	4,40

YUqoridagi 3-jadvaldan yana Quyoshning ufqdan baland-ligi kamaygan sari, yutilishi va sochilishining kuchayishi sabab-li quyosh radiatsiyasining kuchsizlanishi bir xil bormasligini ko'rish mumkin. Bundan tashqari quyosh balandligi katta bo'lganda nurlar o'tgan massalarining farqi kam bo'ladi. Masalan, quyosh balandligi 90° dan 60° ga pasayganda m ning qiymati 2 marta-gina oshadi, quyoshning kichik balandliklarida esa m ning o'zgari-shi katta. Masalan, quyosh balandligi 30° dan 0° gacha kamayga-nida m ning qiymati 17 marta ortadi. Endi to'g'ri radiatsiyaning atmosferadan o'tishida kuchsizlanishini miqdor jihatdan tavsiflashga o'tamiz. Atmosferaning yuqorigi chegarasidagi to'g'ri quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligini S_0 , atmosferada m massalar sonini o'tib er yuzidagi quyosh nurlariga tik yuzadagi to'g'ri quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligini S_m deb olsak, ular orasidagi bog'lanish quyidagi Buge formulasi bilan ifodalanadi:

$S_m = S_0 \cdot P^m$, (3.3)bu erda; R - atmosferaning tiniqlik ko'effitsienti, m - quyosh radiatsiyasining o'tgan atmosfera massalar soni. YUqoridagi (3.3) dan $m=1$ desak, $R = S_m/S_0$ kelib chiqadi. Demak, tiniqlik ko'effitsienti bu quyosh zenitda bo'lganida ($m = 1$) atmosferaning yuqori chegarasiga tushgan to'g'ri quyosh radiatsiyasining qancha qismi er yuziga etib kelishini ko'rsatadigan sonidir. Tiniqlik ko'effitsientining qiymatlari har doim 1 dan kichik bo'ladi. Suv bug'i bo'lmagan va aralashmalardan tozalangan «ideal» atmosfera uchun $R = 0,9$ ga teng. Real atmosferada esa tiniqlik ko'effitsientining qiymat-lari atmosferadagi suv bug'i va aerosol-lar miqdoriga bog'liq. Masalan, nurlar o'tgan massalarning soni bir xil bo'lsada,

ammo ularning yo'lida suv bug'i va zollar qanchalik ko'p bo'lsa, tiniqlik koef-fitsientining qiymatlari shunchalik oz bo'ladi. Tiniqlik koefitsientining qiymatlari odatda 0,60-0,85 chamasida bo'ladi. Turlicha to'lqin uzunlikdagi nurlar uchun R ning qiymati har xil. Masalan, to'lqin uzunligi 0,30 mkm da $R = 0,36$, to'lqin uzunligi 0,70 mkm da $R = 0,97$ ga teng.



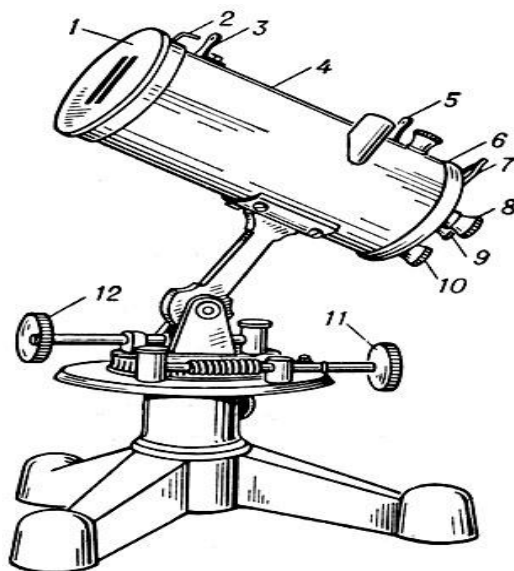
SHunday qilib, atmosferada to'g'ri radiatsiyaning kuchsizlanishiga birinchidan, massalar soni m bilan tavsiflanadigan nurlarning atmosferada o'tadigan yo'llarning uzunligi, ikkinchidan atmosferaning tiniqligini tavsiflaydigan nurlar yo'-lidagi kuchsizlantiruvchi zarrachalar konsentratsiyasining ta'siri sabab bo'ladi. Biz yuqoridagi (3.3) formulani monoxromatik quyosh radiatsiyasi oqimiga yozganmiz. To'g'ri radiatsiyaning umumiy (integral) oqimi uchun bu formulani qo'llashda R ning o'rtacha qiymatlaridan foydalaniladi. Umuman olganda, bulutsiz atmosferadan o'tishda yutilish sababli quyosh radiatsiyasi 20-25% ga kamayadi. Agar osmon quyi qavat bulutlari bilan to'la qoplangan bo'lsa, er yuziga oz miqdordagi sochilgan radiatsiya etib keladi. Endi atmosferada quyosh radiatsiyasining sochilishini ham-da unga bog'liq vujudga keladigan hodisalarni qaraymiz. To'g'ri quyosh radiatsiyasi atmosfera qatlamidan o'tishda avval aytganimizdek atmosfera gazlari, suv bug'i, karbonat angidrid gazi va turlicha o'lchamli aerosol zarrachalarida yutilishi sababli qisman kuchsizlanadi. Bundan tashqari bu zarralarda to'g'ri radiatsiyaning qisman sochilishi sababli ham «qisman» kuchsizlanadi. Agar aerosol zarrachalar qanchalik ko'p bo'lsa, quyosh radiatsiyasining sochilishi shunchalik kuchayadi. Biror yo'nalishda tarqalayotgan radiatsiyaning (to'g'ri radiatsiya aynan shunday tarqaladi) barcha yo'nalishlarda tarqaluvchi radiatsiyaga aylanishiga quyosh radiatsiyasining sochilishi deb yuritiladi. Turli xil zarrachalarda sochilganidan keyin osmon gumbazining turli nuqtalaridan erdagi gorizontaal yuzaga tushadigan radiatsiyani sochilgan radiatsiya deb atalishini avval qayd qilganmiz. Sochilish jadalligi esa hajm birligidagi quyosh radiatsiyasini sochuvchi zarrachalar miqdoriga, ularning tabiatiga va katta-kichikligiga bog'liq. Sochuvchi zarrachalarning o'lchamlari sochilayotgan nurlanish to'lqin uzunligidan juda kichik, teng yoki katta bo'lishi mumkin.

Quyosh radiatsiyasining yorug'lik ekvivalenti.

Yoritilganlikning o'simliklar uchun ahamiyati

Ma'lumki, to'g'ri va sochilgan quyosh radiatsiyalari birgalikda Er yuzidagi tabiiy yoritilganlikni vujudga keltiradi. Kunduzgi yoritilganlikni quyosh

radiatsiyasining to'liq uzunliklari $\lambda=0,38-0,76$ mkm orasidagi qismi hosil qiladi. Quyosh radiatsiyasi Erga tushayotgan quyosh nurlanish oqimini energetik jihatdan, yoritilganlik esa quyosh nurlanishini fotometrik jihatdan tavsiflaydi. Quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligi hozirgi vaqt-da Vt/m^2 birlikda o'lchanishini shu bobning boshida aytganmiz. Biror yuzaning yoritilganligini esa lk (lyuks) birligida o'lchanadi. Er yuzining yoritilganligi, unga tushuvchi quyosh radiatsiyasiga to'g'ri mutanosib. Biror joyda kunduzi quyosh radiatsiyasi va er yuzining yoritilganligi o'zaro to'g'ri mutanosib ravishda o'zgarib boradi, ya'ni bir joyda tushki paytgacha ularning qiymatlari oshib borsa, kunning ikkinchi yarmida esa kamaya boradi. [3] SHuning uchun ularni o'zaro bog'lab turadigan yangi kattalikni kiritish lozim yoki aktinometrik ma'lumotlar asosida yoritilganlikni va aksincha, yoritilganlik qiymatlariga binoan quyosh radiatsiyasining qiymatlarini topish zarur bo'lib qoladi. Bunday hollar-da quyosh radiatsiyasining yorug'lik ekvivalenti tushunchasidan foydalaniladi. Kilolyuks hisobida o'lchanayotgan tabiiy yoritilganlikning ayni shu vaqtda kVt/m^2 birlikda o'lchanayotgan quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligi qiymatiga nisbatini quyosh radiatsiyasining yorug'lik ekvivalenti deb yuritiladi va N harfi bilan belgilanadi. Quyidagi 2-jadvalda L.D. Matveev ma'lumotlariga asosan quyoshning ufqdan balandligi turlicha bo'lganda to'g'ri va yi-g'indi quyosh radiatsiyalari uchun yorug'lik ekvivalentlarining qiy-matlari keltirilgan.



To'g'ri va yig'indi quyosh radiatsiyalarining yorug'lik ekvivalentlari

($klk \cdot m^2/kVt$ larda)

4-jadval

Quyosh balandligi	Radiatsiya	
	to'g'ri	yig'indi
10-20°	75	92
21-30°	85	96
31-40°	92	98
41-50°	96	100
51-75°	100	102

4-jadvaldan ko‘rinadiki, quyosh balandligi 40° dan oshgandan keyin yorug‘lik ekvivalentining qiymatlari kam o‘zgaradi. Bulutlik 0-6 ball bo‘lganda quyoshning barcha balandliklari uchun sochilgan radiatsiyaning yorug‘lik ekvivalentini $117 \text{ klk}\cdot\text{m}^2/\text{kVt}$, bulutlik 7-10 ball bo‘lganda esa $103 \text{ klk}\cdot\text{m}^2/\text{kVt}$ qiymatlarini olish kerak. Quyosh radiatsiyasi yorug‘lik ekvivalentining bu qiymatlari odatda gorizont sirtlarning yoritilganligini hisoblashdagi-na qo‘llaniladi. Toshkent shahri hududi uchun tabiiy yoritilganlikning maksimal qiymati iyun oyiga (bu davrda uning maksimal qiymati 10^5 lk ga yaqinlashadi), minimal qiymati esa dekabr oyiga to‘g‘ri keladi. Quyosh yorug‘ligi - o‘simliklar dunyosi uchun asosiy hayot omillaridan biridir. O‘simliklar quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligi, spektral tarkibi o‘zgarishiga va yorug‘lik kuni uzunligiga juda ta’sirchan bo‘ladilar. Yoritilganlik jadalligining o‘simliklar hayot faoliyatidagi roliga ba’zi misollar keltiramiz: tajribalar yorug‘lik ta’sirida turli ekinlar bargida fotosintez boshlanishining minimal qiymatlari turli o‘simliklar uchun har xil bo‘lishini ko‘rsatadi. Masalan, o‘ta sust o‘sish, gullash va hosil to‘plash davrida bodring o‘simligi uchun minimal yoritilganlik 2400 lk , pomidor o‘simligi uchun 4000 lk , no‘xat uchun 1100 lk ga teng bo‘lishi lozim. SHuningdek, fotosintezning jadal borishi uchun yoritilganlik qiymatlari ham turli o‘simliklar uchun har xil bo‘ladi.

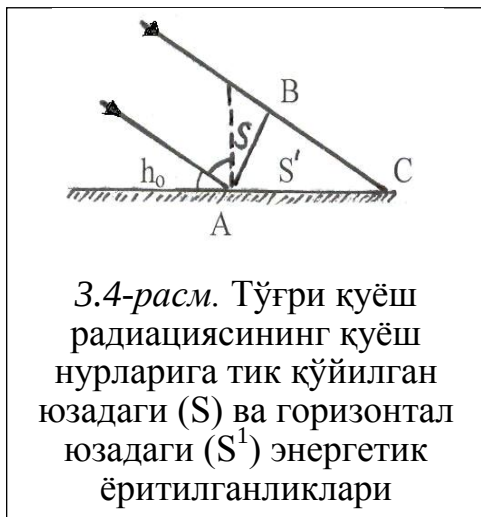
SHunday qilib, qishloq xo‘jalik ekinlarining hosildorligi-ni oshirish uchun agrotexnika talablariga to‘la javob berish bilan bir qatorda dalalardagi ekin to‘plari qalinligini to‘g‘ri tanlab, o‘simliklar orasida yorug‘lik rejimini yaxshilash talablariga ham ahamiyat berish lozim.

To‘g‘ri quyosh radiatsiyasi.

Er sirtidagi biror yuzaga tushadigan quyosh nurlanish energiyasining oz yoki ko‘pligini aniqlashda quyosh radiatsiyasining vujudga keltirgan energetik yoritilganligi tushunchasidan foydalaniladi. Quyosh nurlariga tik joylashgan birlik yuzaga vaqt birligida tushuvchi to‘g‘ri radiatsiya

miqdoriga to‘g‘ri quyosh radiatsiyasining tik yuzadagi energetik yoritilganligi deb aytiladi. [1]

To‘g‘ri radiatsiyaning quyosh nurlariga tik qo‘yilgan yuzadagi energetik yoritilganligini S , quyosh zenitda bo‘lmaganida to‘g‘ri radiatsiyaning gorizont yuzadagi energetik yoritilganligini S^1 harflari bilan belgilaylik. Quyoshning ufqdan hisoblanadigan balandligi h_0



deb olaylik. (4-rasm)

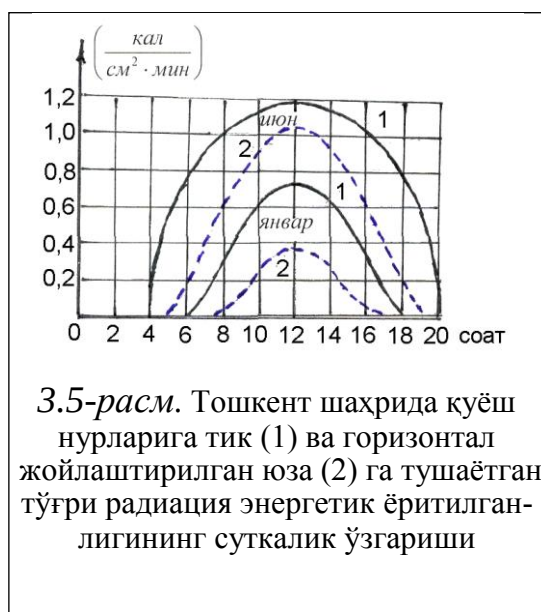
U holda S va S^1 orasidagi munosabat quyidagicha bo'ladi:

$$S' = S \cdot \sin h_0. \quad (3.5)$$

Bu (3.5) ifodadan ko'rinadiki, $h_0=90^\circ$ bo'lgandagina $S^1 = S$ ga teng bo'ladi, h_0 ning boshqa qiymatlarida esa har doim $S^1 < S$ munosabat saqlanadi.

To'g'ri radiatsiyaning energetik yori-tilganligi Quyoshning ufqdan balandligiga, atmosfera tiniqligiga bog'liq va kuzatish joyining dengiz sathidan balandligi oshishi bilan ortadi. O'zbekiston Respublikasi hududida tekisliklarda havo ochiq kunlari tushki soatlarda S ning qiymatlari $0,80-0,94 \text{ kVt/m}^2$ chegarada o'zgaradi. Er yuzidan balandlik oshgan sari ham S ning qiymatlari orta boradi. Masalan, baland tog'lik joydagi Qi-zilcha meteorologik stansiyasida S ning ko'p yillik o'rtacha qiymatlari $0,94-1,06 \text{ kVt/m}^2$ chegarada o'zgargan, maksimal qiymati esa $1,21 \text{ kVt/m}^2$ ga etgan. Er sirtidan $4-5 \text{ km}$ balandlikda esa S ning qiymatlari $1,18 \text{ kVt/m}^2$ dan ortiq bo'ladi. Balandlik oshgan sari S ning ortishiga sabab, yuqoriga ko'tarilgan sari quyosh nurlarining havodagi o'tadigan yo'li qis-qarib, to'g'ri radiatsiyani yutuvchi va sochuvchi zarrachalar soni-ning kamayib borishligidir.

To'g'ri quyosh radiatsiyasi sutka va yil davomida o'zgaradi. Havo ochiq kuni ertalab quyosh chiqqandan boshlab, to'g'ri radiatsiya avval tez, keyin sekinroq ortaboshlaydi, haqiqiy tush vaqtida esa eng katta-maksimal qiymatiga



iyun va yanvar oylaridagi o'rtacha qiymatlari 3.5-rasmda ko'rsatilgan.

5-rasmdan ko'rinadi-ki, S^1 ning qiymatlari S ga qaraganda oz bo'ladi. Bu farq ayniqsa qish oylari-da katta, yoz oylarida har qaysi joyda Quyosh osmon-da

ancha balandda bo'lganidan S va S^1 larning qiy-matlari bir-biriga yaqin bo'ladi. Masalan, O'zbekiston hududining eng shimo-liy nuqtasida ($45^{\circ}35'$ shi-moliy kenglikda) yozda Quyoshning ufqdan eng katta balandligi 68° ga qishda esa 21° ga teng. O'zbekiston hududining eng janubiy nuqtasida (sh.k. $37^{\circ}10'$) quyoshning ufqdan eng katta balandligi yozda 76° ga, qishda esa 29° gacha kamayadi. SHuning uchun janubiy hududlarga tushuvchi to'g'ri radiatsiya miqdori, shimoliy hududlarga tushuvchi to'g'ri radiatsiya miqdori-dan oshiq bo'ladi. [3] Endi ba'zi shaharlar uchun to'g'ri radiatsiyaning maksimal qiymatlariga oid ushbu misolni keltiramiz (kVt/m^2): Irkutskda 1,03; Moskvada 1,03; Tbilisida 1,05; Toshkentda 1,06. Bu ma'lumotlar geografik kenglik kamayib borishidan garchi quyoshning ufqdan balandligi ortsada, to'g'ri radiatsiyaning maksimal qiy-matlari juda kam oshishini ko'rsatadi. Bunday holatni geogra-fik kenglikning kamayishi bilan havodagi suv bug'i miqdorining ortishi va janubiy hududlarda havodagi chang zarralarining ko'payishi bilan izohlanadi. O'zbekiston hududida to'g'ri radiatsiyaning yillik o'zgarishi-da oylik o'rtacha qiymatlardan maksimumi bahorga mart-aprel oylariga to'g'ri kelib, $1,067 \text{ kVt/m}^2$ gacha etadi, eng oz-minimal qiymati esa dekabr oyiga to'g'ri keladi. Bunday bo'lishiga sabab, yoz oylarida atmosferada chang zarralari va suv bug'lari ko'p bo'lganidan, ular to'g'ri radiatsiya-ni ko'p yutadi. Natijada er yuziga etib keluvchi to'g'ri radiatsiya oqimi ancha kuchsizlanadi. Bahorda esa havo ancha toza bo'lib chang va suv bug'lari kam bo'ladi. SHuning uchun er yuziga tushuvchi to'g'ri radiatsiya oqimi bahorda eng katta qiymatiga erishadi.



Sochilgan quyosh radiatsiyasi

Sochilgan quyosh radiatsiyasining boshlang'ich manbai to'g'ri quyosh radiatsiyasi bo'lganligidan, uning kattaligi to'g'ri radiatsiya kabi Quyoshning ufqdan balandligiga, atmosfera tiniqligiga va osmonning bulut bilan qoplanishi darajasiga bog'liq. Sochilgan radiatsiya maksimumi, to'g'ri radiatsiya maksimumi-dan ancha oz bo'lib, O'zbekiston hududida tushki paytda o'rtacha $0,10-0,18 \text{ kVt/m}^2$ qiymatlariga erishadi. Quyoshning ufqdan balandligi qanchalik yuqori bo'lsa sochilgan radiatsiya oqimi ham shunchalik ko'p bo'ladi. Quyosh ufqqa yaqinlashgan sari esa sochilgan radiatsiya oqimi kamaya boradi. Atmosfera ifloslanishi ko'paygan sari so-chilgan radiatsiya miqdori ham ortadi (chunki atmosferadagi quyosh radiatsiyasini sochuvchi zarrachalar ko'payadi). Sochilgan radiatsiya-ning bulutlikka bog'liqligi murakkab xarakterga ega. Troposferada ancha yuqorida (10-11 km) hosil

bo'luvchi yupqa va yorqin (oq) bulutlar sochilgan radiatsiya oqimini orttiradi. YUqori to'p-to'p bulutlar sochilgan radiatsiyani osmon ochiq kundagi qiymatiga nisbatan 8-10 marta kuchaytiradi. Osmonni to'la qoplagan qalin va kuchli eng quyi qavat bulutlari sochilgan radiatsiyani, osmon ochiq kundagi miqdoridan kamaytirib yuboradi.

Toshkent shahrida o'rtacha quyosh vaqti bilan soat 12³⁰ da osmon ochiq kuni sochilgan radiatsiyaning energetik yoritilganligi: yanvar oyida 0,10; aprelda 0,17; iyulda 0,15; oktyabrda 0,14 kVt/m²ga teng. O'ziga tushayotgan to'g'ri radiatsiyaning 70-90% qismini qayta-radigan qor qoplamasi sochilgan radiatsiya oqimini birmuncha kuchaytiradi. Osmon ochiq kuni dengiz sathidan balandlik oshgan sari sochilgan radiatsiya miqdori kamayadi, chunki balandlik oshgan sari to'g'ri radiatsiyani sochuvchi atmosfera qatlamlarining qalinligi kamayib boradi. Sochilgan radiatsiyaning osmon ochiq kundagi sutkalik va yillik o'zgarishi to'g'ri radiatsiyanikiga o'xshash bo'ladi. Ammo ertalab sochilgan radiatsiya Quyosh chiqishdan oldin paydo bo'ladi, so'ngra Quyosh ufqdan ko'tarilgan sari sochilgan radiatsiya orta boradi, soat 12-13 larda maksimal qiymatiga erishadi va kechqurun g'ira-shira paytning tugashi bilan nolga teng bo'lib qoladi. Yillik o'zgarishida osmon ochiq bo'lganda sochilgan radiatsiya maksimumi iyul, minimumi esa yanvar oyida kuzatiladi. Osmon bulut bilan to'la qoplanganda ham sochilgan radiatsiyaning yillik o'zgarishining borishi ancha sodda bo'ladi. Bulutli kunlarda esa sochilgan radiatsiyaning sutkalik va yillik o'zgarishining borishi ancha o'zgarib ketadi.

Yig'indi quyosh radiatsiyasi

Istalgan gorizontalar va og'ma sirtlarga, o'simliklar bargiga to'g'ri quyosh radiatsiyasi va sochilgan quyosh radiatsiyasi ayni bir vaqtda tushadi. Odatda gorizontalar sirtga ayni bir vaqtda tushuvchi to'g'ri radiatsiya va sochilgan radiatsiyani birgalikda yig'indi quyosh radiatsiyasi deyiladi. Yig'indi quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligini Q bilan belgilaylik. U vaqtda:

$$Q = S^1 + D = S \cdot \sin h_0 + D \quad (3.6)$$

ga teng bo'ladi. Demak, yig'indi radiatsiya tarkibi to'g'ri va sochilgan radiatsiyadan iborat bo'lib, to'g'ri va sochilgan radiatsiyalar orasidagi o'zaro munosabat quyosh balandligi, atmosfera tiniqligi va bulutlikka bog'liq ravishda o'zgarib boradi. Osmon ochiq kuni Quyosh balandligi oshgan sari sochilgan radiatsiya ulushi kamaya boradi. Atmosfera tiniqligi qancha oshsa, sochilgan radiatsiya ulushi shuncha kam buladi. Osmon to'la zich bulut bilan qoplanganda Erga faqat sochilgan radiatsiya oqimi tushadi. Bulutlik mavjud bo'lganda yig'indi radiatsiyaning tushishi keng chegarada o'zgaradi. Erga tushuvchi yig'indi radiatsiyaning eng katta qiymati bulutsiz kunlari (osmon ochiq bo'lganda) kuzatiladi. O'zbekiston hududlari-

da yig'indi radiatsiya Q ning ko'p yillik o'rtacha qiymatlari 0,45-0,96 kVt/m² orasida o'zgaradi. [4]

O'rtacha quyosh vaqti bilan soat 12³⁰ da Toshkent shahrida osmon ochiq kuni Q ning miqdori yanvar oyida 0,49, aprel oyida 0,89, iyul oyida 0,94, oktyabr oyida 0,64 kVt/m² ga teng. Osmon ochiq bo'lganda Q sutkalik o'zgarishining borishida maksimal qiymati tushki paytda kuzatiladi. Yillik o'zgarishi-ning borishida esa O'zbekiston hududida Q maksimumi mart-iyun, minimumi esa yanvar oylarida kuzatiladi.

Qaytgan quyosh radiatsiyasi. Albedo

Er sirtiga tushuvchi yig'indi quyosh radiatsiyasining katta qis-mi tuproq yoki suvning ustki yupqa qatlamida yutilib issiqlikka aylanadi, qolgan qismi esa qaytadi. Biror sirtning quyosh radiatsiyasini qaytarishi mazkur sirtning qaytarish qobiliyatiga bog'liq. Qaytgan radiatsiya miqdori R_q ning, berilgan sirtga tushayotgan yig'indi radiatsiya miqdori Q ga nisbatini taglik yuzaning qaytaruvchanlik qobiliyati yoki albedosi A deyiladi, ya'ni:

$$A = \frac{R_q}{Q} = \frac{R_q}{S^1 + D} = \frac{R_q}{S \cdot \sinh_0 + D} \cdot (3.7)$$

Albedo odatda foizlarda ifoda qilinadi. Faol yuzadan qaytgan radiatsiya R_q ni qisqa to'lqin uzunlikli qaytgan radiatsiya deb yuritiladi. SHunday qilib, biror sirtga tushuvchi yig'indi radiatsiya umumiy oqimi $(S \cdot \sinh_0 + D)$ dan uning $(S \cdot \sinh_0 + D) \cdot A$ qismi qaytadi, qolgan $(S \cdot \sinh_0 + D) (1-A)$ qismi er yuzi tomonidan yutiladi va tup-roq hamda suvning ustki qatlamlarini isitishga sarf bo'ladi. Bu qismni yutilgan radiatsiya deb yuritiladi.

Er sirtining istalgan joydagi albedosi shu joyning tekis-tekismasligiga, rangiga, namligiga va o'simliklar bilan qoplanish darajasiga va boshqa xossalariga bog'liq. Quyidagi 3.3-jadvalda V.L. Gaevskiy, M.I. Budiko ma'lumotiga asosan ba'zi tabiiy sirtlarning albedolari keltirilgan (foizlarda). YUzasi g'adir-budur to'q tusli tuproq, yuzasi tekis va yorqin tuproqqa qaraganda yig'indi radiatsiyani kam qaytaradi. Nam tuproq yig'indi radiatsiyani quruq tuproqqa nisbatan kam qaytaradi. Demak, tuproq namligi ortishi bilan yig'indi radiatsiyani yutishi kuchayadi. Bu esa sug'oriladigan erlarning issiqlik rejimini o'zgartirishda katta ahamiyatga ega. Qorning albedosi o'rtacha 60% ga teng, yangi yoqqan toza qorning albedosi esa 90% gacha etadi.

5-jadval

Turli tabiiy sirtlarning albedolari (% larda)

Sirt	Albedo	Sirt	Albedo
Yangi yoqqan qor	80-95	Bug'do y dalasi	10-25
Ifloslangan qor	40-50	Kartosh ka dalasi	15-25
To'q tusli tuproq	5-15	G'o'za dalasi	20-25
Quruq loyli tuproq	20-35	Quruq dasht	20-30
		Ignabar gli o'rmonlar	10-15
Quruq qumli tuproq	25-45	Bargli o'rmonlar	15-20
Dengiz muzi	30-40	O'tzor	15-25

Suv sirtining albedosi quyosh nurlarining suv sirtiga tushish burchagiga bog'liq. Masalan, Quyosh balandligi $h_0 = 90^\circ$ da $A = 2\%$, $h_0 = 50^\circ$ da $A = 4\%$, $h_0 = 5^\circ$ da $A = 35\%$ bo'ladi. Bu misoldan ko'rinadiki, suv sirtining eng kam albedosi tushki paytda, eng katta albedosi ertalab va kechqurun kuzatiladi. Buning sababi, Quyosh balandligi kichik bo'lganda yig'indi radiatsiya tarkibida sochilgan radiatsiya ulushi ko'p bo'ladi. Sochilgan radiatsiya esa notekis taglik yuzadan to'g'ri radiatsiyaga nisbatan ko'proq qaytadi. 5-jadvaldan qor va muzning albedosi ancha katta ekanligini ko'ramiz. SHuning uchun qor yoki muz qatlami quyosh radiatsiyasidan juda kam issiqlik oladi. Natijada qutbiy hududlarda bahor kechikib boshlanadi va abadiy muzliklar saqlanadi.

Radiatsion balans. Radiatsion balans tenglamasi

Faol yuzaning radiatsion balansi deb, bu yuzaga tushuvchi va undan ketuvchi nurlanishlar oqimlari ayirmasiga aytiladi.

Radiatsion balansning kirim qismini gorizonta yuzaga tu-shuvchi to'g'ri radiatsiya S^1 , sochilgan radiatsiya D va atmosfera-ning uchrashuvchi nurlanish E_a tashkil qiladi. Radiatsion balans-ning chiqim qismi esa qisqa to'lqin uzunlikli qaytgan radiatsiya R_q va Er sirtining nurlanishi E_{er} lardan iborat. Agar faol yuzaning radiatsion balansini V harfi bilan belgilasak, faol yuzaning radiatsion

balansining umumiy ko‘ri-nishini quyidagicha yoza olamiz:

$$B = S^1 + D + E_a - R_k - E_{ep}, \quad (3.9)$$

yoki $Q = S^1 + D$ ekanligini nazarga olsak

$$B = Q + E_a - R_k - E_{ep} = Q - R_k - (E_{ep} - E_a) = Q - R_k - E_c, \quad (3.10)$$

bu erda: Q = yig‘indi radiatsiya, E_s - samarali nurlanish. YUqoridagi (3.9) formulani quyidagicha ham yozish mumkin:

$$B = S^1 + D - (S^1 + D) \cdot A + E_a - E_{ep} = (S^1 + D)(1 - A) - E_c = Q(1 - A) - E_c, \quad (3.11)$$

bu erda: A -faol yuzaning albedosi. YUtilgan radiatsiya $Q(1-A)$ taglik yuzaning isishida, samara-li nurlanish E_s esa taglik yuzaning sovishida faol rol o‘ynaydi. Sutka davomida yig‘indi radiatsiya va samarali nurlanish miqdorlari uzluksiz o‘zgarganidan radiatsion balansning qiymat-lari ham uzluksiz o‘zgaradi. Osmon bulut bilan to‘la qoplanganda va Erga to‘g‘ri radiatsiya tushmayotganda $V = D - R_q - E_s$ kechasi esa qisqa to‘lqinli qaytgan radiatsiya ham bo‘lmaganligidan radiatsion balans V qiymatlari manfiy bo‘ladi: $V = e_a - E_{er} = -E_s$ ga teng bo‘ladi. Quyosh radiatsiyasi va radiatsion balansni o‘lchash Hozirgi vaqtda aktinometrik kuzatishlarda quyosh radiatsiyasi oqimlarini o‘lchash uchun mutlaq va nisbiy usullar qo‘llani-ladi. SHuning uchun bu usullarga mos ravishda mutlaq va nisbiy asboblari ishlab chiqarilgan. Mutlaq asboblarda quyosh radiatsiyasi energetik yoritilganligini to‘g‘ridan-to‘g‘ri $\text{kal/sm}^2 \cdot \text{min}$ (yoki Wt/m^2) birliklarda o‘lcha-nadi va ular hozirgi vaqtda nisbiy asboblarni darajalash va tekshirish uchun qo‘llaniladi. Nisbiy asboblari meteorologik stansiyalardagi muntazam olib boriladigan kuzatishlarda, ekspeditsiyalarda va dala kuzatishlarida ishlatiladi. [3] To‘g‘ri radiatsiyani o‘lchash uchun ishlatiladigan asbobni aktinometr deb yuritiladi. Hozirgi vaqtda to‘g‘ri quyosh radiatsiyasini o‘lchashda eng ko‘p qo‘llaniladigan nisbiy asbob Savinov-YAnishevskiy termoelektrik aktinometridir. Aktinometr ishlashi uchun termoelektrik effekt asos qilib olingan. Ma’lumki, ikki xil metall o‘tkazgichning ikkala uchlarini o‘zaro kavsharlab, berk elektr zanjiri hosil qilsak, kavsharlangan uchlarning haroratlari bir-biridan farq qilsa, mazkur zanjirdan juda oz miqdorda tok o‘tadi. Zanjir ochiq bo‘lganda vujudga keladigan termo elektr yurituvchi kuch (e.yu.k.) ning kattaligi kavsharlangan uchlar haroratlari ayirmasiga va kavsharlangan o‘tkazgichlarning moddalariga bog‘liq bo‘ladi. Kattaroq tok olish uchun bunday termo juftlarni o‘zaro ketma-ket ulanadi. Termoelektrik aktinometrlarning asosiy qismlari: termobatareyali yutgich, ichiga termobatareyali disk joylashtirilgan trubka va shtativdan iborat. Aktinometrning asosiy qismi, ya’ni termobatareyali yut-

gich manganin va konstantan poloskalarining ketma-ket ulanishidan hosil qilingan termobatareya yulduzcha shaklida joylashtiriladi. Barcha toq nomerli kavsharlangan uchlar markaz atrofida, juft nomerli kavsharlangan uchlar esa chekkada o'rnatiladi. Aktinometrda foydalanilgan vaqtda termoyulduzchaning ikkala uchini GSA-1 tipdagi galvanometrga ulanadi.

Savollar va topshiriqlar

1. Quyosh radiatsiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Atmosferada quyosh radiatsiyasi oqimining qanday turlari mavjud?
3. Quyosh doimiysi deb nimaga aytiladi?
4. Quyosh spektri qanday qismlardan iborat?
5. Qisqa va uzun to'liqinli infraqizil radiatsiyalar o'simlikka qanday ta'sir ko'rsatadi?
6. To'g'ri quyosh radiatsiyasi atmosferadan o'tishida nima uchun kuchsizlanadi?
7. Atmosferada quyosh radiatsiyasining sochilishi qanday yuzaga keladi? Reley qonuni qanday ta'riflanadi?
8. To'g'ri quyosh radiatsiyasining sutkalik va yillik o'zgarishi nimalarga bog'liq?
9. Sochilgan quyosh radiatsiyasi deb nimaga aytiladi?
10. Albedo nima? Turli tabiiy sirtlarning albedosiga mi-sollar keltiring.

18-Mavzu: Tuproqning issiqlik rejimi

Reja:

1. Tuproqning isishi va sovishi
2. Tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlari
3. Tuproq yuzasi haroratining sutkalik va yillik o'zgarishi
4. Relif, o'simliklar va qor qoplamining tuproq haroratiga ta'siri

Adabiyotlar [1],[2] [3] [4] [5]

Quruqlik sirtiga tushgan quyosh radiatsiyasining bir qismi undan qaytib atmosfera va kosmik fazoga tarqaladi, quruqlik yuzasida yutilgan qismi esa issiqlikka aylanadi, o'z navbatida bu issiqlikning bir qismi erga tutashgan havo qatlamini, o'simliklarni isitishga va tuproqning yuza qatlamidagi hamda o'simliklardagi suvni parlanishga sarflanadi. YUtilgan issiqlik-ning qolgan qismi esa tuproqning pastki qatlamlariga uzatiladi (tuproq yuzasining harorati pastki qatlamlarning haroratidan yuqori bo'lganda). Biror joyga tushuvchi quyosh radiatsiyasining miqdori bir-kecha kunduz va yil davomida o'zgarib turadi. SHuning uchun ham o'sha joydagi tuproqning isish darajasi quyoshning ufqdan balandligiga, joyning geografik kengligiga va relefiga, o'simliklar bilan qoplanish darajasiga, yil fasllariga bog'liq ravishda o'zgarib boradi, ba'zan bu o'zgarish juda keng chegarada ro'y beradi. Tuproq issiqlik rejimining asosiy ko'rsatkichi uning haro-ratidir.

Tuproqning issiqlik rejimi deb, tuproqqa issiqlikning kelishi, qaytishi, to'planishi va uning tuproq qatlamlariga uzatilishi kabi hodisalar majmuasiga aytiladi. Er sirtining harorat rejimi asosan radiatsion balansga, ya'ni tushadigan quyosh radiatsiyasi miqdoriga, joyning albedo-siga va samarali nurlanishiga bog'liq. Musbat radiatsion balansda tuproqning ustki (eng yuqorida-gi) qatlami siydi, bunda yuqorida aytganimizdek yutilgan is-siqlikning ma'lum qismi pastki qatlamlarga uzatiladi. Agar radiatsion balans manfiy bo'lsa, tuproqning yuza qat-lami soviydi, bunda issiqlik tuproqning ichki qatlamlaridan tuproq yuzasiga uzatiladi. Natijada tuproqning ichki (pastki) qatlamlari soviydi. Umuman, tuproq sirtida joylashgan yupqa qatlami bilan pastki qatlamlari orasida uzluksiz issiqlik almashinish davom etadi. Bu issiqlik almashinish asosan molekulyar issiqlik o'tka-zuvchanlik yo'li bilan amalga oshadi. Tuproqdagi issiqlikning uncha ko'p bo'lmagan qismi erning ich-ki qismidan ko'tariladigan issiqlikdan va erning qattiq qopla-mi (litosfera) ning yuqorigi qismlarida kechadigan kimyoviy reaksiyalar va biologik jarayonlar natijasida vujudga keladi-gan issiqlik hisobiga hosil bo'ladi. Organik moddalar (go'ng, o'simlik qoldiqlari, har xil chirindi kabilar) ning chirishidan ajraladigan issiqlik unchalik ko'p emas. Tuproqning isishida faol qatlamdagi suv bug'ining kondensatsiyasida ajralgan issiq-lik ham (juda oz bo'lsada) ahamiyatga ega [1]. Bundan tashqari er qobig'ining ustki qatlamlaridagi tabiiy radioaktiv moddalar-ning emirilishida ajraladigan issiqlik ham tuproqni juda kam darajada isitadi. Tuproq yuzasi Erning uzun to'lqinli nurlanishi, sovuq havo massalarining kirib kelishi natijasida soviydi. Tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlari Tuproqning harorat holati, isishi va sovishi kabi jarayon-larga er yuzasining xususiyatlari bilan bir qatorda tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlari ham katta ta'sir ko'rsatadi. Tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlariga issiqlik sig'imi, issiq-lik o'tkazuvchanligi, harorat o'tkazuvchanligi va issiqlikni o'z-lashtiruvchanligi kabi kattaliklar kiradi. Ularning har biri-ni alohida qaraymiz. Tuproqning issiqlik sig'imi. Tuproqning issiqlik sig'imi uning issiqlikni yutish qobiliyatini bildiradi. Tuproqning issiqlik sig'imi ikki xilda bo'ladi:

1. Tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi s .
2. Tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi s_h .

1 kg quruq tuproqni 1°S ga isitish uchun kerak bo'lgan issiq-lik miqdoriga tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi s deyiladi va uni $\text{J/kg}\cdot^\circ\text{S}$ birlikda o'lchanadi. Tuproqshunoslik fanida esa tuproq solishtirma issiqlik sig'imini $\text{kal/g}\cdot^\circ\text{S}$ birlikda o'lchash keng tarqalgan. 1 m^3 quruq tuproqni 1°S ga isitish uchun kerak bo'lgan issiq-lik miqdoriga tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi s_h deyiladi va uni $\text{J/m}^3\cdot^\circ\text{S}$ birlikda o'lchanadi. Tuproqshunoslikda s_h ni ko'pincha $\text{kal/sm}^3\cdot^\circ\text{S}$ birlikda o'lchanadi. Tuproqning solishtirma va hajmiy issiqlik sig'implari o'zaro quyidagicha munosabatda bog'langan:

$$C_x = C \cdot \rho, (4.5)$$

bu erda: ρ - tuproq qattiq fazasining zichligi. [3]

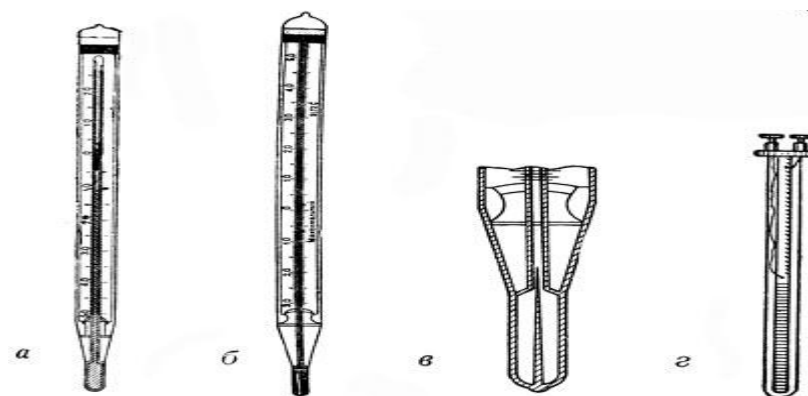
Demak, tuproq solishtirma issiqlik sig'imini tuproq qattiq fazasining zichligiga ko'paytirib, tuproqning hajmiy issiqlik sig'imini hisoblash mumkin. Tuproq solishtirma issiqlik sig'i-mini kalorimetr yordamida aniqlanadi. Tuproqning issiqlik sig'imi uning mineralogik va mexanik tarkibiga, organik moddalar miqdoriga, tuproqning kovakligi va tuproqdagi havo miqdoriga bog'liq (6-jadval).

6-jadval

Tuproq tarkibiy qismlarining issiqlik sig'implari.

Moda	Issiqlik sig'imi	
	solishtirma (kal/g·°S)	hajmiy (kal/sm ³ ·°S)
Kvars li qum	0,196	0,517
Loy	0,233	0,577
Torf	0,477	0,611
Suv	1,000	1,000
Kvars	0,198	0,534

Ushbu 4.1-jadvaldan ko'rinadiki, suvning issiqlik sig'imi tuproqdagi mineral va organik moddalarnikidan katta. Amali-yotda tuproqning hajmiy issiqlik sig'imini aniqlash keng qo'lla-niladi. Hajmiy issiqlik sig'im esa tuproq g'ovaklarining suv yoki havo bilan to'lishi darajasiga bog'liq. Havoning hajmiy issiqlik sig'imi 0,0003 kal/sm³·°S ga, suvning hajmiy issiqlik sig'imi esa 1 kal/sm³·°S ga teng. Demak, suvning hajmiy issiqlik sig'imi havonikidan 3000 marta katta. SHuning uchun tuproqda suvning borligi uning hajmiy issiqlik sig'imini orttiradi yoki tuproq namligi ortishi bilan uning hajmiy issiqlik sig'imi ham kuchayadi. Tuproqda havo qancha ko'p bo'lsa, uning hajmiy issiqlik sig'imi shuncha oz bo'ladi. SHuning uchun nam tuproq quruq tuproqqa qaraganda sekin qiziydi va sekin soviydi. Quruq tuproq tez isiydi va tez soviydi. Suv isishda ko'p issiqlik yutadi va sovishda esa ko'p issiqlik ajratadi. SHuning uchun ham qishda uylar va himoya qilingan tuproq inshootlarini issiq suv bilan isitiladi.



Bahor oxirlarida qora sovuqlar tushish xavfi bo'lganda dehqonlar ekinlarni sug'oradilar. Suv sovishida ajralgan is-siqlik hisobiga ekinlar orasi va tepasidagi havo 1-2°S ga isib, ekinlarni qisqa mudatli qora sovuqlardan himoya qilish mumkin. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi. Tuproqning ko'proq isigan qatlamlaridan kamroq isigan qatlamlariga issiqlik uzatish xossasiga uning issiqlik o'tkazuvchanligi deyiladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik o'lchovi bo'lib issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ xizmat qiladi. Qalinligi 1 m bo'lgan qatlam chekkalaridagi haroratlar 1°S ga farq qilganda, qatlamning 1 m² yuzidan 1 s davomida o'tadigan issiqlik miqdori, shu qatlamning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ ga teng bo'ladi. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi uning mineralogik tarkibiga, tuproqdagi organik moddalarning miqdoriga hamda suv va havoning hajmiy ulushlariga bog'liq. Tuproqda suv va havo-larning o'zaro munosabati uzluksiz o'zgarib turganligi uchun λ ham vaqtga nisbatan o'zgaradi. Tuproq namligining dala sharoitida uchrab turadigan chegaralarida namlik o'zgarishi bilan hajmiy issiqlik sig'im 3-4 marta o'zgarsa, tuproq namligining xuddi shu chegaralarida aynan shu vaqtda λ esa 100 martadan ham ortiq o'zgarishi mumkin. Issiqlik sig'imdan farqli ravishda issiqlik o'tkazuvchanlik tuproqni tashkil etuvchi fazalar va komponentalarning hajmiy ulushlarigagina bog'liq bo'lmasdan, balki tuproq elementar zarrachalarining o'lchamlari, shakli va fazoviy joylashishiga ham bog'liq. Bunday holat tuproqda issiqlik uzatishning qaysi usul-da ro'y berayotgani bilan bog'liq. Tuproqda issiqlik almashish molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya, nurlanish usullari bilan amalga oshib, ular orasida hal qiluvchisi molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlikdir. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $J/m \cdot s \cdot ^\circ S = Vt/m \cdot ^\circ S$. va $kal/sm \cdot s \cdot ^\circ S$ birliklarda o'lchanadi. [4] Tuproq tarkibiy qismlarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlarining qiymatlari quyidagi 7-jadvalda ko'rsatilgan. 7-jadval.

Tuproq tarkibiy qismlarining issiqlik o'tkazuvchanliklari.

Moda	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (Bt/m·°C)



loy	Qum va	0,84÷1,26
		0,84
	Torf	0,02
	Tuproq	0,50
	havosi	
suvi	Tuproq	

Tuproq havosining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti suvnikidan qariyb 25 marta kam. SHuning uchun tuproq namligi ortgan sari issiqlik o'tkazuvchanligi ham orta boradi. G'ovakliklari havo bilan to'lgan quruq tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam bo'ladi. SHuning uchun g'ovak tuproq kunduzi zich tuproqqa qaraganda ko'proq isiydi. Zich tuproqdan (havosi kam bo'lgani uchun) issiqlik ichki qatlam-larga yaxshi uzatiladi, shuning uchun kam isiydi. Haydalgan erning yuzasi kunduzi haydalmagan ernikidan ko'proq isishining sababi ham shunda. Kechasi esa haydalgan (g'ovak) erning yuzasi haydalmagan (zich) er yuzasidan sovuqroq bo'ladi. CHunki g'ovak tuproq qatlami, ichki qatlamlardan kelgan issiqlikni tuproq yuzasiga juda yomon o'tkazadi, shu sababli kechasi g'ovak tuproq yuzasi sovuq bo'ladi. Zich tuproqda esa kechasi ichki qatlam-larning issiqligi tuproq yuzasi tomon yaxshi o'tadi. SHuning uchun zich tuproq kechasi g'ovak tuproqqa nisbatan iliqroq bo'ladi. Tuproq muzlaganida issiqlik o'tkazuvchanligi ortadi. CHunki muz-ning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti suvnikidan 4 marta oshiq. Qor qoplamining issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam. Qor qoplamining o'rtacha zichligi $0,2-0,3 \text{ g/sm}^3$ bo'lganda qorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti tuproqnikidan 10 marta kam bo'ladi. Qishloq xo'jaligi uchun qor qoplamining ahamiyati katta. Qor qoplami kuzgi g'alla ekinlarini va ko'p yillik o'tlarni qishda muzlashdan saqlaydi. Tuproqning asosiy

fizik xususiyatlari (issiqlik sigʻimi, issiqlik oʻtkazuvchanligi) dan tashqari xususiyatlari issiqlik - fizik xususiyatlari ham mavjud boʻlib, ular tuproqning harorat oʻtkazuvchanligi va issiqlikni oʻzlashtiruvchanligidir. Tuproqning harorat oʻtkazuvchanligi. Tuproq issiqlik oʻt-kazuvchanlik koeffitsienti λ ning tuproq hajmiy issiqlik sigʻimi s_x ga nisbatini harorat oʻtkazuvchanlik koeffitsienti deyiladi va uni k harfi bilan belgilanadi, yaʼni:

$$\kappa = \frac{\lambda}{c_x} = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} .(4.6)$$

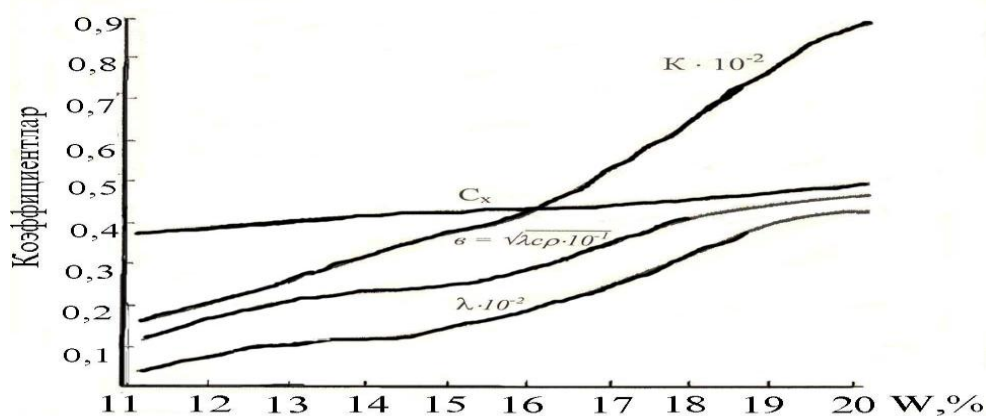
Harorat oʻtkazuvchanlik koeffitsienti SI sistemasida m^2/s birlikda oʻlchanadi. Harorat oʻtkazuvchanlik koeffitsienti issiqlikning tuproq-da tarqalish tezligini tavsiflaydi. Yoki k koeffitsient tup-roqning ustki va pastki qatlamlarining harorati qanday tezlik bilan tenglashishini koʻrsatadi. Tuproq namligi ortishi bilan issiqlik oʻtkazuvchanlik koef-fitsienti, hajmiy issiqlik sigʻimiga qaraganda tezroq ortadi. Chunki tuproq zarrachalari oʻrtasida namlik koʻpincha vositachini boshharadi va haroratni oʻtish jarayonini tezlashtiradi. SHuning uchun suvning harorat oʻtkazuvchanlik koeffitsienti juda kamligi-ga qaramasdan nam tuproqlar, quruq tuproqqa nisbatan bir muncha yuqori harorat oʻtkazuvchanlik koeffitsientiga ega. Tuproqning issiqlikni oʻzlashtiruvchanligi. Tuproqning is-siqlikni toʻplash qobiliyatini uning issiqlikni oʻzlashtiruvchan-ligi deyiladi. Bu kattalikni issiqlik oʻzlashtiruvchanlik koeffitsienti b bilan tavsiflanadi. Issiqlik oʻzlashtiruvchanlik koeffitsienti b ning miqdori λ va s_h larning kattaligiga bogʻliq ravishda oʻzgaradi va quyidagi formula boʻyicha aniqlanadi:

$$b = \sqrt{\lambda \cdot c_x} = \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho} .(4.7)$$

Issiqlik oʻzlashtiruvchanlik koeffitsienti $J/m^2 \cdot ^\circ S$ birlik-da oʻlchanadi.

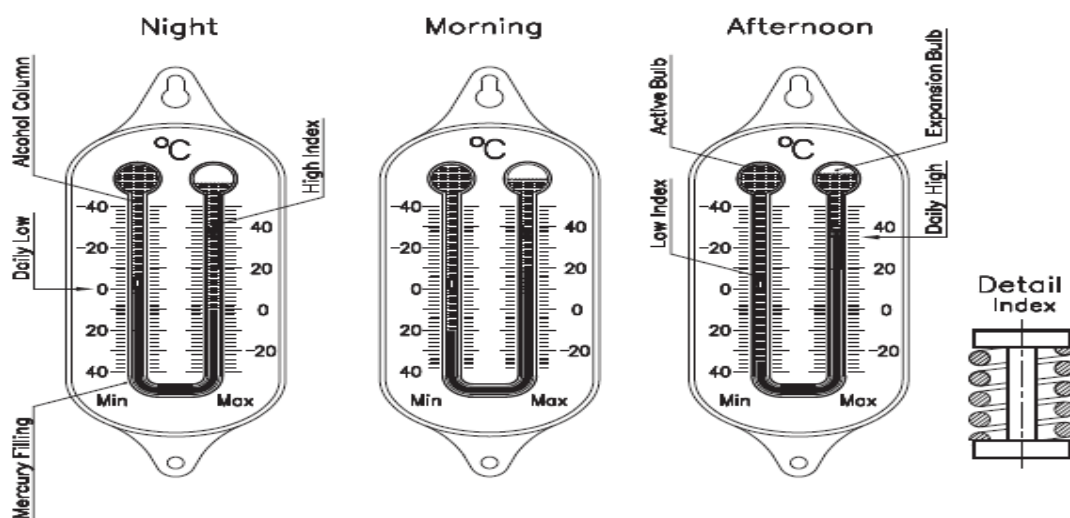
Tuproq namligi kuchayishi bilan uning issiqlik oʻzlashti-ruvchanligi ortadi. Gʻovak tuproqning issiqlik oʻzlashtiruvchan-ligi, zich tuproqnikidan oz. SHuning uchun uni tuproqqa ishlov berish tadbirlarida foydalanish mumkin. Endi gʻoʻza vegetatsiyasi davrida tuproq qatlamidagi issiq-lik-fizik xususiyatlarning tuproq namligiga bogʻliq ravishda oʻzgarishini qaraylik. Maʼlumki, tuproq issiqlik-fizik xususiyatlariga tuproq turi, mineralogik va mexanik tarkibi, tuproq holati va haro-rati, namligi va zichligi taʼsir qiladi. Tabiiy tuproqda bu taʼsirlar birikib turlicha hollarda ruyobga chiqadi. Qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishi amaliyotida issiqlik-fizik xususiyatlarining tuproq namligi oʻzgarishlariga bogʻliq-ligining borishini bilish muhim ahamiyatga ega. Professor I. Turopov Oʻzbekiston hududida tuproq issiqlik - fizik xususiyatlarining tuproq namligi oʻzgarishlariga qanday bogʻlanganini aniqlash boʻyicha ilmiy-tadqiqot ishlarini 1963-64 yillarda Toshkent viloyatining Zangiota tumanidagi hozirgi «Tinchlik» jamoa xoʻjaligi paxta

dalalarida o'tkazgan. Bu tadqiqotda tuproq namligini tavsiflash uchun tuproqning 0-30 sm qatlamdagi o'rtacha namligini olingan. 1963 yilda olingan ma'lumotlar 0-30 sm qatlamda tuproq namligi ortishi bilan uning barcha issiqlik xususiyatlari ham ortganligini ko'rsatadi. Vegetatsiya davrida sug'orishlar vaqtida tuproq namligi ortadi, sug'orishlar orasidagi muddatda esa kamayadi. O'lchashlar va maxsus formulalar yordamida olib borilgan hisobotlar



4.1-расм. Тупроқ иссиқлик-физик
хусусиятларининг намликга боғлиқлиги

natijasida s_h , λ , k va b larning qiymatlari aniq-lanib borilgan. Ularning g'o'za vegetatsiyasi davrida tuproq namligiga bog'liq ravishda o'zgarishini grafik holida tasvir-lash quyidagi 6-rasmda ko'rsatilgan. Mazkur 6-rasm-dan ko'rinadiki, tuproq namligi 11 dan 19 foiz-gacha oshganida harorat o'tkazuvchanlik koeffi-sienti avval sekin, keyin esa jadal o'sgan, tuproq namligi 19 foizdan oshgach k ning ortishi so'na boshla-gan. Namlikning olin-gan chegaralarida haj-miy issiqlik sig'im ham chiziqli ortgan. Ammo uning ortishi juda sekinlik bilan borgan. Tuproq namligining shu oraligida λ va b lar ham orta borgan, ammo namlik 19% dan oshgach λ ning ortishi kamaya boshlagan. Tuproqning issiqlik fi-zik xususiyatlarining qiymatlarini bilish tuproq issiqlik re-jimini o'rganishda ahamiyatga ega. Tuproq issiqlik xususiyatlari tuproq yuzasi rangiga, tuproq zichligiga va strukturasi-ga ham bog'liq. [2]



Qora tuproqlar quyosh radiatsiyasini ko‘proq yutishi hisobi-ga yaxshi isiydi, yorqin tuproqlar esa quyosh radiatsiyasini kam yutgani uchun qora tuproqqa qaraganda kam isiydi. Tuproq zichligi ortishi bilan quruq tuproqning issiqlik sig‘imi va issiqlik o‘tkazuvchanligi ham oshadi. Sug‘orish va yog‘inlar tuproq issiqlik sig‘imini orttiradi, bunda tuproq issiqlikni bug‘lanishga sarf-lab soviydi. Tuproq yuzasi haroratining sutkalik va yillik o‘zgarishi Biz ushbu bobning boshida tuproq yuzasining harorati aso-san radiatsion balansga bog‘liq ekanligini aytganmiz. Radia-sion balans kattaligi esa sutka va yil davomida o‘zgarganidan tuproq yuzasining harorati ham sutka va yil davomida o‘zgarib boradi. Tuproq yuzasi haroratining sutka davomida o‘zgarishining borishini uning sutkalik o‘zgarishi deyiladi. Tuproq yuzasi haroratining sutkalik o‘zgarishi 1 ta minimum (eng oz qiymat) ga va 1 ta maksimum (eng yuqori qiymat) ga ega. Tuproq yuzasi haroratining minimal qiymati havo ochiq kuni ertalab quyosh chiqishi oldidan kuzatiladi. Bu vaqtda radiatsion balans hali manfiy, tuproq bilan erga yaqin havo qatlamlari orasidagi issiqlik almashinish juda kam bo‘ladi. Quyosh chiqqandan keyin biroz vaqt o‘tgach radiatsion balans musbat ishoraga o‘tadi va quyoshning ufqdan balandligi oshgan sari ortib boradi, natijada tuproq harorati ham ortib borib. o‘zining maksimal qiymatiga mahalliy vaqt bilan soat 16 larda erishadi. So‘ngra radiatsion balansning kamaya borishi sababli tuproq yuzasining harorati pasayib borib. ertalab quyosh chiqishi oldidan minimum qiymatiga tushib qoladi. Tuproq yuzasi harorati sutkalik o‘zgarishining ko‘rsatilgan tarzda borishi bulutlik, yog‘ingarchilik va shamollar ta‘sirida o‘zgarishi mumkin. Bunda tuproq haroratining maksimumi va minimumi boshqa vaqtlarga suriladi.

Sutka davomida tuproq yuzasi haroratining eng katta va eng kichik qiymatlari ayirmasini sutkalik o‘zgarishining amplitudasi deyiladi. Masalan, tuproq yuzasi yozda kunduzi 50°S ga teng, kechasi esa 20°S gacha sovigan bo‘lsa, tuproq harorati sutkalik o‘zgarishining amplitudasi $50^{\circ}-20^{\circ}=30^{\circ}$ ga teng bo‘ladi. Tuproq yuzasi haroratining sutkalik o‘zgarishi amplituda-siga quyidagilar ta‘sir qiladi:

1. Yil fasllari. YOzda amplituda eng katta, qishda esa eng kam bo‘ladi.
2. Joyning geografik kengligi.

Tuproq haroratining sutkalik o'zgarishi amplitudasi asosan quyoshning tushki paytdagi balandligi bilan aniqlanadi. Ekvatordan kutb tomon siljigan sari, ya'ni geografik kenglik oshgan sari quyoshning tushki paytdagi ufqdan balandligi kamaya boradi. SHuning uchun kenglik oshgan sari amplituda ham kamayadi. Eng katta amplitudalar subtropik cho'llarda kuzatiladi. CHO'lda qum kunduzi kuchli qiziydi, kechasi esa samarali nurlanish katta, demak qum yuzasi kuchli soviydi. Natijada qum yuzasi haroratining sutkalik o'zgarishi amplitudasi 50-60° gacha etadi. Eng kichik amplitudalar qutbga yaqin mamlakatlar tuprog'ida uchraydi. 3. Bulutlik. Bulutli kunda tuproq yuzasi haroratining sutkalik o'zgarishi amplitudasi, havo ochiq kundagidan ancha kam bo'ladi. [3]

4. Tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi.

Amplituda tuproq issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligiga teskari mutanosib bog'langan. Tuproqning issiqlik sig'imi qanchalik katta bo'lsa, u kunduzi shuncha kam isiydi va kechasi shuncha kam soviydi, demak harorat tebranishi amplitudasi ham kam bo'ladi. Amplitudaning issiqlik o'tkazuvchanlikka bog'liqligi ham xuddi shunday xususiyatga ega.

5. Tuproq rangi. To'q tusli tuproqlar yuzasi haroratining sutkalik o'zgarish amplitudasi, yorqin tuproqnikidan katta. CHun-ki to'q tusli tuproqlar kunduzi quyosh radiatsiyasini yorqin tuproq-dan ko'p yutadi va buning oqibatida kuchli isiydi, yorqin tuproq esa kam isiydi. Kechasi to'q tusli tuproq yorqin tuproqdan kuchli soviydi, quruq va g'ovak tuproq yuzasining harorat o'zgarishi amplitudasi nam va zich tuproqnikidan katta.

6. O'simlik va qor qoplami. O'simliklar qoplami tuproq yuzasi haroratining sutkalik o'zgarish amplitudasini kamayti-radi. CHunki o'simlik qoplamidan o'tishda quyosh radiatsiyasi ancha miqdorda ozayadi va tuproqni kam qizitadi, kechasi esa tuproq-ning uzun to'liqlik nurlanishini o'simliklar to'sib qoladi, natijada tuproq kam soviydi. Qor qoplami issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam. SHuning uchun qish vaqtida qor qoplami tuproq-ning juda ham soviy ketishdan saqlaydi. Umuman, qor va o'simlik ostidagi tuproq harorati amplitudasi ochiq erdagidan kichik bo'ladi.

7. Joyning reliefi. Janubga qaragan yonbag'irlar kunduzi tekislikka qaraganda kuchliroq qiziydi. SHimolga qaragan yonbag'irlar esa eng kam isiydi, g'arbiy yonbag'ir esa sharqiy yonbag'irdan ko'proq isiydi. Tuproq haroratining o'zgarish amplitudasi ham ularga mos ravishda o'zgaradi.

Tuproq yuzasi haroratining yil davomida o'zgarishini yillik o'zgarishi deb yuritiladi. Tuproq haroratining yillik o'zgarishi ham xuddi sutkalik o'zgarishi kabi asosan radiatsion balansning yillik o'zgarishi bilan bog'langan. Tuproq yuzasining o'rtacha oylik haroratining eng katta qiy-mati shimoliy yarim sharda iyul-avgust oylariga, eng oz qiymati esa yanvar-fevral oylariga to'g'ri keladi. Yil davomidagi tuproq yuzasi o'rtacha oylik haroratlari-ning eng katta va eng kichik qiymatlari

orasidagi ayirmani tuproq haroratining yillik o'zgarish amplitudasi deyiladi. Tuproq yuzasi haroratining yillik o'zgarish amplitudasiga joyning geografik kengligi, relefi, o'simlik va qor qoplami, tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi, tuproq rangi va bulutliklar ta'sir qiladi. Tuproq yuzasi haroratining yillik o'zgarish amplitudasi, geografik kenglik oshgan sari ortadi (sutkalik o'zgarish amplitudasi esa geografik kenglik oshgan sari kamayadi). Masalan, 10° shimoliy kenglikda, amplituda 3°S ga, 30° kenglikda 10°S atrofida, 50° kenglikda esa o'rtacha 25° ga teng. Quruqliklarning qutbiy rayonlarida esa yillik amplituda 70°S dan ham katta bo'ladi. Relef, o'simliklar va qor qoplaminin tuproq haroratiga ta'siri Biror joyning relefi deganda o'sha joydagi er yuzasining turlicha shakllari (gorizontal tekisligi, qiyaligi, botiqligi, do'ngligi va h.k.) ni tushunamiz. Turlicha relefli erlarga tushadigan quyosh radiatsiyasining miqdori har xil bo'ladi. Natijada turlicha relefli joylardagi tuproq ham o'ziga tushuvchi quyosh radiatsiyasini oz yoki ko'p darajada yutadi va isiydi. Demak, darajasiga bog'liq ravishda tuproqning isishi va sovishi har xil darajada bo'ladi. SHimoliy yarim sharda janubga qarab nishab bo'lgan yonbag'ir-larga tushuvchi to'g'ri quyosh radiatsiyasi eng ko'p bo'lganidan, janubiy yonbag'irdagi tuproq eng ko'p isiydi, shimolga qaragan nishablardagi tuproqlar eng kam isiydi. Janubga qaragan yonbag'irlarning yotiq erga nisbatan qiyaligi qancha katta bo'lsa, u shuncha ko'p isiydi. Havo ochiq kuni kunduz davomida g'arbiy yonbag'irga quyosh radiatsiyasi qancha tushsa, xuddi shunday qiyalikdagi sharqiy yonbag'irga ham o'shancha quyosh radiatsiyasi tushadi. Ammo qiyalik darajalari bir xil bo'lgan g'arbiy yonbag'ir, sharqiy yonbag'irdan ko'proq isiydi. CHunki sharqiy yonbag'irda issiqlikning bir qismi ertalab tuproq va o'simlikdagi shudringni bug'lantirishga sarflanadi. G'arbiy yonbag'irga esa quyosh radiatsiyasi asosan tushdan keyin shudring yo'q vaqtda tushadi va shuning uchun yonbag'ir ko'proq isiydi. Iqlimshunos olimlarning ma'lumotiga ko'ra janubga qaragan yonbag'irdagi 20 sm chuqurlikda 10°S li o'rtacha oylik tuproq harorati gorizonta erdagi o'shancha chuqurlikdagiga qaraganda 5-10 kun erta keladi, shimolga qaragan yonbag'irdagi o'shancha chuqurlikda esa 5-10 kun kechikib erishadi. YOnbag'irdagi yalang tuproq esa o'simlik bilan qoplangan tup-roqdan ko'proq isiydi. Masalan, YU.I. CHirkov ma'lumotiga asosan hozirgi Sankt-Peterburg shahri yaqinidagi qiyalik darajasi $20-22^{\circ}$ bo'lgan janubiy va shimoliy qiyaliklardagi yalang va o'simlik bilan qoplangan yonbag'irlardagi tuproqlar haroratlar farqi, iyul oyida yalang erlarda 10 sm chuqurlikda o'rtacha 16° ga, o't bilan qoplangan erlarda esa janubiy va shimoliy yonbag'irlardagi 10 sm chuqurlikda tuproqlar harorati farqi o'rtacha 7° ga teng bo'lgan. O'simliklar qoplami tushuvchi quyosh radiatsiyasining ma'lum qismini to'sib qoladi. SHuning uchun o'simliklar tagidagi tuproq yuziga ochiq erdagi qaraganda quyosh radiatsiyasi oz tushadi va tuproq kam isiydi. Umu-man olganda o'simliklar tagidagi tuproq xarorati yozda ochiq erdagidan pastroq,

qishda esa issiqroq bo'ladi. O'rmondagi tuproq haroratiga o'rmon pardasi kuchli ta'sir ko'rsatadi. O'rmon pardasi kunduzi quyosh radiatsiyasining ancha qismini to'sib qoladi, kechasi esa samarali nurlanish sababli tuproqning ortiqcha sovishiga yo'l qo'ymaydi. Bundan tashqari o'rmondagi tuproq haroratiga xazon to'sha-masi ta'sir qiladi. Xazon to'shamasining issiqlik o'tkazuvchanligi tuproqnikidan kam. SHuning uchun xazon to'shamasi bahorda tuproqning isishini sekinlashtiradi, kuzda esa tuproqning sovishini kechiktiradi. O'rmondagi tuproq ustki qoplamining harorati yozda ochiq daladagi tuproqnikidan pastroq bo'ladi. Tuproq yuzidan chuqurlik oshgan sari esa bu farq kamaya boradi. Yilning sovuq vaqtida esa o'rmondagi tuproq ustki qatlamining harorati ochiq daladagidan issiqroq bo'ladi, chunki xazon to'shamasi va qor qoplami tuproqning issiqlik yo'qotishini kamaytiradi. O'rmondagi tuproq daladagiga nisbatan kamroq chuqurlikda muzlaydi. Tuproq haroratiga qor qoplami ham ta'sir qiladi. Qish paytida yalang erdagi tuproq yuza qatlamining harorati, qor qatlami ostidagi o'shancha chuqurlikdagi tuproq haroratidan past bo'ladi. Qalinligi 30 sm dan oshmagan qor qoplami kuzgi ekinlarning qish paytida sovuq urmasligiga (yoki sovuq urishni kamaytirishga) olib keladi. Qorning, ayniqsa g'ovak qorning issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam. SHuning uchun tuproqning pastki qatlamlaridan yuqoriga yo'nalgan issiqlikni qor qoplami ushlab qoladi. Natijada ekin (bug'doy, arpa) larning ildizi joylashgan chuqurliklarda harorat keskin pasayib ketmaydi va o'simlik nobud bo'lmaydi. Daraxtlarning qishloviga faqatgina qor qatlamining qalinligi emas, balki uning zichligi hamda dalalardagi qor qatlamining yotish xususiyati ham ta'sir qiladi. Ochiq erlarda kuchli shamollar qorni ancha masofalarga uchirib ketadi, natijada dalalarda qor qoplami bir xil qalinlikda bo'lmaydi. Buning oqibatida qor qatlami yupqa bo'lgan erlarda ekinlarning zararlanishi ro'y beradi. Tuproqning issiqlik rejimini maqbullashtirish Avval aytganimizdek tuproq issiqlik rejimining asosiy ko'rsatkichi uning harorati ekanligini bilamiz. Qishloq xo'jalik ekinlarining unib chiqishi, ildiz tizimining rivojlanishi, o'simliklar rivojlanishi fazalari orasidagi muddatlar, fotosintez jadalligi kabilarga bevosita aloqador bo'lgan o'simlik hosildorligi tuproqning issiqlik sharoitlariga bog'liq. Tuproqda issiqlik etishmasa (yoki tuproq harorati me'yoridan past bo'lsa) o'simlikning hosili kamayib ketadi, hattoki o'simliklar nobud bo'ladi. SHuning uchun tuproq issiqlik rejimining shakllanishi qonunlarini va uni maqbullashtirish tadbirlarini bilish muhim ahamiyatga ega.



Turli tipdagi tuproqlarning issiqlik rejimlari A.N. Vaykov, A.F. CHud-

novskiy, M.I. Budiko, A.M. SHulgin, V.N.Dimo, I.T. Turopovlar tomonidan ancha batafsil o'rganilgan. Tuproqning harorat rejimini tavsiflashda tuproqning 20 sm chuqurlikdagi faol harorati ($>10^{\circ}\text{S}$) ning davomiyligi davri muhim ahamiyatga ega. Chunki shu chuqurlikdagi tuproq qat-lamida ekinlar va tabiiy o'tlarning ildiz tizimining asosiy qismi tarqalgan. [3] Quruqlikdagi faol yuza radiatsion balansining geografik xususiyatlari ma'lum darajada tuproq va erga tutash havo qat-lami haroratlarning nisbati bilan aniqlanadi. O'simlik esa ular orasida oraliq qism bo'lib qoladi. Bu masalaning ahamiyati katta ekanligini hisobga olib, V.N. Dimo vegetatsiya davridagi tuproq faol haroratlari yig'in-disining, havo faol haroratlari yig'indisiga nisbatini tuproq-ning isuvchanlik darajasini ifodalaydigan termik ko'rsatkich sifatida qabul qilishni taklif qilgan. Uning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$H = \frac{\sum t_{T,20} > 10^{\circ}\text{C}}{\sum t_x > 10^{\circ}\text{C}}, \quad (4.8)$$

bu erda: N - tuproqning isuvchanlik ko'rsatkichi; $\sum t_{t,20}$ - tuproqning 20 sm chuqurlikdagi faol haroratlari yig'indisi. $\sum t_h$ - havoning faol haroratlari yig'indisi. Bu ifodaning fizik ma'nosi tuproqning quyosh nuriy energiyasi tushishidan vujudga kelgan issiqlikni yutish qobiliyatini bildiradi (tuproq va havo haroratlari 10°S dan yuqori bo'lgan davrdagi). Isuvchanlik ko'rsatkichi shuningdek faol haroratlari davrida tuproq erga yaqin havo qatlami tizimidagi issiqlik almashishning afzal yo'nalishini ham aniqlaydi. Agar $N < 1$ (tuproq havodan sovuq) bo'lsa, issiqlik almashinishning afzal yo'nali-shi bo'lib, havodan tuproqqa tomon yo'nalish hisoblanadi. Agar $N > 1$ bo'lsa, issiqlik almashinishning afzal yo'nalishi tuproq-dan havoga yo'nalish hisoblanadi. Isuvchanlik ko'rsatkichining son qiymati (boshqa sharoitlar teng bo'lganda) qanchalik katta bo'lsa, bug'lanish imkoniyati shunchalik yuqori bo'ladi. Tadqiqotlar, agar $N > 1$ bo'lsa, tuproq iqli-mi qurg'oqchil, $N < 1$ bo'lsa tuproq iqlimi ortiqcha namlik sharoitida bo'lishini ko'rsatadi. Namlik etarli sharoitda N ning son qiymati 1 ga teng yoki unga juda yaqin bo'ladi. Aytish mumkinki, tuproqning 0,2 m chuqurlikdagi faol haroratlari yig'indisi tuproqning issiqlik bilan ta'minlanganligining asosiy ko'rsatkichidir. V.N. Dimo bo'yicha MDH hududlaridagi tuproqlarning issiqlik bilan ta'minlanishini 8-jadvaldagi kabi baholash mumkin. Tuproqning harorat holatini baholashda, shuningdek qishki davrdagi sharoitlari ham e'tiborga olinadi. Bunda tuproqning 0,2 m chuqurlikdagi manfiy haroratlarning yig'indisi va tup-roq yuzasidagi mutlaq (absolyut) minimum haroratlardan o'rta-chasini olinadi. Ana shu parametrlarga ko'ra: iliq, mo'tadil iliq, mo'tadil, mo'tadil sovuq, muzlik va uzoq muddatda mavsumiy muzlaydigan tuproqlar ajratiladi.,8– jadval

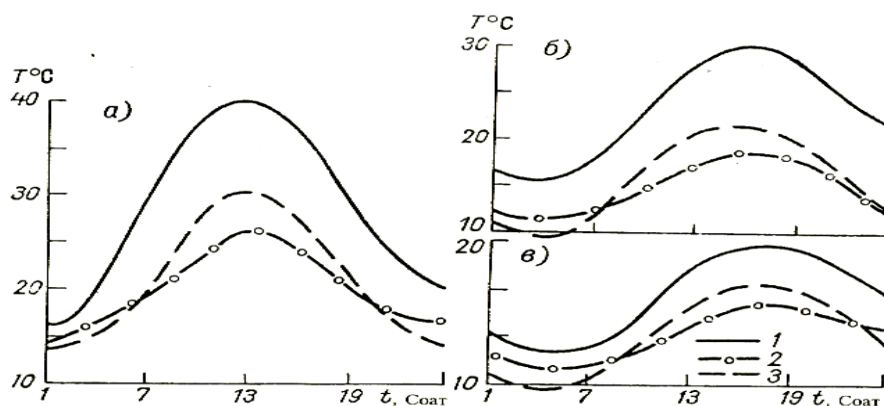
Turli tipdagi tuproqlarning issiqlik bilan ta'minlanganligi.

Tuproqning 0,2 m chuqurlikdagi faol haroratlari yigʻindisi, °S larda	Tuproqning issiqlik bilan taʼminlanishi
0-400	past
400-800	juda kuchsiz
800-1200	kuchsiz
1200-1600	oʻrtachadan past
1600-2100	oʻrtacha
2100-2700	oʻrtachadan yuqori
2700-3400	yaxshi
3400-4400	juda yaxshi (eng yaxshi)
4400-5600	yuqori
5600-7200	juda yuqori (eng yuqori)

Tuproqning ana shunday ajratish qishloq xoʻjalik ekinla-rining issiqlikka boʻlgan talabiga koʻra parvarish qilish imkoni-ni beradi. Tuproqning issiqlik bilan taʼminlanish darajasini va qishki kuchli sovuqlardagi tuproq sharoitini bilish qishloq xoʻjalik ekinlari navlarini rayonlashtirishda, agrotexnik va turli melioratsiya tadbirlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat-ga ega. Dastaval qayd qilish kerakki, tuproqning ayrim issiqlik xossalari oʻzgartirib, boshqalarini oʻzgarishsiz qoldiradigan tadbirni yaratish qiyin va bunday tadbir juda kam uchraydi. Tuproqning barcha xossalari bir-biri bilan uzviy bogʻlangan, uning issiqlik xossalari oʻzgartirish bilan, albatta, boshqa xossalari ham oʻzgarib ketadi. Ayniqsa tuproqdagi suv va issiq-lik oʻzaro kuchli bogʻlangan. Qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishida tuproqning issiqlik rejimini talabga qarab maqbullashtirish uchun turli xil agrotadbirlar qoʻllaniladi. Oʻzbekiston Respublikasi iqlimi sharoitida baʼzi ekin-larni bahorda ertaroq muddatlarda ekishni boshlash uchun hay-dalma qatlam tuprogʻining (ayniqsa uning yuzasiga yaqin qism-lari) haroratini oshirishga qaratilgan tadbirlar qoʻllanila-di. YOzda esa kechki ekinlar urugʻini sepish (yoki ekishda) tuproq-ning haroratini pasaytiradigan tadbirlar qoʻllaniladi. Har qaysi tadbirning aniq maqsadi bor. Tuproqning fizik xossalari va ularga taʼsir qilish tadbirlari oʻzaro bogʻliq. SHuning uchun biror tadbirning tuproq issiqlik omillariga taʼsirini tekshirishda, bu omillarga boshqa tadbirning taʼsirini ham hisobga

olish kerak. Dala sharoitida tuproqning issiqlik rejimini o'zgartira-digan agrotadbirlardan biri mulchalash tadbiridir. Tuproq issiqlik rejimini boshqarishning samarali vosita-si bo'lib mulchalash, ya'ni tuproq yuzasini maxsus materiallar bilan yopish (yoki qoplash) tadbiri hisoblanadi. Mulchalash natijasida tuproq-havo tizimi chegarasida issiqlik va massa almashinish sharoitlari o'zgaradi, demak o'simlikning o'sishi va rivojlanishini aniqlaydigan omillarga ta'sir ro'y beradi. Mulcha materiallar sifatida maydalangan torf, bo'r, somon, o'simlik barglari, shag'al, qog'oz, karton va keyingi yillarda tiniq polimer plyonkalar qo'llanilmoqda. Tuproq yuzasini mulchalash sohasidagi dastlabki tadqiqot ishlari-da mulcha materiali sifatida somon va karton ishlatilgan. A.F. CHudnovskiy ma'lumotiga ko'ra, yuqorida aytilgan mulchalar ishlatilgan joyda qish paytida tuproq harorati ochiq (mulchalanmagan) joydagidan yuqori, yoz faslida esa mulcha ostidagi tuproq harorati ochiq joydagidan past bo'lgan. Bunda somon mulchaning issiqlik effekti, karton mulchaning issiqlik effektidan yuqori bo'lgan. Bu erda mulchalashning issiqlik effekti deganda mulcha tagidagi va ochiq joydagi bir xil chuqurlikdagi tuproq haroratining ayirmasini tushunamiz. Xoyzer tajribalariga ko'ra yanvar oyida karton mulcha ostidagi 5 sm chuqurlikdagi issiqlik effekti $\Delta T = 0,1^{\circ}\text{S}$ bo'lgan, somon mulchaning ostida 5 sm chuqurlikdagi issiqlik effekti $\Delta T = 0,8^{\circ}\text{S}$, may oyida esa karton mulchaning issiqlik effekti $\Delta T = -0,8^{\circ}\text{S}$ ga teng. Samon mulchaning xuddi shunday chuqurlikdagi issiqlik effekti $\Delta T = -3,7^{\circ}\text{S}$ ga teng bo'lgan. Bu ma'lumotlardagi «—» ishorasi yozda yuqoridagi mulchalar tagidagi tuproq harorati, ochiq joydagi xuddi shunday chuqurlikdagi tuproq haroratidan pastligini bildiradi. Somon va o'simlik barglaridan bo'lgan mulchalar tuproq namini saqlashga yordam beradi, ammo bahorda tuproqning isishini kechiktiradi, chunki tuproqqa tushadigan quyosh radiatsiyasini kamaytiradi. Rossiya davlatining Sankt-Peterburg shahridagi Agrofizika institutida o'tkazilgan tajribalar ko'rsatadiki, bitum bo'yog'i (qora rangdagi) bilan tuproq yuzasini bo'yalganda tuproq harorati oshgan, tuproq yuzasini bo'r bilan oq rangga bo'yalganda esa tuproq harorati ochiq maydondagi (bo'yalmagan) tuproq harorati-dan past bo'lgan. Bunday bo'lishiga sabab bo'yalgan yuzalarning albedosining o'zgarishidir. Qoraytirilgan yuza albedosi, ochiq erdagi bo'yalmagan tuproq albedosidan kam. SHu sababli qora yuza tushuvchi quyosh yig'indi radiatsiyasini ochiq erdagi tuproqdan ko'proq yutadi va kuchliroq isiydi. Oq yuzaning albedosi katta bo'lganidan, oqqa bo'yalgan tuproqda quyosh radiatsiyasi ochiq maydondan kam yutilgan va shuning uchun tuproq kam isiydi. Keyingi yillarda O'zbekiston Respublikasi va xorij davlatlarida mulchalash uchun polietilendan tayyorlangan polimer plyonkalar yil sayin ko'proq ishlatilmoqda. YOrug'likka tiniq va qora polietilen plyonkalarining issiqlik meliorativ ta'sirini ko'plagan ilmiy-tadqiqot ishlarida o'rganilgan. Ular orasidan eng ko'p qiziqishga N.G. Zaxarov va G.T. Semikinalarning 1964 yilda o'tkazgan tajribalari

bo'lib, ular o'z tadqiqotlari-ni ikki xil iqlim zonalarida: Moskva va Toshkent viloyatlari-da o'tkazganlar. Ularning tuproq issiqlik rejimiga doir tadqiqotlari ko'rsatadiki, yorug'likka tiniq polimer plyonka ostidagi tuproqning ildiz o'sadigan qatlamdagi harorati kunduzi ochiq maydondagi tuproqning xuddi shunday chuqurlikdagi haroratidan ancha yuqori bo'lgan. Qora polimer plyonka bilan yopilgan erdagi ildiz o'sadigan qatlamdagi harorat kunduzi nazorat (mulchalanmagan) erdagi xuddi shunday chuqurlikdagi haroratsdan past bo'lgan (4.3-rasm).



7-rasm. Tuproq yuzasidagi (a), 0,05 m chuqurlikdagi (b) va 0,10 m chuqurlikdagi (v) tuproq haroratlari sutkalik o'zgarishining borishi
1-tiniq polimer plyonkadan mulcha; 2-qora polietilen plyonkadan mulcha; 3-nazorat maydoni.

Ushbu 4.3-rasmdagi ma'lumotni quyidagicha tushuntirish mumkin: tuproq yuzasi g'adir-budur bo'lganligi uchun yopilgan plyonka bilan tuproq sirti orasida yupqa havo qatlami vujudga keladi va bu yupqa havo qatlami mulchalovchi materialning optik xossalariga bog'liq ravishda ikki xil ta'sir ko'rsatadi [3]. Ma'lumki, quyosh radiatsiyasining ancha qismi ko'rinadigan yorug'likdan tashkil topgan. SHuning uchun yorug'likka tiniq plyonka-ni qo'llanilganda, plyonkadan o'tgan yorug'lik energiyasi bevosita tuproq yuza qatlamida yutiladi, yupqa havo qatlami esa tuproq-ning sovishiga qarshilik ko'rsatadi. Mulcha sifatida qora (tiniqmas) plyonkadan foydalanil-ganda quyosh energiyasi plyonka yuzasida yutiladi, plyonka ostidagi yupqa havo qatlami esa tuproqqa yo'nalgan issiqlik oqimini ancha kamaytiradi. D.A. Kurtener, G.T. Semikina va T.I. Turmanidzelar (1966) Gruziyaning janubiy qismida dengiz sathidan 2200 m balandda tog'li sharoitda yorug'likka tiniq polietilen plyonkani mulcha-lashda qo'llashga doir tajriba ishlarini o'tkazganlar. Ularning tajribalarida kunduzi mulchalashning issiqlik effekti $\Delta T = 8 \div 10^{\circ}\text{S}$ gacha etgan. Demak, baland tog'li sharoitda tiniq polietilen plyonkaning ta'siri juda samarali bo'ladi. Sutka davomida mulchaning issiqlik effekti miqdori ancha o'zgarsada, baribir musbatligicha qolgan. Hozirgi kunda O'zbekistonda chigitni yorug'likka tiniq polietilen plyonka ostidagi egatlar pushta-

lariga ekish texnologiyasi keng yoyilgan. Bunda egatlar usti plyonkalar bilan yopilib, qator oralari esa ochiqlicha qoladi. Egat ustiga etarli qilib yopilgan plyonkaning ikkala chekkasini tuproq bilan ko'miladi, chigitlar ekilgan erlarda ustida plyonkani teshib qo'yilgan. Yig'indi quyosh radiatsiyasining plyonka qatlamidan o'tgan qismi egatlarning ustki qismida ko'proq yutiladi. Isiyotgan tup-roqning uzun to'lqin uzunlikli nurlanishining ancha qismini plyonka qatlami yutib qoladi. Natijada egatlarning pushtalaridagi tuproq qatlamining harorati, tekis erdagi (egatlar orasidagi) xuddi shunday chuqurlikdagi tuproq haroratidan yuqori bo'ladi. Bu esa chigitlarning tezroq unib chiqish uchun maqbul harorat sharoitini yaratadi. Bundan tashqari plyonka qatlami tuproqdan ko'tarilgan suv bug'ini tashqariga o'tkazmaydi va ularning asosiy qismi yana tuproqqa qaytib tushib, tuproq namligini yaxshi darajada saqlaydi. Professor I. Turopov 1963-64 yillarda O'zbekistonda birinchilardan bo'lib, tiniq polimer polietilen plyonkani chigit ekilgan egatlarni mulchalashda qo'llagan. Kuzatishlar sutka davomida mulchalangan maydondagi tuproq harorati nazorat maydonidagi xuddi shunday chuqurlikdagi haroratdan yuqori bo'lishini tasdiqladi. Muljallangan maydondagi chigit ochiq erdagidan bir necha kun oldin unib chiqadi, o'suv davrida bo'yi ham uzunroq bo'ladi, ko'saklar erta ochiladi va nihoyat hosildorligi ham yuqori bo'ladi. Natijada paxta xosilini kuzgi yog'in-sochinlarga qoldirmas-dan terib olinadi, hosil sifati yaxshi bo'ladi. SHunday qilib, mulchalash agrotadbiri tuproq issiqlik rejimiga ta'sir qilishning samarali usullaridan biridir. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida tuproq yuzasining relefini o'zgartirishni nazarga tutadigan agrotexnik tadbirlar bor. Masalan, sabzavot ekinlarini egatlarning pushtalariga ekish. Tuproq yuzasi mikrorelefining tuproqdagi issiqlik sharoitlariga ta'sirini o'rganishga juda ko'p ilmiy-tadqiqot ishlari o'tkazilgan. Ular orasidan biz I. Turopov, R. Avezov, B. Qosimovlarning chigitni egatlar pushtasiga ekish bo'yicha dala tajribalari, nazariy izlanish va xulosalari ahamiyatga ega deb qayd etamiz. Ular o'zlarining chigitlarni egatlarga ekishga doir tajriba ishlarini Toshkent viloyatining O'rta CHirchiq tumanidagi Toshkent irrigatsiya va mexanizatsiyalashtirish instituti o'quv xo'jaligining o'tloqi sur tuproqli dalalarida chigitni ekishdan toki hosilni yig'ib-terib olguncha muddatda o'tkazganlar. Tuproq sirtining ufqqa (gorizontga) biror burchak ostiga joylashishi tuproq-erga yaqin havo chegarasidagi issiqlik almashinishi sharoitlarining o'zgarishiga olib keladi. Ma'lumki, quyosh radiatsiyasi og'ma sirtga gorizontalsirtga qaraganda ko'proq tushadi va shuning uchun ko'proq yutiladi. YUqoridagi mualliflarning ma'lumotlariga ko'ra, erta bahor davrida, aniqrog'i 15 mart kuni tekis gorizontalsirtga erga qiya-ligi 10, 20, 30° bo'lgan janubga qaragan egatlar yonbag'irlarida yig'indi quyosh radiatsiyasining yutilishi, tekis erda yutiladigan yig'indi quyosh radiatsiyasi miqdoridan mos ravishda 9, 15 va 23 foizga ko'p bo'ladi. Xuddi shu og'ish burchaklarida egatlardagi haroratlarning ortishi mos

ravishda 1,8, 3,3, 4°S ga teng bo'lgan. Bu ma'lumotlardan egatning tekis erga nisbatan og'ish burchagi qanchalik katta bo'lsa, bu egatlar yuzasi shunchalik ko'proq quyosh radiatsiyasini yutadi va ko'proq isiydi deb ayta olamiz. Egatlar tepasi (pushtasi)dagi tuproqning o'rtacha yillik harorati, yuzasi yotiq (tekis) tuproq haroratidan 3-6°S ga, egatlarning o'rtacha sutkalik harorati esa 2,5-3°S ga oshiq bo'lgan. Bu esa egatlardagi tuproq harorati bahorda chigit ekish uchun ertaroq etilishini ko'rsatadi. SHunday qilib, relefni o'zgartirib ham tuproqning issiq-lik rejimiga ta'sirini amalga oshiriladi. YUqoridagilardan tashqari qishloq xo'jaligi ishlab chiqari-shida tuproqning issiqlik rejimini boshqarish uchun tuproqni yumshatish va zichlashtirish agrotadbirlari ham keng tarqalgan. Bu agrotadbirning maqsadi tuproq yuqori qatlamlarning zichligini o'zgartirishdir. Tuproqni yumshatishda uning g'ovakligi ortadi, natijada tup-roq g'ovaklarida havo ko'payadi, bu esa haydalma qatlam tuprog'i-ning issiqlik o'tkazuvchanligining kamayishiga olib keladi. SHuning uchun g'ovak tuproq qatlami kunduzi haydalmagan (zich) tuproqdan ko'ra ko'proq isiydi. Tuproqni zichlashtirish esa tuproq g'ovakligini kamaytiradi va issiqlik o'tkazuvchanligini orttiradi. SHuning uchun kunduzi haydalgan er yuzasiga qaragan-da, haydalmagan er yuzasi kamroq isiydi (chunki issiqlikning pastki qatlamlarga uzatilishi yaxshi). SHunday qilib, tuproqni haydab yumshatishda undagi issiqlik almashinish jarayonlarini tezlashtiradi. Haydalgan va g'o-vaklashtirilgan dalaning isishi va sovishi, haydalmagan va g'o-vaklashtirilmagan ernikidan kuchliroq bo'ladi. Haydalgan va g'o-vaklashtirilgan tuproqning harorati, haydalmagan va g'ovaklash-tirilmagan tuproq haroratidan 5°S va undan ko'proq farq qila-di. Tuproq haroratini boshqarishning eng muhim omillaridan yana biri, qishloq xo'jalik ekinlarini sug'orishdir. Erni sug'or-ganda uning 30 sm dan oshiq chuqurligiga qadar tuproq harorati pasayadi. A.M. SHulgin ma'lumoti bo'yicha, sug'orish tuproq yuza qat-lamlarining haroratini 10° atrofida pasaytiradi. Masalan, yuqoridagi muallifning ma'lumotiga ko'ra yozgi oylarda sug'ori-ladigan erlardagi tuproq yuzasining o'rtacha oylik harorati sug'orilmaydigan tuproq yuzasinikidan 10-11° ga past bo'lgan. Bu farq ba'zi kunlarda 20-22° ga etgan, 5 sm chuqurlikda esa bu farq 10° ga, 10 sm chuqurlikda esa 6-8° ga, nihoyat 20 sm va 30 sm chuqurliklarda esa bu farq 2-4 ° ga etgan. SHunday qilib, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida bahorda ekinlarni ertaroq muddatlarda ekish uchun haydalma qatlam tuprog'ining haroratini ko'tarish, yoz vaqtida esa ildiz o'sadigan tuproq qatlami haroratini pasaytirish tadbirlari qo'llaniladi.

Savollar va topshiriqlar

1. Tuproqning isishi va sovishi qanday jarayonlarga bog'liq?
2. Tuproqning issiqlik balans tenglamasini yozing va uning tashkil etuvchi-

larini tushuntiring.

3. Tuproqning harorat o'tkazuvchanligi tuproqning qanday xossa-sini tavsiflaydi?

4. Nima uchun tuproq namligi oshgan sari issiqlik o'tkazuvchanligi ham orta boradi?

5. Qor qoplaminig issiqlik o'tkazuvchanligini tavsiflang. Ni-ma uchun yangi yoqqan qorning issiqlik o'tkazuvchanligi uzoq yotib qolgan qornikidan kichik?

6. Tuproq yuzasi haroratning sutkalik o'zgarishi qanday omil-larga bog'liq?

7. Tuproqning pastki qatlamlariga issiqlikning ko'chish qonun-larini tushuntiring.

8. Yilning turli davrlarida tuproq qatlamida chuqurlik oshgan sari harorat qanday o'zgaradi?

9. O'simliklar va qor qoplami tuproq haroratiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

19-Mavzu: Havoning issiqlik rejimi

Reja:

1. Havoning isishi va sovishi jarayonlari
2. O'simliklarning issiqlikka talabi
3. Havo haroratining o'simliklar uchun ahamiyati

Adabiyotlar [1],[2] [3] [4] [5]

Atmosfera havosining harorati taqsimotining xususiyati va uning o'zgarishini havoning issiqlik rejimi deb yuritiladi. Atmosferaning issiqlik rejimi asosan uning Erdagi faol yuza va kosmik fazo bilan issiqlik almashinishi bilan aniqlanadi. Atmosfera quyosh radiatsiyasini bevosita yutishi natijasida juda kam, aniqrog'i $0,5^\circ$ chamasida isiydi. Atmosferaning yuqori qatlamlari quyosh radiatsiyasini pastki qatlamlaridan kuchliroq yutadi. Atmosferaning eng pastki qatlami – troposferaning, ayniqsa uning pastki qatlamlari isishining asosiy manbai, ularning Er faol sirtidan olgan issiqligidir. Kunduzi faol yuzaning radiatsion balansi musbat bo'lgan soat-larda, ya'ni faol yuzaga tushuvchi quyosh radiatsiyasi oqimlari, faol yuzadan qaytgan va faol yuzaning chiqargan nurlanish oqimlaridan katta bo'lganida quruqlik yuzasi isiydi. Uning harorati havo haroratidan yuqori bo'lib qoladi. SHuning uchun is-siqlik havoga uzatiladi. Kechasi esa faol yuza samarali (effektiv) nurlanish sababli havoga nisbatan ko'proq soviydi. Natijada issiqlik havo-dan faol yuzaga uzatiladi, oqibatda havoning o'zi ham soviydi. Faol yuza bilan atmosfera orasida, shuningdek atmosferaning o'zida issiqlikning ko'chishi quyidagi jarayonlar yordamida ro'y beradi: [1]

1. Molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik. Er sirti, o'ziga tushgan quyosh nuri energiyasining bir qismini yutib isiydi va yutgan energiyasining bir qismini havoga uzatadi, boshqacha aytganda havo qatlamlari bevosita faol yuzaning issiqlik ta'sirida bo'ladi. Tushgan quyosh radiatsiyasining bir qismini yutgan faol yuza

harorati ortadi, natijada unga yondoshgan ustki havo qatlami ham isiydi va bu qatlam o'z navbatida o'zidan yuqoridagi qatlarga molekulalarning issiqlik harakati yordamida issiqlik uzatadi. Bu tarzda issiqlik uzatish troposfera qatlamlarining ancha qismigacha etib boradi. Molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik deb yuritiladigan issiqlik uzatishning bu turi sababli atmosferaning erga yaqin qatlamlarigina yaxshi isiydi. Havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati juda oz bo'lganidan atmosferaning yuqori qatlamlari bu usulda juda ham kam isiydi. Demak, havo ochiq kuni (shamol esmayotganda) er yuzidan balandlik oshgan sari havoning harorati pasayib borishi kerak. [3]



2. Issiqlik konveksiyasi. Atmosferaning yuqori qatlamlariga issiqlik uzatishda issiqlik konveksiyasi jarayoni muhim ahamiyatga ega.

Kunduzi Er sirtining barcha qismlari bir xil isimaydi, ya'ni ba'zi erlar ko'proq isiydi, boshqalari esa kamroq isiydi. Masalan, shudgor (haydalgan er) maydoni bir tomonidan qalin daraxtzor va ikkinchi tomonidan katta suv havzasi bilan chegaralangan bo'lsin. Kunduzi shudgor suv havzasi va daraxtzordan ko'p isiydi. Natijada uning ustidagi havo ham qo'shni maydonlar ustidagi havodan ko'proq isiydi. Shudgor ustidagi ko'p isigan havo kengayadi. Kengayayotgan havoning zichligi atmosferadagi so-vuqroq (yoki sovuq) havo zichligidan kam bo'ladi, shuning uchun issiq engil havo tik yo'nalishda yuqoriga ko'tariladi. Uning o'rniga atrofdagi sovuq havo bostirib kiradi, o'z navbatida u ham isib yuqoriga ko'tariladi. Tik yo'nalishda ko'tarilayotgan issiq havo massalari qancha balandlikka ko'tarilsa, o'sha qatlamlardagi havoni isitadi. Jarayon shunday bo'lib o'tadiki, issiq havo massalari yuqoriga ko'tariluvchi oqimni tashkil qil-sa, atrofdagi sovuq havo massalari pastga yo'nalgan sovuq havo oqimini **tashkil qiladi. Yuqoriga ko'tarilgan havo atrofidagi sovuq havoga o'z issiqligini uzatib soviydi. Qulay sharoitlarda issiqlik konveksiyasi** troposferaning butun qalinligi bo'ylab tarqalishi mumkin. Quruqlik ustida issiqlik konveksiyasi kunduzgi soatlarda vujudga keladi, dengiz ustida esa kechasi suv sirtining harorati, unga yondoshgan (tutashgan) havo haroratidan yuqori bo'lgan hollarda vujudga keladi.

3. Turbulentlik. Havoning jadal ravishda isishiga sabab bo'ladigan omillardan yana biri havoning juda ham harakatchan-ligidan vujudga keladigan turbulentlik jarayonidir. Havo juda kam hollardagina tinch (osoyishta) bo'ladi, ko'pincha esa gorizonta yo'nalishda harakatda bo'lib shamol esadi. Uning uncha katta bo'lmagan hajmiy qismlarining harakati tartibsiz (xaotik) xususiyatga ega. Bunday harakatni turbulent aralashish yoki qisqacha turbulentlik deb yuritiladi. Atmosferaning turbulent aralashib ketishi natijasida issiq qatlamlardan sovuq qatlamlarga issiqlik ancha jadal ravishda ko'chadi. Havoning erga tegib turgan eng pastki qatlami bilan er sirti orasida ishqalanish kuchlari mavjud bo'lgani uchun eng pastki havo qatlami kamroq tezlik bilan harakatlanadi. Undan yuqoridagi qatlam esa pastki qatlam havosidan tezroq harakatlanadi. Natijada bunday ikki havo

qatlami orasida ishqala-nish kuchlari hosil bo'ladi. Bundan tashqari shamolning umumiy oqimida uning ayrim hajmlari turli sabablarga ko'ra har xil tezlik bilan ko'chadi. Tezlik katta bo'lganida shamolning umumiy oqimi ichida turli yo'nalishlarda, shu jumladan tik yo'nalishda tarqaluvchi uyurmaviy oqimlar vujudga keladi. Pastki issiq qatlamlardan ko'tarilayotgan issiq havo oqimlari yuqori qat-lamlarning sovuq havosi bilan aralashib ketib ularni ham isitadi. Havo massalari harakati vaqtida do'ngliklarni, turlicha to'siqlar (binolar, daraxtlar va h.k.) ni o'tishida ham uning ichida yuqoriga yo'nalgan uyurmalar paydo bo'ladi. Pastdan ko'tari-layotgan issiq havo uyurmaları sovuq havo bilan aralashib ularni isitadi. Natijada turbulentlik vositasida atmosferaning yuqori qatlamlari ham isiydi.

4. Atmosferada suv bug'ining kondensatsiyasi va sublimatsiyasi. Er sirtidan troposferaning yuqori qatlamlariga ko'tari-layotgan suv bug'lari borgan sari sovib boradi va qandaydir ba-landlikda to'yinadi, ya'ni tomchiga aylanadi. Fizika kursidan ma'lumki, suv bug'ining qaytadan tomchiga aylanish hodisasini kondensatsiya hodisasi deyiladi. Suv bug'ining kondensatsiyasida atrofga issiqlik ajraladi va atrofdagi sovuq havoni oz bo'lsada isitadi. Suv bug'ining to'g'ridan-to'g'ri qattiq (muz) holatga o'tishini sublimatsiya hodisasi deyiladi. Suv bug'ining sublimatsiyasida ham issiqlik ajraladi va u ham atrofdagi havoning isishiga sarflanadi.

5. Radiatsion issiqlik o'tkazuvchanlik. Tuproqdan atmosferaga issiqlik uzatishda erdagi faol yuzaning uzun to'liqinli nurlanishi ham ma'lum darajada ahamiyatga ega. Erdagi faol yuza nurlanishini atmosferaning pastki qat-lamlari yutadi. Bu qatlamlar ozgina isib, uzun to'liqinli nur-lanishi sababli yuqoridagi qatlamlarni isitadi. Tuproq yuzasi sovganida esa radiatsion nurlanish oqimi atmosferaning yuqo-ri qatlamlaridan pastga yo'nalgan bo'ladi. Quruqlik ustida radiatsion nurlanish oqimining pastga yo'nalishi asosan kechasi ro'y beradi. CHunki kechasi issiqlik konveksiyasi ro'y bermaydi, turbulentlik esa juda kuchsiz bo'ladi.

6. Adveksiya. Biror aniq joy ustidagi havoning harorati gorizontal yo'nalishda ko'chayotgan boshqa havo massasi bilan aralashishi natijasida ham o'zgarishi mumkin. Havo massasining gorizontal yo'nalishda ko'chishini adveksiya deyiladi. Is-siq adveksiyada biror joyga, shu joy havosi haroratidan yuqori haroratli issiq havo bostirib kiradi va olingan joyning havosini isitadi. YUqoriga qaralgan havoning isish jarayonlari orasida eng muhimlari issiqlik konveksiyasi va turbulentlikdir.

Endi havoning sovishiga olib keladigan jarayonlarga to'x-talamiz. Havoni sovishga olib keladigan jarayonlardan biri, havo massalarining atmosferada yuqoriga ko'tarilishidir. Agar katta havo massasi tez ko'tarilayotgan havo massasi bo'lsa, u holda tez qo'tarilayotgan havo massasi bilan atrofdagi muhit orasida issiqlik almashinishi deyarli ro'y bermaydi. Isigan havo massasi yuqoriga ko'tarilgan sari kamroq atmosfera bosimi ta'sirida bo'ladi va tashqi atmosfera bosimiga qarshi yo'nalishda kengayishda ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi, bu esa uning ichki energiyasining kamayishiga ya'ni sovishiga olib keladi. Havo nurlanishi sababli yoki sovuq er yuzasiga tekkanda ham sovib, issiqlik yo'qotadi. Olingan joydagi havoga, u erdagidan past haroratli havo oqimi bostirib kirsas, uni sovuq adveksiya deb yuritiladi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun bahorgi

va kuzgi sovuq adveksiyalar xavflidir, chunki bunday paytlarda ekinlar ustidagi havo harorati keskin pasayib ekinlarni sovuq urishi mumkin. Qishloq xo'jaligi maqsadlari uchun katta hududlarning yoki ayrim joyning harorat rejimini baholashda quyidagilarga ahamiyat beriladi:

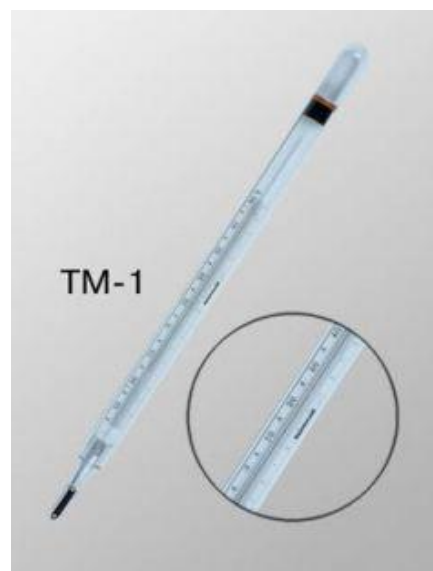
O'rtacha sutkalik, o'rtacha oylik va o'rtacha yillik haroratlar.

Maksimal va minimal haroratlar. Havo haroratining sutkalik va yillik o'zgarishi amplitudalari. Havoning o'rtacha sutkalik haroratini aniqlash uchun havo haroratini bir sutkada 8 marta, ya'ni har 3 soatda o'lchab boriladi, 8 marta o'lchash natijalarini o'zaro qo'shib, 8 ga bo'linadi.

Boshqacha aytganda havoning o'rtacha harorati 1 sutkada o'tkazilgan 8 ta o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymatidir. O'rtacha oylik harorat oy davomidagi o'rtacha sutkalik harorat-larning yig'indisini oydagi kunlar soniga taqsimlab aniqlanadi. O'rtacha yillik havo haroratini esa, o'rtacha oylik harorat-lar yig'indisini yildagi oylar soniga, ya'ni 12 ga taqsimlab aniqlanadi. Havoning o'rtacha yillik harorati issiqlikning umumiy miqdori haqida tasavvur bersada, u haroratning yil davomida o'zgarishini ko'rsatmaydi.

O'rtacha oylik va o'rtacha dekalik haroratlarni alohida davrlardagi harorat sharoitini tavsiflash uchun foydalaniladi. Ammo barcha o'rtacha qiymatlar haroratning sutkalik va yillik o'zgarishining borishi haqida to'la tasavvur bermaydi. O'simliklarning o'sishi va rivojlanishi uchun esa havo haroratining sutkalik va

Issiqlik sharoitini to'laroq tavsiflash uchun yuqoridagi-lardan tashqari havoning maksimal, minimal haroratlarini ham bilish kerak. Masalan, alohida oylardagi minimal haroratni bilish orqali kuzgi ekinlar va mevali daraxtlarning qishlovi sharoitlari haqida fikr yuritish mumkin. YOzda esa maksimal harorat haqidagi ma'lumotlar eng issiq kunlar sonini ko'rsatadi. Havo haroratining sutkalik va yillik o'zgarishi amplitudasi iqlimning kontinentalligini belgilaydi. Masalan, O'zbekiston okean va dengizlardan uzoqda, Evrosiyo materigining ichkarisida joylashgani uchun kontinental iqlimga ega bo'lib, havo haroratining sutkalik o'zgarish amplitudasi $15-20^{\circ}\text{S}$ ga teng, bu esa qishloq xo'jalik dalalarining issiqlik rejimining muhim ko'rsatkichidir. O'simliklarning issiqlikka talabi O'simliklarning o'sishi va rivojlanishi uchun asosiy hayot omillaridan biri issiqlik ekanini bilamiz. Turli turdagi o'simliklarning issiqlikka talabi har xil bo'ladi. Ba'zi turdagi o'simliklar issiqlikka juda talabchan bo'lsa, boshqa turlari esa kamroq talabchan bo'ladi. Agrometeorologiyada berilgan joyning issiqlik sharoitlarini baholash uchun haroratlar yig'indisi tushunchasi keng tarqalgan. Bu tushuncha berilgan joyda aniq davrdagi issiqlik miqdorini tavsiflovchi ko'rsatkich sifatida keng qo'llaniladi. Olingan joyning harorat sharoitlarini belgilash uchun bunday uslubni birinchi marta Reomyur o'zining 1734-35 yillarda o'tkazilgan kuzatishlari asosida kiritgan.^[4] U kuzatishlar natijasida aniq davrdagi haroratlar yig'indisi yildan-yilga o'zgarishini va unga bog'liq ravishda hosil miqdori ham o'zgarishini



payqagan. G.T. Selyaninov iqlimning termik resurslarini qishloq xo‘jalik maqsadlarida baholash uchun faol haroratlar yig‘indi-sidan foydalangan. Faol haroratlar yig‘indisi qishloq xo‘jalik ekinlarining faol vegetatsiya davrida issiqlik bilan ta‘minlanligi ko‘rsat-kichi sifatida ishlatiladi. Faol haroratlar yig‘indisi havoning 10°S dan yuqori bo‘l-gan o‘rtacha sutkalik haroratlari yig‘indisi tarzida aniqla-nadi. Agrometeorologiyada faol haroratlar yig‘indisi tushun-chasidan tashqari samarali (effektiv) haroratlar yig‘indisi tushunchasi ham keng yoyilgan. Har qaysi turdagi o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishi uchun havo harorati ma‘lum aniq qiymatlardan past bo‘lmasligi kerak. O‘simlik rivojlanadigan bunday eng oz haroratni biologik minimum deb yuritiladi. Haroratning biologik minimumidan boshlab hisoblangan o‘rtacha sutkalik haroratni samarali harorat deyiladi. O‘simliklarning rivojlanishi uchun zarur haroratning biologik minimumidan boshlab hisoblangan o‘rtacha sutkalik haroratlar yig‘indisini samarali haroratlar yig‘indisi deb yuritiladi. Masalan, bir oydagi 10°S dan yuqori samarali haroratlar yig‘indisini aniqlash uchun oydagi har bir kun uchun o‘rtacha sutkalik haroratdan 10°S ni ayirib, so‘ngra qolgan natijalarni qo‘shib chiqish zarur. Samarali haroratni o‘rtacha sutkalik havo haroratidan o‘simlikning rivojlanishi uchun eng past (biologik minimum) haroratni ayirib topiladi. Masalan, makka-jo‘xori uchun biologik minimum 10°S ga teng. O‘rtacha sutkalik harorat 22°S ga teng bo‘lsa, samarali harorat $22^{\circ}-10^{\circ}\text{S}=12^{\circ}\text{S}$ ga teng bo‘ladi. O‘rtacha sutkalik harorat biologik minimumdan yuqori bo‘lgandagina o‘simlik rivojlanaoladi. Turli turdagi o‘simliklar uchun haroratning biologik minimumi ham turlichadir. Masalan, bahori va kuzgi bug‘doylar uchun biologik minimum 5°S ga, loviya uchun 12°S ga, pomidor o‘simligi uchun 12°S ga, g‘o‘za uchun 13°S (g‘o‘zaning janubiy navlari uchun 15°S) ga teng. Odatda samarali haroratlar yig‘indisi dekada, oy, o‘simlikning rivojlanishi fazalari yoki butun vegetatsiya davri uchun hisoblanadi. Hozirgi vaqtda qishloq xo‘jalik ekinlarining ko‘pchiligi uchun butun vegetatsiya davriga zarur samarali haroratlar yig‘in-disidan tashqari rivojlanishning asosiy fazalarini o‘tishiga kerak bo‘lgan samarali haroratlar yig‘indisi ham hisoblangan. O‘rtacha sutkalik havo haroratning 5°S , 10°S lardan turg‘un o‘tishi qishloq xo‘jalik ekinlarining faol vegetatsiyasi boshlanishining asosiy shartlaridan biridir. Bunda, albatta, o‘simlikka zarur boshqa omillar, masalan tuproq namligi etarli bo‘lishi kerak. O‘zbekiston Respublikasi hududlarida bahorda bunday o‘rtacha sutkalik havo haroratlarining qachon boshlanishi va kuzda 10°S , 5°S lardan pasayish muddatlarini bilish qishloq xo‘jali-gi xodimlari uchun ahamiyatga ega. Bu haqidagi ma‘lumotlarni 5.2-jadvaldan ko‘rish mumkin. 10°S lik o‘rtacha sutkalik haroratning boshlanishi esa o‘rtacha hisobda mart oyining oxirgi dekadasida-aprel oyining birinchi yarmida amalga oshadi. Kuzda 10°S dan past haroratlarga o‘tishi o‘rta hisobda oktyabr oyida va noyabr boshlarida boshlanadi. Issiq davrning termik resurslarini ko‘pincha samarali haroratlar yig‘indisi (10°S dan yuqori) bilan tavsiflanadi. O‘z-bekistonda 11 apreldan 31 oktyabrgacha bo‘lgan vegetatsiya davri uchun tekisliklarda samarali haroratlar yig‘indisi $2000-2800^{\circ}\text{S}$ ni tashkil qiladi. Ko‘ramizki, respublikamiz iqlimining termik resurslari eng issiqsevar o‘simliklardan bo‘lgan g‘o‘zaning issiqlikka talabiga javob beradi.

Havo haroratining o'simliklar uchun ahamiyati Havo harorati-ekinlarni ekishdan boshlab, to hosilni yig'ib olguncha bo'lgan davrda uning o'sish va rivojlanishi sharoitiga ta'sir qiladigan asosiy meteorologik omillardan biridir. O'simliklar organizmlarida kechadigan fiziologik jarayonlar (fotosintez, nafas olish) faqat muayyan haroratlar chegaralaridagina o'tadi.

9-jadval

O'rtacha sutkalik havo haroratining bahorda va kuzda 5, 10, 12, 15°S lardan turg'un o'tishi vavegetatsiya davri davomiyligining ko'p yillik o'rtacha sanalari (F.A. Mo'minov, H.M. Abdullaev bo'yicha)

R espublika, v iloyat	St ansiya nomi	Havo haroratining... °S lardan o'tish muddatla								Harorati quyidagilardan yuqori bo'lgan davr (kunlar) davomiyligi			
		°	0°	2°	5°	5°	2°	0°	°	°	0°	2°	5°
		Bahorda				Kuzda							
Q oraqalpoqiston Respublikasi	Q o'ng'irot N ukus	2.III 19.III	1.IV 2.IV	4.IV 11.IV	5.IV 19.IV	8.I X 0.I X	.X 4.X	7.X 1.X	.XI 1.XI	30 36	89 98	78 84	56 64
N avoiiy	N urota N avoiiy	.II 15.II I	8.III 23.II I	.IV 31.III	8.IV 12.IV	.X 8.X	1.X 3.X	.XI 1.X	7.XI .XI	68 83	18 25	97 07	71 79
T oshkent	Y Angiyo'l D alvarzin (Qovuncha)	1.III 25.II	5.III 20.II I	1.III 29.III	4.IV 9.IV	.X .X	9.X 7.X	1.X .XI	5.XI 1.XI	68 79	21 30	03 12	73 83
X orazm	U rganch X iva	5.III 14.II I	.IV 31.II I	.IV 7.IV	7.IV 17.IV	.X .X	5.X 7.X	2.X 2.X	6.XI 5.XI	44 47	04 05	91 93	68 69
N amangan	N amangan P op	.III 29.II	3.III 22.II I	9.III 29.III	.IV 10.IV	.X .X	1.X 4.X	.XI .XI	4.XI 5.XI	68 71	24 25	06 10	82 83
A ndijon	A ndijon S ovoy	.III 8.III	5.III 28.II I	0.III 4.IV	1.IV 17.IV	.X .X	0.X 7.X	0.X 5.X	2.XI 7.XI	65 54	19 13	05 98	78 67
B uxoro	B uxoro Q orako'l	5.II 24.II	2.III 19.II I	9.III 26.III	0.IV 9.IV	.X .X	0.X 4.X	7.X .XI	7.XI .XII	44 85	23 28	04 15	81 87
J izzax	J zzax G 'allaorol	.II 11.II I	5.III 1.IV	1.III 9.IV	4.IV 25.IV	1.X .X	8.X 3.X	.XI 2.X	.XII 8.XI	46 54	25 05	12 87	80 58
S irdaryo	S rdaryo Y Angier	.III 25.II I	5.III 22.II I	.IV 29.III	4.IV 10.IV	.X 4.X	8.X 0.X	8.X .XI	2.XI .XII	64 80	16 30	00 15	73 87
F arg'ona	F edchenko F arg'ona	.III 2.III	4.III 25.II I	1.III 31.III	1.IV 12.IV	.X .X	1.X 1.X	9.X 9.X	4.XI 4.XI	67 67	20 18	04 03	78 77
S amarqand	K attaqo'rg'on S amarqand	7.II 2.III	7.III 27.II I	.IV 6.IV	8.IV 18.IV	.X .X	5.X 0.X	.XI 0.X	.XII 8.XII	46 72	21 17	05 98	75 69
Q ashqadaryo	S Haxrisabz Q arshi	5.II 16.II	0.III 17.II I	6.III 27.III	2.IV 10.IV	6.X 4.X	.XI .XI	1.X I .XI	0.XII .XII	90 93	36 37	25 18	85 87
S urxondaryo	S Herobod T ermiz	0.I 5.II	.III 10.II I	0.III 19.III	0.III 1.IV	1.X 8.X	5.X I .XI	9.X I 4.X	6.XII 0.XII	20 07	69 49	42 70	15 19

10-jadval

Ekin turi	Minimal harorat (°S)	Optimal harorat (°S)		Maximal harorat (°S)
		echasi	kunduzi	
Karam, turp, sholg'om, rediska va boshqalar	1		20	27
Kartoshka, salat, no'xat, sabzi, petrushka, pasternak, ukrop, batun piyoz	2		32	30
Pomidor, loviya, oshqovoq (yirik hosilli), shirin makkajo'xori	8	5	9	36
Bodring, qovun, tarvuz, baqlajon, qalampir	11	8	12	39

284

Savollar va topshiriqlar

1. Havoning isishi va sovishi qanday jarayonlar ta'sirida ro'y beradi?
2. Faol yuzadan atmosferaga issiqlik uzatish qanday jarayonlar hisobiga amalga oshadi?
3. Havoning isishi va sovishiga faol sirtning ta'siri qanday?
4. Havo haroratiga o'simliklar qoplami qanday ta'sir qila-di?
5. Haroratning vertikal gradienti deb nimaga aytiladi?
6. Havo harorati vertikal gradienti qiymatlari qanday omillarga bog'liq?
7. Havoning aralashishi haroratning vertikal gradientiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

20-Mazu: Havoning namligi. Bug'lanish yog'inlar

Reja:

1. Atmosferadagi suv bug'i
2. Yog'inlar. Qor Qoplami
3. Tomchilarning yiriklashuvi va yog'inlarning vujudga kelishi. Yog'in turlari

Adabiyotlar [1],[2] [3] [4] [5]

Ma'lumki, butun yer sirtining 70 foizcha qismini suv qoplagan. Atmosferada mavjud suv bug'ining asosiy qismi okean va dengizlarning bug'lanishidan hosil bo'ladi. Ko'llar, daryolar, suv havzalari, nam tuproq va o'simliklarning bug'lanishidan ham atmosferaga ancha miqdordagi suv bug'i o'tadi. Qor qoplami va muzliklarning bug'lanishi juda kam darajada bo'ladi. Bu misol-lardan ko'rinadiki, bug'lanuvchi sirt turiga qarab bug'lanish har xil jadallikda o'tadi. Bir joyning o'zida ham bug'lanish haroratga bog'liq ravishda o'zgarib turadi. Suv bug'lanishida havoning suv sirtiga yondoshgan qatlamlarida eng ko'p suv bug'i bo'ladi. Suv bug'i atmosferaning yuqori qatlamlariga asosan havo bilan birgalikda issiqlik konveksiyasi, turbulent aralashish va molekulyar diffuziya jarayonlari bilan ko'tariladi. Havodagi suv bug'ining miqdori joyning fizik-geografik sharoitlariga bog'liq ravishda o'zgaradi. Bundan tashqari havodagi suv bug'ining miqdori yil fasllariga, sutka vaqtiga va ob-havo sharoitlariga bog'liq. SHuning uchun ham havodagi suv bug'ining miqdori ham o'zgaruvchidir. Atmosferada uzluksiz ravishda bug'lanishga teskari jarayon suv bug'ining havodan suvga, tuproqqa, o'simlik, qor va muz qoplamlariga o'tishi ham ro'y berib turadi. Agar ajralib chiquvchi suv molekulalarining soni, qaytuvchi suv molekulalari sonidan oshiq bo'lsa, natijaviy jarayon bug'lanish bo'ladi. Bug'lanayotgan sirt ustidagi suv bug'ining miqdori ortgan sari birlik yuzadan vaqt birligida ajralib chiqayotgan molekula-larning soni, qaytib tushayotgan molekulalar soniga teng bo'lib qolishi mumkin, ya'ni bug'lanayotgan muhit bilan uning ustidagi bug' orasida harakatli muvozanat vujudga keladi. Bunday holat-dagi bug'ni to'yingan bug' deyiladi. Agar bug'lanayotgan sirtidan uchib chiquvchi molekulalar soni, bug'lanayotgan sirtga qaytib tushuvchi molekulalar sonidan kam bo'lsa, natijaviy jarayon – suv bug'ining kondensatsiyasi bo'ladi. Suv bug'i boshqa gazlar kabi bosimga ega. Suv

bug'ining parsial bosimini ko'pincha suv bug'ining elastikligi deb ham yuritiladi. Havodagi mavjud suv bug'ining parsial bosimini e harfi bilan belgilanadi. Havoda suv bug'lari ortsa suv bug'i-ning parsial bosimi e ham ortadi. Suv bug'ining parsial bosimi e ni hozirgi vaqtda gPa (gektopaskal) birlikda o'lchanadi (2-bobdan $1 \text{ gPa} = 1 \text{ mb}$ ekanligini eslang). Berilgan haroratda suv bug'ining parsial bosimi (elastikligi) biror maksimal E qiymatgacha ortishi mumkin va uni bug'-ning shu haroratdagi maksimal elastikligi yoki to'yingan bug' elastikligi deb yuritiladi. Demak, $e < E$ da bug'ni to'yinmagan bug', $e = E$ da esa to'yingan bug' deb yuritiladi. SHunday qilib, havodagi suv bug'ining berilgan haroratda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta parsial bosimini to'-yingan bug' bosimi deyiladi va E harfi bilan belgilanadi, To'yingan bug' bosimi E ni ham gPa birlikda ifodalanadi. Havoning harorati qanchalik yuqori bo'lsa, to'yingan bug' bosimi ham kattalasha boradi. [3] Masalan, harorat 0°S bo'lganda suvning tekis sirti ustidagi to'yingan bug' bosimi 6,1 gPa ga, 10°S da esa 12,3 gPa ga, 20°S da 23,4 gPa ga, 30°S da 42,4 gPa ga teng bo'ladi. Bu misollardan ko'rinadiki, harorat oshgan sari havo tobora ko'p suv bug'ini saqlay oladi. Musbat haroratlarda distirlangan suvning tekis sirti ustidagi to'yingan bug' bosimi faqat haroratga bog'liq. Manfiy haroratlarda esa u yana bug'lanayotgan sirtning qanday (o'ta sovigan suv yoki muz) holatda ekanligiga bog'liq. Biror haroratda muz ustidagi to'yingan bug' bosimi, xuddi shu haroratdagi o'ta sovigan suv ustidagi to'yingan bug' bosimidan kichik. Masalan, harorat -5°S bo'lganda o'ta sovigan suv ustidagi bug' bosimi 4,21 gPa, muz ustidagi bug' bosimi esa 4,01 gPa ga teng. Demak, suv ustidagi bug'ning to'yinishi, muz ustidagi to'yinishga qaraganda ko'proq bosimda boshlanadi. To'yingan bug' bosimi harorat va bug'lanayotgan sirtning qanday fazaviy holatda ekanligidan tashqari, bug'lanayotgan sirtning egriligining turiga ham bog'liq. Qavariq sirt, masalan tomchi ustidagi to'yingan bug' bosimi, xuddi shu haroratdagi tekis sirt ustidagi to'yingan bug' bosimidan katta. Botiq sirt, masalan kapillyar naydagi suv sathi ustidagi bug' bosimi xuddi shu haroratdagi tekis sirt ustidagi to'yingan bug' bosimidan kichik bo'ladi. Ammo bu farqlar radiusi 10^{-4} sm dan kichik tomchilar ustida va tuproqdagi juda ingichka kapillyarlar ustida sezilarli bo'ladi. Havo namligini aniqlaydigan asosiy kattaliklar Havodagi suv bug'ining miqdoriga havo namligi deyiladi. Havoning namligi suv bug'ining parsial bosimi, to'yingan bug' bosimi, absolyut namlik, havoning nisbiy namligi, to'yinish etish-movchiligi, shudring nuqtasi kabi kattaliklar bilan aniqlanadi. Endi ularning har birini qarab chiqamiz



1. Suv bug'ining parsial bosimi (elastikligi) e deb – berilgan haroratda havo

tarkibidagi suv bug‘ining faqat o‘zi, havo hajmiga teng hajmni egallaganida hosil qiladigan bosimiga aytiladi. Suv bug‘ining parsial bosimi oldin aytganimizdek gPa birlikda o‘lchanadi.

2. To‘yingan suv bug‘ining bosimi E – berilgan haroratda suv bug‘ining mumkin bo‘lgan eng katta parsial bosimi (elastikligi) dan iborat va u ham gPa birlikda ifodalanadi.

3. Absolyut namlik α deb – havoning hajm birligidagi suv bug‘ining massasiga aytiladi. Havoning absolyut namligi g/m^3 birlikda ifodalanadi.

Absolyut namlik α bilan suv bug‘ining parsial bosimi e orasida quyidagicha munosabat mavjud:

$$\alpha = 217 \frac{e}{T} \cdot 2 / \text{m}^3$$

bu erda: e – gPa birlikda ifodalangan suv bug‘ining parsial bosimi, T – absolyut harorat. Masalan, 0°S (yoki 273 K) haroratda to‘yinish holatida absolyut namlik $b = 4,9 \text{ g/m}^3$ ga teng.

4. Havoning nisbiy namligi f deb – mazkur haroratdagi suv bug‘i parsial bosimi e ning xuddi shu haroratdagi to‘yingan bug‘ bosimi E ga nisbatiga aytiladi va foiz hisobida quyidagicha ifodalanadi:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%. \quad (6.1)$$

Quruq havoda $e = 0$ bo‘lganidan $f = 0$ ga teng, agar $e = E$ bo‘lsa $f = 100\%$ bo‘ladi. Demak, havo suv bug‘iga to‘yinganida nisbiy namligi 100 foizga tenglashadi.

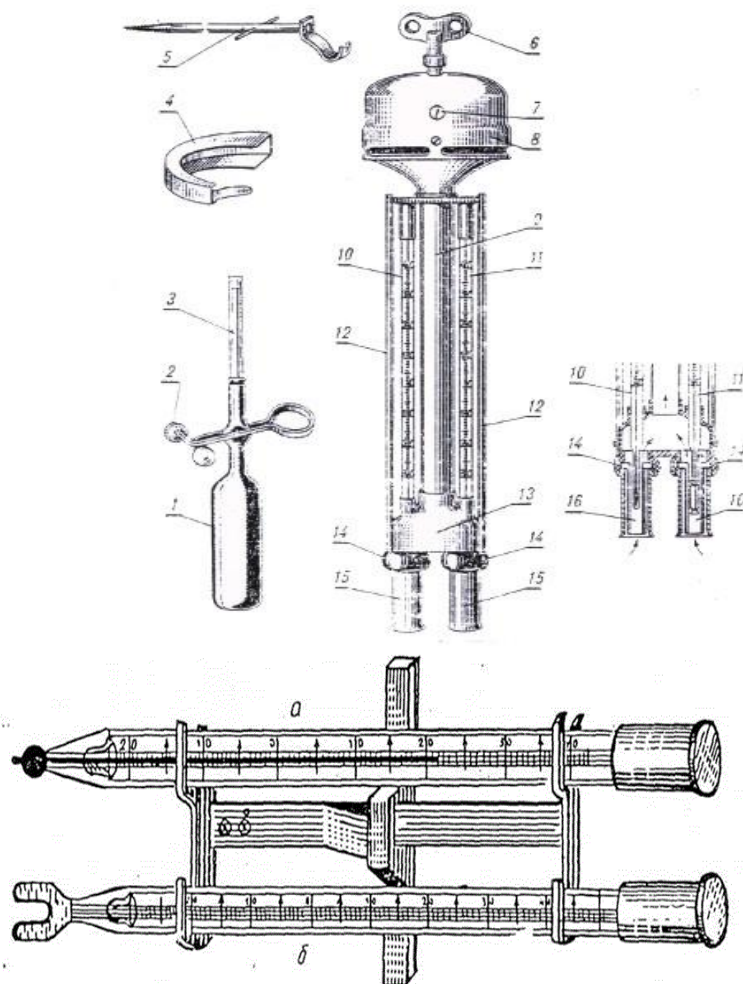
SHunday qilib, nisbiy namlik havoning suv bug‘iga to‘yinishiga qanchalik uzoq-yaqinligini tavsiflaydigan kattalikdir.

5. To‘yinish etishmovchiligi d – berilgan haroratdagi to‘yingan bug‘ bosimi E bilan, havo tarkibidagi mavjud suv bug‘i parsial bosimi e ning ayirmasiga teng:

$$d = E - e$$

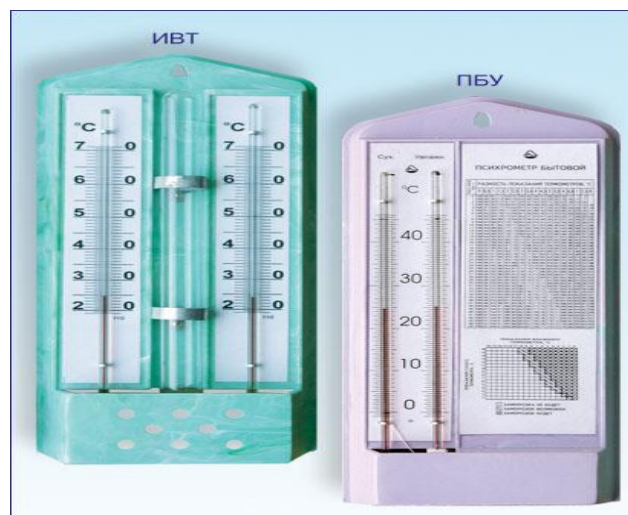
To‘yinish etishmovchiligi d ni ham gPa birlikda ifodalanadi. [3] To‘yinish etishmovchiligi havoning berilgan haroratda suv bug‘iga to‘yinishi uchun mavjud bug‘ miqdoriga yana qancha bug‘ kerakligini bildiradi. Nisbiy namlik oshgan sari to‘yinish etishmovchiligi kamaya boradi, $f = 100\%$ bo‘lganda esa to‘yinish etishmovchiligi nolga teng bo‘ladi. e va E ning ta’riflaridan ko‘rinadiki, e havodagi suv bu-g‘ining miqdoriga, E esa havo haroratiga bog‘liq. SHuning uchun to‘yinish

6. SHudring nuqtasi t_d deb havodagi mavjud suv bug‘ining to‘yinish xolatiga o‘tish haroratini aytiladi. Nisbiy namlik $f = 100\%$ bo‘lganida havo harorati shudring nuqtasi bilan mos tushadi. Jadval bo‘yicha to‘yingan bug‘ bosimi 12,3 gPa bo‘lsa, mazkur vaqtda havoning harorati qandayligiga qaramasdan shudring nuqtasi 10°S ga teng bo‘ladi, chunki shu haroratda to‘yingan suv bug‘i 12,3 gPa bosim beradi. Demak, shudring nuqtasini aniqlash uchun suv bug‘ining parsial bosimi e ni bilish kerak. U holda to‘yingan bug‘ bosimi jadvaliga qarab, e ning qiymati bo‘yicha, uning to‘yingan bug‘ga aylanishi haroratini aniqlash lozim, xolos.



Biz oltinchi bobda bulutlarda dastavval vujudga kelgan suv tomchilari, muz kristallari juda kichkina bo'lishini ta'kidlab o'tganmiz. SHuning uchun ularning har biriga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi, havoning ko'tarilma harakati va qarshilik kuchidan kichik bo'lganligi uchun ular atmosferada muallaq holatda mavjud bo'ladi. Atmosferada zaruriy fizik sharoitlar etarli bo'lganda bu-lutning

bunday elementlari (suv tomchilari, muz kristallari) 0,1-0,2 mm va undan ham kattaroq o'lchamlargacha yiriklashadi. Endilikda yiriklashgan suv tomchilari (yoki muz kristallari) ni havoning qarshilik kuchi va ko'tarilma harakati ushlab turolmaydi, ya'ni tomchilarga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi havoning qarshilik kuchi va ko'tarilma harakatining ta'siridan katta bo'lib qoladi. Yiriklashgan tomchilar



bulutlardan yog'in tarzida erga tushadi. Tomchilar qanday usullarda yiriklashadi degan savolga javob beraylik. Tomchilarning kerakli o'lchamlargacha yiriklashuvi kondensatsiya usuli bilan amalga oshmaydi. Kondensatsiya sababli juda mayda tomchilar hosil bo'ladi va ular bu usulda yomg'ir tomchisigacha o'smaydi, chunki bunday o'sish uchun juda uzoq vaqt muddati kerak. Bulutlardan yomg'ir tarzida yog'adigan ancha yirik tomchilar dastavval mayda tomchilarning o'zaro qo'shilishidan hosil bo'la-di. Tomchilarning kattalashuvi elektr kuchlari ta'sirida ham ro'y beradi. Qarama-qarshi ishorali zaryadlangan tomchilarning o'zaro birikishi (qo'shilishi) ehtimoli katta. Tomchilarning o'zaro qo'shili-shida ularning o'lchami ham ahamiyatga ega. Chunki yirik tomchilarning pastga tushish tezligi katta, mayda tomchilarning tushish tezligi kam bo'ladi. Masalan, tajribalardan aniqlanishicha, normal atmosferada bosimi va havo harorati 20°S bo'lganda radiusi $r_1 = 0,1$ mm bo'lgan tomchining tushish tezligi $v_1 = 0,72$ sm/s ga teng bo'lsa, radiusi $r_2 = 3$ mm bo'lgan tomchilar esa $v_2 = 9,18$ sm/s tezlik bilan tushadi. Qor uchqunlari, xuddi shunday massali tomchilarga nisbatan kamroq tezlik bilan tushadi, chunki ularning sirti katta bo'lganligi uchun havoning ko'proq qarshiligiga uchraydi. Qor uchqunlari-ning tezligi 0,1- 1,0 sm/s atrofida bo'ladi. Tomchilarning o'lchami 5-7 mm gacha etadi, undan katta tomchilar parchalanib ketadi. Tezroq tushayotgan katta tomchilar mayda tomchilarni quvib etib urilib ularni o'ziga qo'shib olib kattalasha boradi. Tomchilarning shunday yiriklashuvini gravitatsion koagulyasiya deb yuritiladi. Bulut elementlari va yomg'ir tomchilarining paydo bo'lishi-da asosiy rol ni gravitatsion koagulyasiya o'taydi. Turbulentlik ham tomchilarning to'qnashuviga

Bunday usul bilan qatlamli bulutlardan ba'zan shivalama yomg'ir, kuchli to'p-to'p bulutlardan esa-mayda va jadalligi kam yomg'ir yog'adi. Ammo mo'l yog'inlar bu usul bilan hosil bo'lmaydi. Mo'l yog'in-larning hosil bo'lishi uchun bulutlar aralash bo'lishi, ya'ni ularda o'ta sovigan tomchilar va muz kristallari

yonma-yon mavjud bo'lishi kerak. YUqori qatlamli, yomg'irli qatlam va yomg'irli to'p-to'p bulut-lar xuddi shunday tuzilgan. Agar o'ta sovigan tomchilar va kristallar o'zaro yaqin mavjud bo'lsa, namlik sharoiti shunday bo'ladiki, unda havo tomchilarga nisbatan to'yinmagan, kristallar-ga nisbatan o'ta to'yingan bo'ladi. Bunday sharoitda tomchilar bug'lanib ketadi, kristallar esa sublimatsiya yo'li bilan o'sadi (kattalashadi). Bu jarayon ayniqsa -12°S haroratda jadal o'tadi, chunki bu haroratda o'ta sovigan suv va muz ustidagi to'yingan bug' bosimlarining farqi eng katta bo'ladi. Demak, bunday jarayonda tomchilarning bug'lanishi natijasida hosil bo'lgan suv bug'lari muz kristallarida sublimatsiyalanib, ularning kattalashuviga sabab bo'ladi. -12°S dan yuqori va past haroratlarda bu jarayon -12°S dagidan sekinroq o'tadi, ammo u ham bulutlardan yog'adigan yirik qor uchqunlarini vujudga keltiradi. Yiriklashgan kristallar odatda bulutlarning ustki qismi-dan yog'a boshlaydi (chunki bulutlarning yuqori qismida muz kristallari afzal ravishda mavjud). Tushish paytida ular sublimatsiya yo'li bilan yana kattalashishini davom ettiradi. Bundan tashqari kristallar tushish paytida o'ta sovigan tomchilar bilan to'qnashib, ularni ham muzlatib o'ziga qo'shib olib yiriklashadi. SHunday qilib, bulutning yoki bulutlik qatlamining pastki qismida yirik kristallar paydo bo'ladi. Agar bulutning quyi qismida harorat 0°S dan yuqori bo'lsa, kristallar erib tomchiga aylanadi va yomg'ir tarzida erga tusha boshlaydi. Hosil bo'lgan tomchilarning tezligi turlicha bo'lganidan tushish paytida bir-biri bilan yoki bulutdagi boshqa tomchilar bilan o'zaro koagullashadi (qo'shiladi) va natijada yanada yiriklashadi. Ba'zi hollarda kristallar bulutning ostida erib ketadi va yana yomg'ir yog'adi. Agar bulutlarning ostidan toki er sirtigacha havo harorati manfiy bo'lsa yog'inlar qor yoki oqishoq qor ko'rinishida yog'adi. Agar yog'inlar do'l yoki muz tarzida bo'lsa, namlik sharoiti yana murakkablashadi, ammo hodisaning mohiyati xuddi yuqoridagidey bo'ladi.

Atmosfera yog'inlari fazaviy holatlari bo'yicha qattiq, suyuq, aralash yog'inlarga bo'linadi. YOg'ish xususiyatiga ko'ra yog'inlar uch turga: burkama, jala va shivalama yog'inlarga ajratiladi. Suyuq yog'inlarga burkama yomg'ir, jala yomg'ir va shivilama yomg'irlar kiradi. [1]

Burkama yomg'irlar yomg'irli qatlam yoki yuqori qatlamli bulutlardan afzal ravishda yog'adi. O'rta o'lchamdagi tomchilardan tashkil topgan bunday yomg'irlar juda katta hududlarga yog'adi. Ularning jadalligi unchalik katta bo'lmay surunkali yoki vaqti-vaqti bilan to'xtab bir necha soat yoki bir necha kun davom etadi. Jala yomg'irlar yirik tomchilardan iborat bo'lib, yomg'irli to'p-to'p bulutlardan yog'adi. Jala yog'inlar to'satdan boshlanadi va jadalligi 1 mm/min ga etganda jalaga aylanadi. Jala yog'i-shi uzoq muddatga cho'zilmaydi va kichik hududlarga yog'adi. Ba'zan jala yog'inlar kuchli qor yog'ishi ko'rinishida bo'ladi.

SHivalama yomg'irlar diametri 0,5 mm dan kichik suv tomchilaridan iborat bo'lib, odatda qatlamli, ba'zan esa qatlamli to'p-to'p bulutlardan yoki tumanlardan yog'adi. Aralash yog'inlarga ho'l qor kiradi.

Qattiq yog'inlarga qor, oqishoq qor, qor donalari, muz donalari, muzli yomg'ir va do'l kiradi. Burkama qor yomg'irli qatlam, qatlamli to'p-to'p va yuqori qatlamli bulutlardan yog'adi. YOmng'irli to'p-to'p bulutlardan qor va muz donalari, kuchli qor va do'l yog'adi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun do'l ayniqsa xavfli yog'indir. Do'l bahor va kuz oylarida kuchli yomg'irli to'p-to'p bulutlardan yog'adigan sharsimon va noaniq shaklli zich muz donalari ko'rinishidagi atmosfera yog'inidir (11-bobni qarang).

YOg'inlarning asosiy xususiyati bo'lib yog'in jadalligi hisob-lanadi. YOg'in miqdori er sirtidagi gorizontal yuzada yog'in pay-tida to'plangan suv hosil qilgan qatlamning (suvning tuproqqa shimilishi, bug'lanishi va oqib ketishi bo'lmagandagi) balandli-gi bilan o'lchanadi. Masalan, 1 ga gorizontal yuzada yog'indan 1 mm qalinlikdagi suv tekis to'plansa, u holda yig'ilgan suv haj-mi V ga teng bo'ladi: $V=10^4 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ mm} = 10^4 \text{ m}^2 \cdot 10^{-3} \text{ m}=10 \text{ m}^3$; bu suvning massasi m , zichligi ρ bo'lsa $m=\rho V$ formulaga asosan:

$m=10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m}^3 = 10 \text{ t.}$ (tonna) ga teng bo'ladi. Vaqt birligida yoqqan yog'in miqdoriga yog'in jadalligi deyiladi. Agar yog'in jadalligini i harfi bilan, vaqtni t va yog'in-dan hosil bo'lgan suv qalinligini h bilan belgilasak, quyidagi formulani yoza olamiz:

$$i = \frac{h}{t} . \quad (7.1)$$

Masalan, biror maydonga 10 min davomida 3 mm qalinlik-dagi yomg'ir yog'sa, uning jadalligi quyidagicha bo'ladi:

$$i = \frac{3 \text{ мм}}{10 \text{ мин}} = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{мин}} .$$

Xuddi shu jadallikda 1 ga erga har sekundda yoqqan yog'in miqdorini aniqlaymiz:

$$i = \frac{h}{t} \text{ да н } h=i \cdot t \text{ yoki } h \cdot s=i \cdot s \cdot t,$$

bundan: .

$$v = h \cdot s = i \cdot s \cdot t = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{мин}} \cdot 10^4 \text{ м}^2 \cdot 1 \text{ с} = 0,3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3 \cdot \text{с}}{\text{мин}} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 10^3}{60} \text{ л} = \frac{3 \cdot 10^3}{60} \text{ л} = 50 \text{ л}$$

Demak, 1 ga erga har sekunda 50 l (litr) dan yomg'ir yog'adi. YOg'inlarning faqat umumiy yillik miqdorigina emas, balki ularning qaysi oylarda yog'ishi, aniqroq qilib aytganda qaysi oylarda ko'proq yog'ishi yoki qaysi oylarda kamroq yog'ishi ham qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyatga ega. SHuning uchun ularni muntazam ravishda o'lchab boriladi. [4] O'lchashlar natijasida yog'inning sutkalik, oylik va yillik miqdori aniqlanadi. Er sharining turli qismlarida, jumladan O'zbekiston Respublikasining hududlarida yog'inlar notekis taq-simlangan. Er sharining ba'zi joylarida nihoyatda ko'p yog'in yog'sa, boshqa joylarida yil davomida juda kam yog'in yog'adi. Masalan, Xindistonning CHerrapunji ($25,8^{\circ}$ shim. kenglik, $91,8^{\circ}$ sharqiy uzunlik) rayoni butun dunyoda eng ko'p yomg'ir yog'adigan hududlardan bo'lib, yillik yog'in miqdori 11000-12000 mm ga etadi. Peru sahrolarining ayrim joylariga hamda Sahroi Kabirga ba'zan yillab yog'in yog'maydi. Kavkazda yillik yog'in miq-dori 2500-3000 mm ni, Rossiya Federatsiyasining Evropa qismi-da 500-600 mm ni tashkil qiladi. Meteorologik stansiyalarda yog'in miqdorini Tretyakov yog'in o'lchagichi va plyuviograf bilan o'lchanadi. Dala sharoitida yog'in miqdorini o'lchash uchun F.F. Davitaya yomg'ir o'lchagichidan foydalaniladi. YOg'in miqdorini uzluksiz yozib berish uchun plyuviograf ishlatiladi. YOg'inlarning sutkalik va yillik o'zgarishi. Er yuzida va O'zbekiston hududlarida yog'inlarning taqsimlanishi YOg'in miqdorining sutkalik o'zgarishi bulutlik o'zgarishining borishi va xususiyati bilan aniqlanadi. YOg'inlarning sutkalik o'zgarishini kontinental va dengiz (yoki qirg'oq) iqlimli tur-larga ajratiladi.

Kontinental iqlimli hududlarda yog'inlar yog'ishining sutka-lik o'zgarishida ikkita maksimum va ikkita minimum bor. Birinchi bosh maksimum tushdan keyingi soatlarga to'g'ri ke-ladi, chunki bu vaqtda quruqlik ustida konveksiya bulutlari eng kuchli rivojlangan bo'ladi. Ikkinchi, ancha kuchsiz maksimum esa erta tongda kuzatiladi, chunki bu vaqtda qatlamli turdagi bulut-lar eng kuchli rivojlanishga erishadi. Demak, yog'inlarning sutka-lik o'zgarishida yog'inlar yog'ishining kuchayishi tushdan keyin va erta tongda ro'y beradi. Yog'inlarning birinchi bosh minimumi tun yarmidan keyin, ikkinchi minimumi esa tushdan oldin kuzatiladi. Dengiz (yoki qirg'oq) iqlimli hududlarda esa yog'inlar yog'ishi-ning bitta maksimumi va bitta minimumi bor. YOg'inlar yog'ishi-ning maksimumi kechasi, minimumi esa kunduzi tushdan keyingi soatlarda kuzatiladi. Buni quyidagicha tushuntiriladi. Kechasi dengiz ustida haroratning tik yo'nalishdagi gradienti ortadi, buning oqibatida turg'unmas stratifikatsiya vujudga keladi va bulutlarning hosil bo'lishi boshlanadi. Kunduzi, dengiz havosi ancha isigan quruqlik ustiga ko'chganda nisbiy namligi kamayadi, natijada bulutlar hosil bo'lishi qiyinlashadi. Kunduzi dengiz ustida havoning tik ravishda pastga

yoʻnalgan oqimi ham kuchaygan boʻladi, bu ham oʻz navbatida bulutlar hosil

bo'lishiga qarshilik ko'rsatadi. Demak, qirg'oq iqlimli hududlarda kunduzi tropik, subtro-pik, mo'tadil iqlimli turlarga ajratiladi. Ekvatorial zona ($0-10^{\circ}$ shimoliy va janubiy kengliklar) da yiliga eng ko'p yog'in yog'adi. Bu zonada yillik yog'in yig'indisi o'rta hisobda 2000 mm gacha etadi. YOg'in miqdori Tinch okeanning ba'zi orollarida yiliga 5000-6000 mm gacha etadi. Bu zonada yog'in-larning ikkita mumi - bahorgi va kuzgi teng kunliklar (aprel, oktyabr) dan keyin, mi-



nimumi esa yozgi va qishki quyosh turishi vaqtidan (iyun, yanvar) dan keyin tiladi. Bunday yog'in rejimi ayniqsa Markaziy Afrikada yaqqol namoyon bo'lgan. Bu zonaning hech qayerida qurg'oqchil davr (o'simliklar o'sishi va rivojlanishi nuqtai nazaridan) bo'lmaydi, bu zonada yog'in yil bo'yi deyarli bir xil yog'adi deb ayta olamiz. Tropik zona ($10-23,5^{\circ}$ shimoliy va janubiy kengliklar) da yozgi to'rt oy muddatli yomg'ir davri mavjud, qolgan oylarda esa yog'inlar deyarli yog'maydi. Er sharidagi yog'inlarning deyarli yarmisi 20° shimoliy kenglik bilan 20° janubiy kenglik orasida joylashgan erlarga tu-shadi. Subtropik zona ($23,5-40^{\circ}$ shimoliy va janubiy kengliklar) da yog'inlar nisbatan kam yog'adi. Bu zonada yog'in miqdori keng intervalda o'zgaradi. Masalan, Himolay tog'i yonbag'irlarida yillik yog'in miqdori 12700 mm ga etsa, cho'llarda esa 50 mm ga teng. Zona bo'yicha yog'inlarning o'rtacha yig'indisi 250 mm ga teng. Tropiklar yaqinida, har ikkala yarim sharning 20° kengligidan $30-32^{\circ}$ kengligigacha bo'lgan erlarda qurg'oqchil zonalar yoki cho'llar bor. Tipik tropik cho'llarda yog'in onda-sonda yog'adi. Masalan, bu zonaga kiruvchi Sahroi Kabirda ba'zi yillarda 10-40 mm atrofida, Atakama cho'lida esa yillik yog'in miqdori 0,1-5 mm atrofida bo'ladi. Bu zonada yog'inlar mavsumlar bo'yicha notekis yog'adi. Bu zonada yog'inlarning eng ko'pi bahorda yog'adi, qish yozga nisbatan kam qurg'oqchil bo'ladi. Mo'tadil kengliklar ($40-58^{\circ}$ shimoliy va janubiy kengliklar) da quruqlik ustida yog'inlar maksimumi yozga, minimumi esa qishga to'g'ri keladi. Okeanlar ustida esa buning aksi ro'y beradi. Bu zonada materiklarning ichki qismida yiliga 300-500 mm yog'in yog'sa, okeanlarga esa 750-1000 mm yog'in yog'adi. Endi O'zbekiston hududida yog'inlarning taqsimlanishiga to'xtalamiz. O'zbekistonda yog'in miqdori kam va hududlar bo'yicha notekis taqsimlangan. Bunga respublikamizning materik ichki qismida joylashganligi, okeanlardan uzoqligi, havo massala-rining

xususiyatlari va rel'efi sabab bo'ladi. O'zbekistonda qish davrida Sibir antitsikloni, yozda esa Azor antitsikloni ta'sir qiladi. O'zbekiston tekislik qismiga, ayniqsa uning shimoli-g'arbiga yog'in juda kam yog'adi. Respublika-mizda eng kam yog'in yog'adigan joylarga Quyi Amudaryo, Qizil-qum cho'lining g'arbi va Farg'ona vodiysining g'arbiy qismlari kiradi. Ularda yiliga o'rtacha 80-100 mm yog'in (Navoiyda 177 mm, Qo'qonda 98 mm, Farg'onada 174 mm) yog'adi. O'zbekistonning qolgan tekislik qismida yillik yog'in miq-dori 100-300 mm atrofida bo'ladi. Buni quyidagi misollardan ko'rish mumkin: CHirchikda - 122 mm, SHofirkonda - 120 mm, Termizda - 133 mm, Qarshida - 225 mm ga teng. O'zbekistonning tog' oldi hududlariga yiliga o'rtacha 300-350 mm (Denovda - 360 mm, Samarqandda - 328 mm, Toshkentda - 359 mm, Jizzaxda - 425 mm, Kitobda - 525 mm) gacha yog'in yog'adi. G'arbiy Tyanshan, Zarafshon va Hisor tog'larining g'arbiy va janubi - g'arbiy yonbag'irlariga eng ko'p yog'in yog'ib, yiliga o'rtacha 550-900 mm gacha etadi. Masalan, CHimyonda - 787 mm, Xumsonda 879 mm, Omonqo'tonda - 881 mm yog'in yog'adi. YOg'inlarning O'zbekiston hududlari bo'yicha taqsimlanishi quyidagi 8-rasmda keltirilgan. O'zbekistonda umumiy yog'in miq-dorining 30-50 foizi bahorga, 25-40 foizi qish-ga, 10-12 foizi kuzga, 1-10 foizi yozga to'g'ri kela-di. Demak, mam-lakatimizda eng ko'p yog'in miqdo-ri bahor va qish oylariga, eng kam yog'in esa yozga to'g'ri keladi. Respublikamizning tog' oldi va tog' mintaqasida ham eng ko'p yog'in bahorga to'g'ri keladi. Bu erlarda bahordagi yog'in miqdori yillik yog'inning 41 foizi, Samarqandda 49 foizi ba-horga to'g'ri keladi. Respublikamizda yil davomida eng ko'p yog'in mart oyiga, eng kam yog'in yoz oylariga to'g'ri keladi O'zbekistonda qish faslida yog'inlarning ko'p qismi qor shaklida yog'adi. Qor qoplami Havoning turg'un manfiy haroratlari vaqtida qor yog'ishi natijasida er sirtida qor qoplami vujudga keladi. Qor qoplami tuproq va havoning issiqlik rejimiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Qor qoplami Arktika va Antarktikada yil bo'yi, Rossiya Federatsiyasining asosiy qishloq xo'jalik rayonlarida 4-6 oy, Si-birning shimolida 9-10 oy, Ukrainada 30 kundan 100 kungacha, 45° shimoliy kenglikda esa salkam 1 oy erimay yotadi. Qor O'zbekiston Respublikasining hamma joyida yog'adi. Qor qoplami O'zbekiston tekisliklarida noyabr oyining oxirida, ja-nubiy tumanlarida esa dekabr oyining uchinchi o'n kunligida ho-sil bo'ladi. Respublikaning shimoliy hududlarida qor qoplamli kunlar soni 60 kunga, tog'larda esa 100 kunga etadi. Tekisliklarda qor qoplamining o'rtacha balandligi 4-8 sm ga, ba'zi yillarda esa 20-



30 sm ga etadi. O'zbekistonning tog' oldi tumanlarida qor qoplamining o'r-tacha qalinligi 10-20 sm, maksimal qiymati esa 40-60 sm ni tashkil etadi. Tog'li hududlarda qor qoplamining o'rtacha ba-landligi 60 sm, maksimal balandligi esa 1,5-2 m dan ortiq bo'lishi mumkin. O'zbekiston iqlimi sharoitida turg'un qor qoplamining yotishi faqat shimoliy hududlarda - Ustyurtda va qisman Orol dengizi sohillarida, shuningdek balandligi 1000 m dan ortiq tog'li rayonlarda bo'lishi mumkin. Tekisliklarning qolgan qismida va tog' oldi hududlarda turg'un qor qoplami faqat ayrim yillardagina hosil bo'ladi. SHamolsiz vaqtlarda gorizontal erlarga bir tekisda yoqqan qor qalinligi hamma joyda bir xil qor qoplami hosil qiladi. [3]

SHamol ta'sirida qor qoplamining qalinligi juda notekis: do'ng erlarda yupqa, pastqam erlarda esa qalin bo'ladi. Tog'lar-da, shamolga qaragan yonbag'irlarda qor qoplami yupqa, shamolga teskari yonbag'irlarda esa qalin bo'ladi. Qor qoplami holatining balandligi, zichligi va yotish xususiyati bilan aniqlanadi. Qor qoplamining balandligi yoqqan qor miqdoriga va uning zichligiga bog'liq. Qor qoplamining zichligi olingan qor namunasi massasi-ning hajmi nisbatiga teng. YAngi yoqqan qorning zichligi $0,01 \text{ g/sm}^3$ ga, uzoq muddat yotib qolgan va eriy boshlagan qorning zichligi $0,6-0,7 \text{ g/sm}^3$ chamasida bo'ladi. YAngi yoqqan qorning zichligi havo haroratiga va qor yog'ayotgan paytdagi shamol tezligiga bog'liq. Qor yog'ayotgan vaqtda havo harorati past va shamol kuchsiz bo'lsa qor zichligi kichik, agar harorat yuqori va shamol kuchli bo'lsa qor zichligi shuncha katta bo'ladi. YOg'inlarning qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyati YOg'inlar qishloq xo'jalik dalalaridagi namning asosiy man-bai bo'lib, o'simliklar hayotida muhim ahamiyatga ega. YOg'inlarni tuproqning o'zlashtirishi joyning relefiga, tup-roq tarkibi va namlanganligiga, taglik sirtning turiga, shuningdek yog'inlarning jadalligi va davomiyligiga bog'liq. YOg'inlar joyning relefiga bog'liq ravishda tuproqni bir tekisda namlamaydi. Kichik gorizontal dalani yog'in bir tekisda namlaydi deb aytish mumkin. Ammo katta gorizontal maydon-larni yog'in bir xil namlaydi deb tasdiqlash qiyin. Tepalik va pastqamlik relefli joylarda yomg'ir suvi pastga oqib tushadi. Natijada yonbag'irning ustki qismi namni kam, pastki qismi yuqori qismlaridan namni 1,5-2 marta ortiq oladi. YUqori tarkibli tuproqlar namni tarkibsiz yoki kam tarkib-li tuproqqa qaraganda yaxshi o'zlashtiradi. Atmosfera yog'inlari tarkibsiz tuproqlardan sekin o'tadi. Ekinlarga tushgan yog'inlarning bir qismi o'simlik sirtini ho'llashga sarflanadi, qolgan qismi esa tuproqqa etib boradi. Ma'lumotlarga qaraganda, bahori bug'doy ekinida poyalar/ning qalinligi va iqlim sharoitlariga bog'liq ravishda butun vegetatsiya davrida yoqqan barcha yog'inlarning 10-35 foizi o'simlik sirtini ho'llashga sarflanadi va tuproqqa etib bormaydi. SHuning uchun yog'indan ochiq er (shudgor)

yoki qator oralarini chopiq qilinadigan ekinlar ostidagi tuproq, zich o'simlik qoplamasi ostidagi tuproqdan ko'proq nam oladi. G'ovak tuproq zich tuproqqa nisbatan namni ko'p o'zlashtiradi. Kam namlangan tuproq namni ko'proq namlangan tuproqqa nisbatan kuchliroq o'zlashtiradi. Burkama yog'inlar tuproqqa yaxshi singadi, chunki ularning jadalligi unchalik katta emas va yog'ish vaqti esa ancha katta. Jala yog'inlar ko'pincha qisqa muddatda yog'adi va jadalligi katta bo'ladi. Bunda tuproq yog'in suvini shimib (singdirib) ulgu-rolmay qoladi, natijada to'plangan suv pastqam erlarga qarab oqadi, suv oqimlari yonbag'irlardan tuproqni yuvib va bo'sh ildiz olgan o'simliklarni ko'chirib olib ketadi. YOg'inlarning o'simlikka ta'siri o'simlik rivojlanishining fazalariga va holatiga, yog'inlarning jadalligi va yog'ish davomiyligiga qarab foydali yoki zararli bo'lishi mumkin. [1]

O'rib uyum-uyum qilib to'plab ketilgan g'alla poyalari va boshloqlari bir necha kun yomg'ir ostida qolib ketsa, g'allaning unib chiqishi-ni vujudga keltiradi. Bunday holat, yanchish ishlarining bori-shiga salbiy ta'sir qiladi. Masalan, yomg'irlar kungaboqarning gullashi oldidan va gul-laganidan keyingi hafta muddatida qulay (foydali). Ammo yom-g'irlarning ikki haftadan keyin ham davom etishi ko'pincha ho-silning kamayishiga olib keladi. Mevali daraxtlar gullaganidan keyin ham kuchsiz qisqa muddatli yog'inlar foydali. Tok uchun gullashdan keyin mo'l va qisqa muddatli yog'inlar qulay, chunki ular tuproqdagi namlik zahirasi-ni to'ldiradi. SHamol bilan birgalikda yog'adigan kuchli yomg'irlar tok novdalarini sindirib, tuproq qatlamini yuvib ketadi, gullarning yaxshi changlanmasligiga va ko'plab to'kilib ketishiga olib keladi. Uzun pishishiga yaqin yoqqan yomg'irlar ta'sirida g'ujumlar po'sti yorilib, hosil sifatiga putur etadi. O'zbekistonda do'l yog'ishi ko'proq tok avj olib o'sayotgan davr (aprel-may oylari) ga to'g'ri keladi. Do'l ayniqsa, yosh novdalar jadal o'sayotgan, tok gullayotgan, g'ujumlar rivojlanayotgan davrda juda xavfli va kelgusi yil hosiliga jiddiy zarar etkazadi. Do'l ta'sirida o'simlik-ning naysimon-o'tkazuvchan tizimi hamda moddalar almashinuvi (metabolizm) jarayoni buziladi. SHunday qilib, o'simlik rivojlanishining suvga eng ko'p talab davrlarida yoqqan yomg'irlar eng samarali bo'ladi. O'simlik rivojlanishining kritik davrlarda, ya'ni suv eng ko'p istemol qilinadigan davrlarida nam etarli bo'lsa, o'simlik to'xtovsiz o'sadi va rivojlanadi. Hosilni yig'ishtirib olish davrida uzoq davom etgan yomg'irlar qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga zarar etkazadi. Don ekinlarining hosili pishgan davrdagi kuchli yomg'irlar bu ekinlarning yotib qolishiga sabab bo'ladi, shuningdek o'simlik poyalarining qaytadan ko'karib o'sishiga olib kelib g'alla o'rish kombaynlarining ishini qiyinlashtiradi. Ammo yog'inlarning uzoq vaqt bo'lmasligi ham qurg'oqchilikni keltirib chiqaradi. Hattoki tuproq namligi etarli bo'lgan erlarda ham iyun, avgust oylarida 8-10 kun yog'in bo'lmasa haydalma qatlamda namlik etishmay qoladi. YOg'inlar uzoq muddat bo'lmasa va havo-ning harorati yuqori bo'lsa haydalma

qatlam tuprogʻi quriy bosh-laydi.

Savollar va topshiriqlar

1. Bulut tomchilari qanday usullarda kattalashib yog'in tomchilari ga aylanadi?
2. Qattiq va suyuq yog'inlar turlarini sanab chiqing.
3. YOg'ish xususiyatlariga qarab yog'inlar kanday turlarga ajrati-ladi?
4. Burkama, jala va shivalama yomg'irlar bir-biridan qanday farqlanadi?
5. Qaysi bulutlardan burkama, jala va shivalama yog'inlar yog'a-di?
6. YOg'ish jadalligi deb nimaga aytiladi?
7. Oddiy yomg'irlarning jala yomg'irga aylanishi uchun uning jadalligining eng oz qiymati qancha bo'lishi kerak?
8. YOg'inlardan 1 ga gorizontal yuzada 1 mm qalinlikdagi suv ho-sil bo'lsa uning massasi qanchaga teng bo'ladi?

21-Mavzu: Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun xavfli meteorologik hodisalar

Reja:

1. Qora sovuqlar. Qora sovuq turlari va hosil bo'lish sharoitlari
2. Mahalliy sharoitlarning qora sovuqlar kuchiga, to'xtash va boshlanish muddatlariga ta'siri
3. CHangli bo'ronlar. CHangli bo'ronlarning hosil bo'lishi va O'zbekiston hududlarida davomiyligi

Adabiyotlar [1],[2], [3] [4] [5]

Kundalik turmushdan ma'lumki, ba'zi hollarda ob-havo sharoitlari o'simliklar uchun noqulay bo'ladi. Ular ba'zan qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga katta zarar keltiradi. Masalan, 1989 yilning 30 aprel kuni O'zbekistonda havo keskin sovib ketishi ro'y bergani sababli, ba'zi hududlardagi ochiq dalada parvarish qilinayotgan pomidor, bodring va boshqa ekinlarni, shuningdek g'o'za maysalarini sovuq uradi. SHuning uchun dehqonlar bu ekinlarni qayta ekib iqtisodiy jihatdan katta zarar ko'rdilar. Bunday hollarda ob-havoning noqulay sharoitlarini qishloq xo'jaligi uchun xavfli meteorologik hodisalar qatoriga qo'shiladi. Qishloq xo'jaligi uchun xavfli meteorologik hodisalarning asosiylariga yilning iliq davrida - qora sovuqlar, qurg'oqchilik, quruq issiq shamolgarmisel, changli bo'ronlar, do'l, kuchli jalalar kirsa, qishda esa - qattiq sovuqlar, yaxmalak, muz qatqaloqlari, qorsizlik yoki qalin qor qoplami va boshqalar kiradi. Bunday hodisalarga qarshi kurashishning samarali chora-tadbirlarini ishlab chiqish uchun dastavval ularning hosil bo'lish tabiatini, mamlakatimizning turli rayonlarida ularning takroriyligi va jadalligini bilish kerak, qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligining bu hodisalarga bog'liq ravishda o'zgarishini o'rganish va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini kelgusida rivojlantirishda har bir rayonning agroiklimiy xususiyatlarini e'tiborga olish kerak. Qora sovuqlar. Qora sovuq turlari va hosil bo'lish sharoitlari Havoning o'rtacha sutkalik harorati musbat bo'lgan davrlarda havo va faol sirt haroratining 0°S gacha va undan ham pasayib

ketishi qora sovuq deyiladi. Demak, yilning iliq davrlari (bahor va kuz) da erga tutashgan havo qatlami va tuproq sirti haroratining 0°S gacha va undan ham pasayib ketishi hodisasini qora sovuq deb yuritamiz. Qora sovuqning kuchi va davomiyligiga qarab uning zararli ta'siridan o'simliklar qisman zararlanadi yoki butunlay nobud bo'ladi. Qora sovuqlar vaqtida ekinlarni sovuq urishining sababi, o'simlik hujayrasi protoplazmasining suvsizlanishidir. Chunki harorat 0°S gacha va undan ham pasayganida o'simlik hujayralari orasidagi suv muzlaydi va hujayradagi suvni shimib oladi. Hujayra shirasi quyuqlashib, protoplazma suvsizlanib qoladi. Bundan tashqari ko'payayotgan muz kristallari hujayrani siqib shikastlantiradi. [1] Hujayralarning zararlanishi pirovardida o'simlikning qisman yoki butunlay nobud bo'lishiga olib keladi. O'simlikni sovuq urganda uning barglari qorayib qoladi. SHuning uchun bahor va erta kuzda bo'ladigan bunday atmosfera hodisasini dehqonlar qora sovuq deb ataydilar. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ekinlarning eng faol o'suv davriga to'g'ri keladigan kech bahorgi va erta kuzda bo'ladigan qora sovuqlar ayniqsa xavflidir. Qora sovuqlar o'zining paydo bo'lishi sabablariga qarab quyidagi turlarda uchraydi.

1. Advektiv qora sovuqlar. Bu turdagi qora sovuqlar biror hududga harorati 0°S dan past bo'lgan sovuq havo massalarining kirib kelishidan hosil bo'ladi. Kirib kelgan sovuq havo massasi erga tutashgan havo qatlami va tuproq yuzasini sovitib yuboradi. Advektiv qora sovuqlar ko'pincha Arktikadan kirib kelgan sovuq havo oqimlarining ta'sirida paydo bo'ladi.

2. Radiatsion qora sovuqlar. Bu turdagi qora sovuqlar havo ochiq kunlari sokin tunda faol yuzaning nurlanish sababli sovishi natijasida hosil bo'ladi. Bunda tuproq yuzasigina emas, balki tuproq yuzasiga juda yaqin ingichka havo qatlami ham kuchli soviydi. Bu sovuq havo qatlamidan yuqorida iliq havo joylashadi. Boshqacha aytganda erga tutashgan havoda harorat inversiyasi ro'yobga chiqadi. Er sirtidan 2 m balanddagi havoning harorati tuproq yuzasining haroratidan o'rta hisob bilan $2,5-3^{\circ}\text{S}$ ga farq qiladi. Sibir va Qozog'istonning kontinental iqlimli rayonlarida bu farq $4,0-4,5^{\circ}\text{S}$ gacha etadi. Havo ochiq shamolsiz tunlarda ko'pincha tuproq sirtidan 2 sm dan 5 sm gacha balandlikdagi qatlamda havo harorati eng past bo'ladi. Bunda yalang tuproq yuzasining minimal harorati 2 m balanddagi havo haroratidan $1,5-3^{\circ}\text{S}$ ga ortiq bo'ladi. Radiatsion qora sovuqlarning kuchi va davomiyligi relief shakliga, tuproq sirtining holatiga, havo va tuproq namligi hamda boshqa mahalliy sharoitlarga bog'liq. Radiatsion qora sovuq paydo bo'lishining muhim sharti kechasi shamol bo'lmasligi va havoning ochiq bo'lishidir. Agar shamol esa boshlasa tuproqqa yaqin sovuq havo yuqoridagi iliq havo bilan aralashib ketadi va shu bilan qora sovuqning o'zi va uning hosil bo'lish imkoniyati yo'qoladi. Yuqorida aytganimizdek, radiatsion qora sovuqning paydo bo'lishi havo namligiga ham bog'liq. Agar harorat pasayganida havo suv bug'lariga to'yingan holatga o'tsa, ya'ni shudring nuqtasiga erishilgandan keyin haroratning yanada pasayishi keskin sekinlashadi. Chunki suv bug'iga to'yingan havo harorati yanada pasayganda uning tarkibidagi suv bug'ining kondensatsiyasi boshlanadi, bug'lanishning «yashirin» issiqligi ajraladi va bu issiqlik havoning yanada sovishiga to'sqinlik qiladi. Bundan radiatsion qora sovuqqa qarshi

kurashish uchun shudring nuqtasini ko'tarish kerak degan xulosaga kelimiz. Radiatsion qora sovuq tunda boshlanib, quyosh chiqqandan keyin to'xtaydi. [3]

3. Radiatsion – advektiv qora sovuqlar. Bu turdagi aralash qora sovuqlar sovuq havo massalarining kirib kelishi va uning havo ochiq kechalari faol sirtning nurlanishi sababli yanada sovishi natijasida hosil bo'ladi. Kech bahordagi va erta kuzdagi qora sovuqlar ko'pincha radiatsion-advektiv turda bo'ladi va nisbatan yuqori o'rtacha sutkalik haroratlarda kuzatiladi. Bu vaqtda havo haroratining sutkalik o'zgarishi kechasi 0°S gacha pasaymaydi, shuning uchun sovuq havo oqimining kelishi va uning havo ochiq kechalarda nur chiqarib sovigan faol sirt ta'sirida yanada sovishidan hosil bo'ladi. Advektiv-radiatsion qora sovuqlar bahor oxirida, yoz boshlanishida va kuzda kuzatiladi. Ular qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun eng xavfli hisoblanadi. Advektiv-radiatsion qora sovuqlarning jadalligi unchalik katta emas ($-2...-3^{\circ}$ chamasida). Ular odatda tuproq, o'tzor va ekinlar sirtiga yaqin ingichka havo qatlamida kuzatiladi. Bunday qora sovuqlar meteorologik stansiyalarda ko'pincha qayd etilmaydi, chunki bu vaqtda meteorologik budkadagi havo harorati musbat bo'ladi. Tuproq sirtiga o'rnatilgan minimal termometr ham manfiy haroratni ko'rsatmaydi. Bunga sabab tuproq yuzasiga yotiq holatda rezervuarining yarmisigacha botirib o'rnatilgan minimal termometrning tuproqdan qo'shimcha issiqlik olishidir. Bunday «yashirin» qora sovuqlardan issiqsevar o'simliklar shikastlanadi. Chunki ular organlarining harorati 0°S gacha yoki undan ham ko'proq pasayadi. Advektiv-radiatsion qora sovuqlar odatda tungi soatlarda, asosan quyosh chiqishi oldidan paydo bo'ladi, ularning davomiyligi 3-4 soatga teng. Shunday qilib, o'simliklar vegetatsiyasi davrida havoning o'rtacha sutkalik harorati musbat bo'lganda ham tuproq yuzasiga juda yaqin havo qatlamida qora sovuq kuzatilishi mumkin. Shuning uchun sovuqsiz davr davomiyligini aniqlashda meteorologik budkadagi yoki tuproq yuzasidagi haroratni kuzatish bilan cheklanmasdan yana tuproq (yoki ekin) ustidagi haroratni ham bilish kerak. Bahordagi eng keyingi qora sovuq ro'y bergan sana bilan kuzdagi birinchi qora sovuq sanasi orasidagi vaqtni qora sovuqsiz davr deb yuritiladi. Tuproq yuzasidagi qora sovuqlar havodagi (2 m balandlikdagi) ga nisbatan bahorda kechroq, kuzda esa ertaroq boshlanadi. Shuning uchun tuproq yuzasidagi sovuqsiz davr, havodagi sovuqsiz davrga nisbatan 20-30 kun qisqa bo'ladi. V.V. Karnauxova ma'lumotlariga ko'ra O'rta Osiyo tekisliklarida havodagi qora sovuqsiz davrning o'rtacha ko'p yillik davomiyligi 150 kundan 250 kungacha cho'ziladi. Tog'larda bu davr 50-150 kunga teng bo'lib qoladi. O'rta Osiyoda sovuqsiz davrning eng uzoq davomiyligi O'zbekistonning janubi-sharqiy qismida kuzatiladi. 1936-73 yillarda olib borilgan meteorologik kuzatishlarga asosan O'zbekistonda havodagi sovuqsiz davrning eng uzoq davomiyligi SHerobod meteostansiyasida kuzatilib, u 268 kunga teng bo'lgan. Tuproq yuzasidagi sovuqsiz davrning maksimal davomiyligi ham xuddi shu meteostansiyada kuzatilib, u 241 kunga teng bo'lgan. Demak, SHerobod meteostansiyasida tuproq yuzasidagi sovuqsiz davr maksimal davomiyligi, havodagiga nisbatan 27 kunga qisqa bo'lgan. Radiatsion qora sovuqlar har xil iqlim sharoitida havoning turlicha o'rtacha sutkalik haroratida to'xtaydi. Masalan, I.A. Golsberg ma'lumotlariga ko'ra Rossiyaning dengiz bo'yidagi tumanlarida

qora sovuqlar havoning o'rtacha sutkalik harorati $5-6^{\circ}\text{S}$ ga, O'rta Osiyoda esa havoning o'rtacha harorati $12-13^{\circ}\text{S}$ ga teng bo'lganda to'xtaydi. Mahalliy sharoitlarning qora sovuqlar kuchiga, to'xtash va boshlanish muddatlariga ta'siri Joyning reliefi, tuproq holati, o'simliklar va suv havzalarining borligi qora sovuqlarning bahorda to'xtashi, kuzda esa boshlanish muddatlariga, kuchiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Advektiv qora sovuqlar o'rnashgan joyga, radiatsion va advektiv-radiatsion qora sovuqlarga qaraganda kam bog'liq. Ammo sovuq shamollarga ochiq bo'lgan qiyaliklarda, tog' yonbag'irlarida qora sovuq xavfi kuchliroq bo'ladi. O'rnashgan joyning radiatsion va advektiv-radiatsion qora sovuqlarga ta'siri ancha sezilarli bo'ladi. Joyning relefiga qarab sovuq havo oqimlarining olingan joyga kelishi va ketishi turlicha ro'y beradi. Kechasi qiyaliklarda faol yuzaning radiatsion sovishi natijasida unga tutashgan havo qatlami ham kuchli soviydi, natijada uning zichligi ortib og'irroq bo'lib qoladi va qiyalik pastiga oqib tushadi, shuning uchun qiyalik pastida sovuqroq bo'ladi. Qiyalikning pastida qiyalik tepasiga nisbatan sovuq havo ko'proq to'plangani uchun qora sovuq bo'lish xavfi kuchli bo'ladi. Agar qora sovuq boshlansa, qiyalik pastida uning kuchi ham katta bo'ladi. Qiyalikning tepasida qora sovuq tushish xavfi ancha kam, chunki pastga oqib ketgan sovuq havo o'rnini yuqoridan tushgan iliq havo egallaydi. Qiyalikning ufq bilan hosil qilgan burchagi qanchalik katta bo'lsa, bu qiyalik tepasiga qora sovuq tushish xavfi shunchalik kam bo'ladi. Vodiylar ham nisbatan pastlikda joylashgani uchun sovuqroq bo'ladi. Reliefning botiq shakllari (tog'lar bilan o'ralgan vodiylar, botiqlar, o'rmondagi yalangliklar) da sovuqsiz davrning davomiyligi tekis gorizontall joylardagiga nisbatan ancha qisqaradi, bunday botiq joylarda qora sovuqning kuchi ortadi. Chunki bunday erlarda sovuq havo ko'p to'planadi va uzoq turib qoladi. Masalan, qiyalik burchagi 10° dan katta bo'lgan qiyalik cho'qqisidagi qora sovuq xavfini 1 ball bilan baholaylik. U holda gorizontall keng tekis vodiylar va pastliklardagi qora sovuq bo'lish xavfi 5 ball bilan baholanadi. Demak, gorizontall vodiylar va pastliklarda qora sovuq bo'lish xavfi qiyaliklar tepasidagiga nisbatan 5 marta ko'p bo'ladi. Qavariq relefli joylar (tepalikning cho'qqisi, qiyalikning ustki qismi) da qora sovuqlarsiz davr davomiyligi tekis joylardagiga nisbatan katta. O'rmon bilan qoplangan qiyaliklarda sovuq havo o'rmon oldida turib qoladi, shuning uchun qiyalikdagi ochiq erlarda qora sovuq bo'lish xavfi kuchayadi. O'rmondagi radiatsion qora sovuqlar vaqtida harorat ochiq maydondagiga nisbatan $2-3^{\circ}$ ga yuqori bo'ladi. Ochiq yalangliklar (yoki o'tzorlar) da qora sovuqlar kuchi ortadi. Tuproqning issiqlik xossalari ham radiatsion qora sovuqlarga ancha ta'sir ko'rsatadi. Tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi qanchalik kam bo'lsa, tuproq yuzasida hosil bo'ladigan qora sovuq shuncha kuchli bo'ladi. Haydalgan (g'ovak) tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi haydalmagan (zich) tuproqnikidan oz bo'lganligidan haydalgan tuproq yuzasida, haydalmagan tuproq yuzasiga nisbatan qora sovuq tez-tez kuzatiladi. Biz 4-bob dan bilamizki, haydalgan er tarkibida havo ko'p, shuning uchun uning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi oz. Zich tuproqning issiqlik sig'imi kattaroq bo'lgani uchun kechasi g'ovak tuproqqa nisbatan sekin soviydi va zich tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi ham nisbatan katta

bo'lganidan tuproq yuzasining nurlanishda yo'qotgan issiqligining ancha qismini pastki qatlamlardan ko'tarilgan issiqlik hisobiga qoplaydi, natijada zich tuproq yuzasi keskin sovimay qora sovuq hosil bo'lishi ehtimoli kamayadi. Kechasi g'ovak tuproq yuza qatlami pastki qatlamlardan ko'tarilgan issiqlik oqimining tuproq yuzasiga ko'tarilishiga to'sqinlik qiladi. SHuning uchun g'ovak tuproq yuzasi kechasi zich tuproq yuzasidan ko'proq soviydi. Buning ustiga tuproqning nurlanib sovishi ham qo'shiladi. Natijada g'ovak tuproq yuzasida radiatsion qora sovuqning bo'lish ehtimoli katta bo'ladi. Dengiz, katta ko'llar qirg'oqlarida qora sovuqsiz davr 25-30 kunga uzayadi. CHunki dengiz qirg'oqlariga yaqin joylarda havoning nisbiy namligi katta bo'ladi. Havo harorati pasayganida uning tarkibidagi suv bug'i ham sovib biror haroratdan boshlab havoning suv bug'iga to'yinishi boshlanadi, to'yinishdan ortib qolgan bug'lar harorat yana pasayganda kondensatsiyalanadi. Buning oqibatida issiqlik ajralib havoning kuchli sovishiga imkoniyat yaratilmaydi. SHuning uchun bunday erlarda qora sovuqsiz davr uzunligi katta. Qalin o'tzorlarda havoning minimal harorati yuqori yarus barglari joylashgan sathda kuzatiladi, shuning uchun ham dastavval yuqori yarus barglari qora sovuqlardan shikastlanadi. Qiyaliklarning dunyoning qaysi tomoniga qaraganligiga qarab, ulardagi o'simliklarning qora sovuqlardan zararlanishi turlicha bo'ladi. SHarqiy va janubi-sharqiy qiyaliklardagi o'simliklar qora sovuqlardan g'arbiy qiyaliklardagi o'simliklardan ko'proq shikastlanadi. CHunki quyosh chiqqanidan keyin sharqiy qiyalikdagi o'simliklarga, g'arbiy (yoki boshqa tomonga qaragan) qiyaliklardagi o'simliklarga nisbatan ko'proq to'g'ri quyosh radiatsiyasi tushadi. Buning oqibatida sharqiy qiyalikdagi o'simlik tez isiydi va uning organlaridagi muz tez eriydi, bunda o'simlik organi o'zining qora sovuqlardan oldingi holatiga qayta olmay shikastlanadi. G'arbiy qiyalikdagi o'simliklar sekin isiydi, shuning uchun qora sovuqdan kamroq shikastlanadi. F.F. Davitaya kuzatishlari ko'rsatadiki, janubiy qiyalikdagi tokzorlar qora sovuqlardan g'arbiy qiyalikdagi tokzorlarga nisbatan ko'proq shikastlanadi. [4]CHunki janubiy qiyalikdagi o'simliklar ancha erta rivojlanganligidan ularning sovuqqa chidamliligi kamaygan bo'ladi. SHunday qilib, joylarning relefiga qarab qora sovuqlarsiz davr muddati va qora sovuq kuchi turli darajada vujudga keladi. Qora sovuqlarning qishloq xo'jaligi ekinlariga ta'siri O'simliklarning qora sovuqlarga chidamliligi va shikastlanish darajasi qora sovuqning boshlanish vaqtiga, uning kuchiga va davomiyligiga, o'simlikning rivojlanish fazasiga, o'simlikning holatiga, turi va naviga, agrotexnika sharoitlariga va boshqa omillarga bog'liq. O'simliklar biror haroratdan past haroratlarda qora sovuqlardan shikastlanadi yoki nobud bo'ladi. Bu haroratni odatda kritik harorat deb yuritiladi. Quyidagi 12-jadvalda ba'zi mevali o'simliklarning qora sovuqlardan shikastlanish kritik haroratlari ko'rsatilgan:

12-jadval

Ba'zi mevali o'simliklarning qora sovuqlardan shikastlanishi kritik haroratlari

O'simlik turi	Qora sovuqdan shikastlanadigan o'simlik qismi	Kritik haroratlar, °S larda

Limon	Daraxt butunlay	-9...-10
	SHabbalari (shoxlari, novdalari)	-7...-8
	Barglari	-6
Apelsin	Daraxt butunlay	-10...-11
	SHabbalari	-8...-9
	Barglari	-7
Mandarin	Daraxt butunlay	-12
	SHabbalari	-10
	Barglari	-8
Tok	O'sayotgan kurtaklari	-1
	Gullari	0
Olma, nok, olcha, olxo'ri	YOpiq gulg'unchalari	-4
	Gullari	-2
	Meva tugunchalari	-1
Gilos	G'unchalari va gullari	-2
	Meva tugunchalari	-1
O'rik, shaftoli	YOpiq g'unchalari	-2
	Gullari	-3
	Meva tugunchalari	-1
Malina, qulupnay	Gullari va meva tugunchalari	-2

7-jadvalni tahlil qilish ko'rsatadiki, bitta o'simlikning har xil qismlari qora sovuqlarga turlicha chidamlilik darajasiga ega. Gullash va tugunchalar hosil bo'lish davrida 0 dan -2°S gacha qora sovuqlar hosilni butunlay yo'q qilish mumkin. Limon, apelsin, mandarin kabi o'simliklarda qora sovuqlardan dastavval barglari ($-6^{\circ}\dots-8^{\circ}\text{S}$) larda, tok shox-shabbalari ($-7^{\circ}\dots-10^{\circ}\text{S}$) larda shikastlanadi. Bu o'simliklarning shox-shabbalari, barglariga nisbatan qora sovuqlarga chidamliroq bo'ladi. V.N. Stepanov qishloq xo'jalik ekinlarini, ular rivojlanishining turli fazalarida o'simlik sathidagi manfiy haroratlarga chidamliligi bo'yicha quyidagi 5 ta ekologik guruhga ajratgan:

1. Rivojlanishning boshlang'ich fazalarida qisqa muddatli $7-10^{\circ}\text{S}$ gacha qora sovuqlarga chidaydigan eng chidamli ekinlar. Ularga bahori bug'doy, sulii, arpa, no'xat kabi g'alla va dukkakli g'alla ekinlari kiradi. Ammo bu ekinlar boshqoq chiqarish fazasida $-3-4^{\circ}\text{S}$ haroratlardayoq qora sovuqlardan shikastlanadi. Gullash davrida bu ekinlar qora sovuqqa eng chidamsiz bo'lib, $-1-2^{\circ}\text{S}$ qora sovuqdan shikastlanadi. Asosiy g'alla ekinlarining



donlari sut pishish fazasida $-2-4^{\circ}\text{S}$ qora sovuqlardan zararlanadi. O'simliklar mum pishish fazasiga o'tgach qora sovuqqa chidamliligi ortadi.

2. Rivojlanishning boshida $-5-7^{\circ}\text{S}$ gacha, gullash fazasida esa $-2-3^{\circ}\text{S}$ gacha qora sovuqlarga chidamli ekinlar. Ularga dukkaklilar, kungaboqar, zig'ir, qand lavlagi, xashaki lavlagi, sabzi, karam va boshqa ekinlar kiradi.

3. Unib chiqish fazasida $-3-4^{\circ}\text{S}$ qora sovuqlarga chidaydigan o'rtacha chidamli ekinlar. Bu guruh ekinlari gullash fazasida $-1-2^{\circ}\text{S}$ qora sovuqqa chidaydi. Ularga sariq lyupin, soya, redis, mogar kabi ekinlar kiradi.

4. Qora sovuqlarga kam chidamli ekinlar. Ularga makkajo'xori, tariq, sudan o'ti, jo'xori, kartoshka, tamaki kabi ekinlar kiradi. Ular -2°S gacha qora sovuqqa chidaydi, ammo gullash davrida -1°S ya'ni kuchsiz qora sovuqqagina chidaydi. [2]

5. Qora sovuqlarga chidamsiz issiqsevar ekinlar. Ularga loviya, kana kunjut, g'o'za, poliz (qovun, tarvuz, osh qovoq va boshqa) ekinlar, sholi, kunjut, kanop, er yong'oq, pomidor, bodring, tamaki kabi ekinlar kiradi. Bu guruhga kiruvchi o'simliklar unib chiqish davrida $-0,5-1,5^{\circ}\text{S}$ haroratda ham shikastlanadi. Ko'ramizki, o'simliklarning hosil beradigan organlari qora sovuqqa eng chidamsiz bo'ladi. O'simliklar o'sishning boshlang'ich davrida qora sovuqqa eng chidamli bo'ladi va bu davrda qisqa muddatli qora sovuqlar hosilga ta'sir qilmaydi. Bundan tashqari gullash va pishish davriga to'g'ri kelgan qora sovuqlar ayniqsa xavfli, chunki bu davrda o'simliklarning sovuqqa chidamliligi pasaygan bo'ladi. Bu davrda ko'pchilik o'simliklarning nobud bo'lishi $-2-4^{\circ}\text{S}$ lardan boshlanadi. CHigit unib chiqish davrida va g'o'za gullashi fazasida $-0,5-1^{\circ}\text{S}$, sut pishishi fazasida esa -1°S da shikastlanadi. Demak, g'o'za sovuqqa chidamsiz o'simlik, shuning uchun respublikamiz hududlarida g'o'zani qora sovuqlardan himoya qilish ishlarini rivojlantirish va sovuqqa chidamli navlarini yaratish qishloq xo'jaligida muhim ahamiyatga ega. Qurg'oqchilikka qarshi kurash chora-tadbirlari YUqorida lalmikor. Biz shunday tadbirlarning ba'zilarini qarab chiqamiz: Sug'orish. Qurg'oqchilik har yili va tez-tez bo'lib turadigan hududlarda qishloq xo'jalik ekinlaridan yuqori hosil olish uchun ekinlar sun'iy sug'oriladi. O'simliklar sug'orishda etishmagan namni sug'orish suvi hisobiga qoplaydi. Sug'orilgan erlar ustida havo harorati pasayadi va nisbiy namligi esa ortadi. Ayni shu vaqtda tuproqning harorati ham pasayib, namligi ortadi. Natijada o'simliklarning ildiz qismigina emas, balki erdan ustki qismi uchun ham o'sish va rivojlanishiga qulayroq sharoit yaratiladi. Biror hududdagi ekinlarni sug'orish uchun shu hududdan o'tgan daryo, anhorlar yoki suv ombori suvlaridan foydalaniladi. Yil sayin sug'oriladigan ekin maydonlarining ko'payib borishi munosabati bilan sug'orishda suvni tejab-tergab, sug'orish normalariga rioya qilib o'tkazish kerak. Bu ishda sug'orishning yangi texnologiyalarini joriy qilish muhim ahamiyatga ega. Masalan, g'o'zani tomchilatib sug'orishni keng ko'lamda joriy qilish, egatlar bo'ylab suv oqizib sug'orishga qaraganda ko'p miqdordagi suvni tejash imkonini yaratadi. Suv zahirasi ko'paytirishda suv omborlarining roli ham katta. Qish va bahor oylarida ularda yig'ilgan suvlarni yozda dalalardagi ekinlar va yaylovlarni sug'orishda sarflanadi. Suv omborlari atrofidagi hududlarda havo harorati pasayib, nisbiy

namligi ortadi, bu esa shudring nuqtasini orttiradi. SHu sababli katta suv havzalari yaqinidagi erlarda atmosfera qurg'ochiligi bo'lish ehtimoli kamayadi. Sug'orishda avval yoqqan yog'inlar va tuproq namligini hisobga olish kerak. Ularni hisobga olmay sun'iy sug'orishni amalga oshirish tuproqning sho'rlanishiga olib kelishi mumkin. Mirzacho'ldagi asrlar bo'yi qurib yotgan erlar o'zlashtirilib, ular sun'iy sug'orish yordamida bepoyon paxta maydonlariga aylanganini hammamiz bilamiz. Ihota daraxtzorlar yaratish. Qurg'ochilikka qarshi samarali kurash tadbirlaridan yana biri ekin maydonlari atrofida ihota daraxtzorlari barpo qilishdir. Dalalar atrofida uzun qatorlab ekilgan daraxtzorlar, bu dalalarni issiq quruq shamollardan saqlashda ahamiyatga ega. Ihota daraxtzorlari yozda va qishda bo'ladigan shamollarga to'siq bo'lib xizmat qilishi kerak. Ular ayniqsa, yozda esadigan garmsellarning tezligini kamaytirib qurg'ochilik bo'lmasligiga yordamlashadi. Garmsellarning tezligini kamaytirish uchun bir joyda bir qator barpo etilgan ihota daraxtzorlari etarli emas. CHunki shamol bu to'siqdan o'tgach tezligini yana asta-sekin oshirib boradi. SHu sababli garmsel yoki shamolni yo'q qilish uchun dalalarda bir necha qator ihota daraxtzorlar yaratish kerak. Ular orasidagi maydonlarda esa turli ekinlar parvarish qilinadi. YUqorida ihota daraxtzorlari orasidagi erlarda shamol tezligining kamayishini aytdik, bu esa havoning tik yo'nalishda yuqoriga ko'tarilib aralashishini susaytiradi. Boshqacha aytganda turbulentlikning kamayishi sababli tuproq yuzasidan bug'lanishi va o'simlik transpiratsiyasi pasayadi. Natijada suvning samarasiz sarfi qisqarib, tuproq nomi yaxshiroq saqlanadi. O'rmon ihota daraxtzorlarni olingan joyda shamollarning afzal esadigan yo'nalishiga ko'ndalang qilib barpo qilish kerak. Ihota daraxtzorlar qishda qorning yaxshi to'planishiga va saqla-nishiga yordam beradi. Qishning oxiriga borib yotib qolgan qorning zichligi $0,3 \text{ g/sm}^3$ gacha etishini avval yozganmiz. Bunda har 1 sm qor qatlami eriganda 1 ga erga 30 t suv beradi. Agar cho'l hududlarda qor qoplami qalinligi 20 sm ga etsa, uning erishidan 1 ga maydonda 600 t suv hosil bo'ladi. Buning esa tuproq namligidagi ahamiyati katta. SHunday qilib, ihota daraxtzorlari orasidagi maydonda qish davomida qor yaxshi yig'iladi va saqlanadi. Buning oqibatida bahor va yoz oylarida qurg'ochilik bo'lishi ehtimoli kamayadi.

Agrotexnik usul. Erga to'g'ri ishlov berish, agrotexnika qoidalariga rioya qilish tuproqdagi namlikni saqlashga yordam beradi. Masalan, bahorda chigitlarni qiyg'os undirib olish uchun har galgi yog'indan keyin qatqaloq hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Agar yog'indan keyin paxta maydonlarida qatqaloq hosil bo'lsa, er etilishi bilan uni 1-2 kunda yumshatish zarur. **[1]** Qatqaloq chigit unib chiqqandan keyin hosil bo'lgan bo'lsa uni yo'qotish uchun rotatsion yumshatgichlar yoki ror, uror rotatsion yulduzchalar o'rnatilgan traktor kultivatorlaridan foydalanish kerak. Tuproq yuza qatlamini yumshatilganda tuproqning bug'lanishi kamayib, namligi yaxshi saqlanadi. Bunday tadbirlar qurg'ochilik bo'lishini qiyinlashtiradi hamda qurg'ochilikka qarshi kurashishda muhim ahamiyatga ega.

Biologik usul. Qurg'ochilikka qarshi kurashning yana bir usuli qishloq xo'jalik ekinlarining qurg'ochilikka chidamli navlarini yaratishdir. Ma'lumki, O'zbekistonda don ekinlarining ancha qismi lalmikor erlarda etishtiriladi. Lalmikor erlarda ekinlar tuproqning tabiiy namligi hisobiga o'sadi va rivojlanadi. Ba'zi

yillarda tuproqda to'plangan namlik etishmay qoladi, buning ustiga uzoq vaqt yog'in bo'lmasa qurg'oqchilik boshlanadi. SHuning uchun lalmikor dehqonchilikda bug'doy va arpaning qurg'oqchilikka chidamli navlarini yaratish va joriy qilish muhim ahamiyatga ega. Don ekinlarning orasida qurg'oqchilikka chidamlisi arpa hisoblanadi, aniqroq aytganda arpaning qurg'oqchilikka chidamliligi bug'doynikidan yuqori. O'zbekistonda lalmikor ehlarda arpa va bug'doyning qurg'oqchilikka chidamli navlari rayonlashtirilgan. Arpa namni bug'doyga nisbatan tejab sarflaydi. SHuning uchun arpa bug'doyga nisbatan qurg'oqchilikka ko'proq chidamli bo'ladi. Qishloq xo'jalik ekinlari yangi navlarini yaratish va rayonlashtirishda agrometeorologik va agroiklimiy sharoitlarni hisobga olish kerak.

CHangli bo'ronlar. CHangli bo'ronlarning hosil bo'lishi va O'zbekiston hududlarida davomiyligi Katta miqdordagi chang va qumlarni bir joydan boshqa joyga ko'chiradigan kuchli (tezligi 10 m/s dan katta) shamollarni changli bo'ron deb yuritiladi. CHangli bo'ron vaqtida havo juda ifloslanib ketganidan ko'rish masofasi 50-10 m ga tushib qoladi. SHamol ta'sirida tuproqning emirilib uchib ketishiga shamol eroziyasi deyiladi. CHangli bo'ron tabiiy yoki antropogen omillar, ba'zan esa dehqonchilikda olingan iqlim zonasiga mos kelmaydigan agrotexnik tadbirlarni qo'llashda paydo bo'ladi. CHangli bo'ronlar Er yuzida keng tarqalgan. AQSH, Xitoy, Hindiston, Afrika mamlakatlarida, shuningdek SHimoliy Qozog'iston, Boshqirdiston, Stavropol va Krasnodar o'lkalarida, Janubi-SHarqiy Ukraina va Volga ortida, G'arbiy va SHarqiy Sibirning dasht zonalarida, ayniqsa cho'l va chala cho'llarda ko'p kuzatiladi. Eng kuchli changli bo'ronlar 1969 yili SHimoliy Kavkazda va Ukraina sharqida kuzatilgan. O'rta Osiyo hududida chang bo'ronli kunlar ko'pincha Markaziy Qoraqumda va Kopetdog' tog' oldi hududlarida kuzatilib, yil davomida 100 kun va undan ham ortiq bo'ladi. CHang bo'ronlari ko'pincha 3 soatdan ortiq davom etmaydi, ammo ba'zida bir necha kunga cho'zilib ketadi. O'zbekistonda Surxondaryo viloyatining Termiz, Jarqo'rg'on, Muzrabod tumanlarida chang bo'ronlari tez-tez bo'lib turadi. Ayniqsa Termiz tumanida chang bo'ronlari ba'zi vaqtlarda bir sutkadan ortiq davom etadi, bunday chang bo'ronlari vaqtida ko'rinish yomonlashib ketganligidan mashinalarning chirog'ini ba'zan kunduz kuni ham yoqib yuriladi. CHangli bo'ronlar vaqtida ko'rinish masofasi 1 km gacha va undan ham kamayib ketishi Termiz tumanida tez-tez kuzatiladi. O'zbekistonning tekislik hududlarida chang-bo'ronli kunlarning ko'p yillik o'rtacha soni tuproq turi va shamol tezligiga bog'liq ravishda 3-5 kundan 30 kungacha etadi. Tog' oldi hududlarida chang-bo'ronli kunlar soni yil davomida 10 kundan oshmaydi. Mahalliy shamollar kuchli esadigan hududlar (YAngier, Qo'qon, Termiz atroflari) da chang-bo'ronli kunlar soni yiliga 30 kundan ham ortishi mumkin. O'zbekistonning turli hududlarida yil davomida chang-bo'ronli kunlarning o'rtacha soniga ushbu ma'lumotlarni ham keltiramiz. Yil davomidagi chang-bo'ronli kunlarning o'rtacha soni T.L. Veremeeva va S.G. CHanishovalarning ma'lumotiga ko'ra Toshkentda - 6,2 kunga, Nukusda - 32,2 kunga, Buxoroda - 14,5 kunga, Tomdida - 31,3 kunga, Qarshida - 12,6 kunga, Termizda - 32,3 kunga, Qo'qonda - 20,4 kunga, Jizzaxda - 8,8 kunga teng. CHangli bo'ronlarning hosil bo'lishi va rivojlanishiga bir necha omillar: tezligi 10

m/s dan ortiq bo'lgan kuchli shamol, tuproq yuqori qatlamining quruqligi va mayda zarralardan iboratligi, dalalarda o'simliklar qoplaminig yo'qligi yoki juda kuchsiz rivojlanganligi ta'sir qiladi. CHangli bo'ronlar havoning nisbiy namligi 50 foizdan kam bo'lgan hollarda kuzatiladi. Qish paytida tuproq sirtida qor qoplami va muz qatlamining yo'qligi, tuproq zarrachalarining o'zaro kuchli yopishmaganligi, tuproqning sayoz muzlashi changli bo'ron hosil bo'lishiga qulaylik yaratadi. YUqorida aytilgan omillar majmui odatda chala cho'l va sahrolarda vujudga keladi. CHangli bo'ronlar ko'pincha bahor faslida yuzaga chiqadi. CHunki bu davrda shamollar endi kuchayayotgan, erlar haydalgan-yumshoq holatda, o'simliklar hali tuproqqa mustahkam o'rnashmagan va kam rivojlangan bo'ladi. O'z-o'zidan ayonki, tuproq qanchalik g'ovak, tuproq zarralari juda mayda va o'zaro kuchsiz bog'langan, ekin hali yosh bo'lsa shamolning ularni uchirib ketishi oson. CHo'llarda changli bo'ron yoz oxirida ham yuzaga chiqishi mumkin. CHunki bu paytda dalalardan erta bahorda ekilgan ekinlar hosilini yig'ishtirib olingan, erlar haydalgan holatda bo'ladi. CHangli bo'ronlar qishda juda kam hollarda paydo bo'ladi. Qavariq shaklli releflarda va qiyaliklarning shamolga qaragan tomonlarida tezligi 8-10 m/s bo'lgan shamollar ham tuproq yuqori qatlamining mayda zarralarini uchirib keta boshlaydi. SHamol ta'sirida tuproqning mayda zarrachalari tuproq sirtidan ajralib chiqadi va shamol uni olis masofalarga olib ketadi. Tuproqning shamol ta'sirida ajralib chiqqan kattaroq zarrachalari shamol tezligi kamayishi bilan er yuziga yana qaytib tushadi va tushgan joyidan mayda zarrachalarni urib chiqaradi, ularni esa shamol uchirib olib ketadi, og'ir zarralar er yuziga tez qaytib tushadi. SHu tarzda changli bo'ron zanjirsimon reaksiya kabi bo'ladi, og'ir zarralar er yuziga tez qaytib tushadi, mayda zarralar uzoq vaqt havoda muallaq holatda bo'ladi. SHuning uchun changli bo'ron vaqtida ko'rinish va yoritilganlik yomonlashadi. SHamol engil mexanik tarkibli (qumli, qumloq, engil qumoq) tuproqlar zarralarini eng ko'p uchirib olib ketadi. Bunday tuproqlarda ancha yirik kovakliklar ko'p bo'lgani uchun suvni pastki qatlamlarga yaxshi o'tkazadi va shu sababli uning yuzasi tez quriydi, unchalik kuchli bo'lmagan shamol bilan ham uchirilib olib ketiladi. Yirik zarralar to'siqlar oldida va botiq relefli joylarda to'planadi. Og'ir mexanik tarkibli tuproqlarda esa mayda zarralar ko'p, ular bir-biriga kuchli yopishgan bo'ladi. SHuning uchun mexanik tarkibi og'ir soz tuproqlarda shamol eroziyasini kuchli shamollargina vujudga keltiradi. Do'l. Jala yomg'irlar. Do'lning hosil bo'lish sabablari. O'zbekistonda do'l hodisalari Do'l va jala yomg'irlar ham qishloq xo'jaligiga noqulay meteorologik hodisalar qatoriga kiradi. Do'l yog'ishidan qishloq xo'jalik ekinlari, do'lning kattaligi va yog'ish jadalligiga hamda yog'ish davomiyligiga qarab oz yoki ko'p darajada shikastlanadi. Do'l yog'ishi SHimoliy Kavkaz va O'rta Osiyo



respublikalari, Qrim va Moldaviyaning tog‘li va tog‘ oldi hududlarida ko‘p kuzatiladi. Do‘l yilning iliq, havoning issiqlik konveksiyasi kuchaygan vaqtlarda, odatda tushki paytdan keyin vujudga keladi. Masalan, Toshkent viloyatida do‘l ko‘pincha may oyida kuzatiladi, chunki bu vaqtga kelib kunlar birmuncha isigan bo‘ladi. Agar do‘l kuchli yog‘sa o‘sib turgan ekinlarni payhon qilishi, meva barglarini to‘kib, shoxlarini sindirishi mumkin. Jala yomg‘irlar esa don ekinlarining yotib qolishiga, tuproqning suv eroziyasiga uchrashiga, tuproq yuzida qatqaloq hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Do‘l yilning iliq davrida kuchli yomg‘irli to‘p-to‘p bulutlardan yog‘adigan atmosfera yog‘ini bo‘lib, sferik yoki noto‘g‘ri shaklli muz bo‘lakchalari tarzida yog‘adi. Do‘l donalarining kattaligi har xil. O‘zbekiston hududlarida yoqqan do‘lning diametri 5 dan 50 mm gacha etadi. Ba‘zan ayrim erlarga kattaligi tuxumday keladigan do‘l yoqqanligi ham kuzatilgan. Masalan, 1966 yil 6 may kuni Tojikistonning Hisor vodiysi sharqida ro‘y bergan do‘l yog‘ishida osmondan tushgan do‘lning diametri 110-120 mm ga, og‘irligi esa 700 g ga teng bo‘lgan. Mazkur do‘l yog‘ishidan daladagi ekinlar va bog‘lar vayron bo‘lgan, natijada qishloq xo‘jaligiga katta moddiy zarar etgan. Ekinlarga zarar etkazadigan do‘l yog‘ishi do‘l urishi deb yuritiladi. O‘zbekiston Respublikasida do‘lga qarshi kurash ishlari birinchi bo‘lib Namangan viloyatining yuqorida ko‘rsatilgan tumanlarida boshlangan. Toshkent viloyatining Ohangaron va Bo‘stonliq tumanlarida ham do‘l ko‘p kuzatiladi. Respublikaning boshqa viloyatlarida ham do‘lli kunlar ko‘p kuzatiladigan joylar bor. O‘zbekistonda ekinlarni do‘l urishi may oyida eng ko‘p kuzatiladi. Farg‘ona vodiysida esa do‘l urishi iyun va iyul oyining birinchi yarmida eng ko‘p bo‘ladi. Do‘l yog‘ishi ekinlarning unib chiqishidan, mevali daraxtlarning gullashidan boshlab to‘l hosil etilguncha davom etadi. [3] Do‘l ozgina vaqt yog‘sa ham, o‘simlik shoxlarini sindiradi, bargi, guli mevalarini to‘kadi. Natijada hosil kamayib, sifati buziladi. O‘zbekistonda do‘l yog‘ishi ko‘pincha tok o‘simligi avj olib o‘sayotgan davr (aprel, may) ga to‘g‘ri keladi. Do‘l, ayniqsa tok yoki novdalari jadal o‘sayotgan, tok gullayotgan, g‘ujumlar rivojlanayotgan davrda xavflidir. Do‘l ta‘sirida tokning naysimon-o‘tkazuvchan tizimi hamda moddalar almashinishi jarayoni (metabolizm) buziladi. May oyida yoqqan do‘l g‘o‘za maysalari uchun o‘ta xavfli, undan g‘o‘za nihollari jiddiy shikastlanadi. Do‘l urish darajasiga qarab, chigitni qayta ekish yoki xatolariga ekish tadbirlari qo‘llanadi. Respublikamizning do‘l yog‘ishi eng ko‘p takrorlanadigan hududlarida qishloq xo‘jalik ekinlarini do‘ldan himoyalash ishlari amalga oshirilmoqda. H.A. Imomjonov, B.A. Kamolovlarning yozishicha, O‘zbekistonda do‘ldan himoya qilinadigan umumiy er maydoni 1999 yilda 739 ming gektarni tashkil qilgan. Bu maydonning 235 ming gektari haydaladigan er, 58 ming gektardan ko‘prog‘i bog‘ va uzumzorlar bo‘lib, umuman qishloq xo‘jaligida foydalanadigan qismi 462 ming gektarga teng. Haydaladigan 235 ming gektar erning 102,75 ming gektarida don ekinlari, 81,03 ming gektarida paxta, II ming gektardan ko‘prog‘ida sabzavot etishtiriladi. Ekinlarning do‘l urishidan zararlanishini kamaytirish uchun do‘lga qarshi kurash ishlari amalga oshiriladi. Do‘lga qarshi kurashish uchun bulutlardagi do‘l hosil bo‘lish jarayonlariga ta‘sir qilish kerak. Respublikamizda ob-havoga ta‘sir etish ishlari avval O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi

Gidrometeorologiya xizmati markazining Hidrometeorologik jarayonlarga ta'sir etish harbiylashgan boshqarmasi (GJTEB) da olib borilgan, hozir esa bu ishlarni Mudofa Vazirligi huzuridagi Hidrometeorologik jarayonlarga ta'sir etish harbiylashgan boshqarmasi (GJTEB) olib borishmoqda. Hozirgi vaqtda O'zbekistonda do'lga qarshi kurash ishlari Namangan viloyatining CHust, Kosonsoy, YAngiqo'rg'on va CHortoq tumanlarida, Qashqadaryo viloyatining SHahrisabz, Kitob va YAKkabog' tumanlarida, Samarqand viloyatining Samarqand va Toyloq tumanlarida, Surxondaryo viloyatining Uzun, Sariosiyo va Denov tumanlarida, Andijon viloyatining Jalolquduq va Qo'rg'on tepa tumanlari hududlarida olib borilmoqda. Jala yomg'irlar. Tuproqning suv eroziyasi va unga qarshi kurash tadbirlari Jala - yomg'irli to'p-to'p bulutlardan yog'adigan, jadalligi (mm/min) biror aniq qiymatdan kam bo'lmagan kuchli yomg'iridir. Jala davomiyligi qancha katta bo'lsa, jala jadalligi shuncha kichik bo'ladi. Masalan, davomiyligi 5 minut bo'lgan yomg'irni, uning jadalligi 0,5 mm/min dan katta bo'lsa jala deb hisoblanadi. Davomiyligi 1 soatdan oshiq bo'lgan yomg'irni jala deb atalishi uchun uning jadalligi 0,2 mm/min dan katta bo'lishi kerak. Jala bunday minimal jadalligida 1 soatda 12 mm qalinlikdagi yog'in yog'adi yoki 1 gektar maydonga 120 tonna suv to'g'ri keladi. Kuchli jala 1 soatda 30 mm gacha yomg'ir yog'adi. Moskva shahrida jala yuzaga keltirgan yog'inning sutkalik eng katta miqdori 66 mm ga (1953 yil iyul) etgan, Kiev shahrida 1936 yili yog'inlarning sutkalik yig'indisi 100 mm dan oshib ketgan. Hozirgi vaqtgacha eng kuchli jadallikdagi jala 1955 yilning iyul oyida AQSH ning Ayova shtatida yoqqan, uning jadalligi 1 minut 24 sekund davomida 17,5 mm/min ga etgan. O.I. Subbotinaning yozishicha, 1967 yilning 27-29 aprelida O'rta Osiyo hududlarida ancha kuchli yomg'ir yog'ishi qayd etilgan. Bunda yarim sutka (12 soat) davomida CHorvoqda – 48 mm, Toshkentda – 35 mm, Ashgabad – 29 mm, Bishkekda – 26 mm yomg'ir yoqqan. Tog'larda va tog' oldi hududlarda yog'in suvlarining pastga oqishida to'planib daryolarga qo'shilgan va ularning suvlari ko'tarilib to'siqlar va ko'priklarni buzgan, paxta maydonlaridagi g'o'za nihollariga kuchli zarar etkazgan. Jala va uzoq muddat davom etgan yomg'irlar ta'sirida tuproqda suv eroziyasi vujudga keladi. Tuproqning qor, jala va yomg'ir suvlari ta'sirida yuvilishi va emirilishiga suv eroziyasi deyiladi. Suv eroziyasi O'rta Osiyo, Kavkaz, Qrim, Karpat va Janubiy Ural tog' mintaqalarida keng tarqalgan. Suv eroziyasi yoppasiga yuvilish yoki yuza eroziya va uzunasiga ro'y beradigan yoki jar eroziyasi turlarida uchraydi. Bundan tashqari oqar suvlarning ta'siriga qarab suv eroziyasi yuza oqar suv (qor va yomg'ir suvlari) ta'sirida ro'y beradigan eroziya va sug'orishdan hosil bo'ladigan irrigatsion eroziyalarga bo'linadi. Tuproq yuzasining yoppasiga yuvilishi qiyalik erlarda bahor (ba'zan yoz) davrida jala shaklida yoqqan yomg'irlar ta'sirida yuzaga chiqadi. Suv eroziyasining boshlanishi uchun yonbag'irlarning nishabi 1-2°dan oshiq bo'lishi kerak. YOnbag'irning qiyalik darajasi oshgan sari suv eroziyasi yanada kuchayadi. Qiyaliklarga jala yoqqanda jadalligi katta bo'lgani uchun yog'in suvi tuproqqa singib ulgurolmay pastga qarab oqadigan yuza oqar suvlar oqimini vujudga keltiradi, buning ustiga qiyalik tuproqning suv o'tkazish xossasi yomon bo'lsa yuza oqar suvlar miqdori yanada kuchayadi. Qiyaliklarda yuza oqar suvlar pastga tushgan sari ko'payib, tuproqning

yuza qatlamini yuvib ketish, emirish jarayonlari kuchayadi. Bunda kuchli loyqalanib oqayotgan suv oqimlari ta'sirida tuproq chirindili qatlamining qalinligi kamayadi, tuproqning unumdor qatlamidan turli o'lchamdagi zarrachalar bilan birga oziq moddalar ham yuviladi va nishabligi kam yoki tekis erlarda yotqaziladi. Suv eroziyasining boshlanishi tuproqning mexanik tarkibiga, tuproqdagi gumus miqdoriga va yonbag'ir erlarning qiyalik darajasiga bog'liq. X.M. Maqsudov ma'lumotlari bo'yicha qumoqli tipik bo'z tuproqlarda qiyalik nishabi $1,5-2^{\circ}$, chirindili to'q tusli tuproqlarda esa qiyalik nishabi $2-3^{\circ}$ bo'lganda suv eroziyasi rivojlanadi. Suv eroziyasiga uchragan erlarda yiliga har bir gektardan 3-5 tonnaga yaqin serhosil tuproq qatlami yuvilib ketadi, tuproq tarkibidagi azot, fosfor, kaliy kabi oziq elementlar kamayadi. A.A. Xonazarov, G'.K. Kumzullaev va A.N. Nig'matovlarning ma'lumotlariga qaraganda O'rta Osiyo mintaqalarida suv eroziyasida erlarning qiyalik nishabi 2 marta oshsa, suv oqimining hajmi 1,5-2,5 marta, tuproq yuvilishi 1,9-5,5 marta kuchayadi. Jala-yomg'irlarning yirik tomchilari ta'sirida tuproq agregatlari parchalanadi va har tomonga sochilib ketadi, ularni o'z navbatida pastlikka qarab harakatlanayotgan yuza oqar suvlar qiyalik pastiga olib tushadi. SHunday qilib, suv eroziyasidan qishloq xo'jaligi ancha zarar ko'radi. SHuning uchun suv eroziyasiga qarshi kurashning samarali tadbirlarini ishlab chiqish va ularni izchillik bilan amalga oshirish lozim. Suv eroziyasining oldini olish uchun eroziya xavfi kuchli bo'lgan erlarda o'rmonzorlar va ko'p yillik o'tzorlar barpo qilish kerak. O'rmonzorlar tuproqni yuvilishdan saqlashda katta ahamiyatga ega. A.A. Xonazarov, G'.K. Kumzullaevlarning yozishicha, tutashligi 0,2 dan 0,7 gacha bo'lgan archazorlar yomg'irlarning 4-27 foizini, tutashligi 0,2 dan 0,8 gacha bo'lgan yomg'oqzorlar yomg'irlarning 10-21 foizini ushlab qoladi. O'rmonzorlarda bahorda qor sekin eriganligidan suv toshqinining oldi olinadi, suv tuproqqa singib er osti suvlarining zahirasi ko'payadi. Daraxtlar bilan to'la qoplangan tog' yonbag'irlarida tuproq ustida yomg'ir suvlari oqimi qariyb to'xtaydi, shuning uchun qalin daraxtzorlar ostidagi tuproq eroziyaga uchramaydi. Suv eroziyasiga qarshi kurashning yuqorida ko'rsatilgan tadbirlari amalga oshirilib borilganda qiyalik erlarning suv eroziyasidan ko'rgan zarari ancha kamayadi.

Savollar va topshiriqlar

1. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun xavfli meteorologik hodisalarning asosiy turlarini ayting.
2. Qora sovuq hodisasi qanday ta'riflanadi?
3. Qurg'oqchilikka qarshi kurash qanday usullarda olib boriladi?
4. CHangli bo'ronlarning paydo bo'lish sharoitlarini tavsiflang.
5. Do'l hosil bo'lish sharoitlarini tushuntiring. Do'l qaysi bulutlardan yog'adi?
6. O'zbekistonning qaysi viloyatlari va tumanlarida do'lga qarshi kurash ishlari tashkil qilingan?
7. Jala yomg'irlar qaysi bulutlardan yog'adi?
8. Suv eroziyasi deb qanday hodisaga aytiladi?

22-Mavzu: Iqlim va uning qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishidagi ahamiyati

Reja:

1. Iqlim haqida umumiy ma’lumotlar
2. Iqlimning qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati
3. Iqlimlar tasnifi
4. O‘zbekiston iqlimi haqida qisqacha ma’lumot

Adabiyotlar [1],[2] [3] [4] [5]

Biror hududning iqlimi o‘sha hududdagi ob-havo bilan uzviy bog‘langanligini ko‘pchilik biladi. SHu sababli, eng avval ob-havo va iqlim tushunchalarining farqini tushunib olish kerak. Ob-havo deganda, biror joy yoki hudud atmosferasidagi meteorologik kattaliklar uzluksiz o‘zgarishlarining majmui tushuniladi. Ob-havo yildan-yilga ma’lum chegaralarda o‘zgarib turadi. Iqlim deganda Er sharidagi har bir joyning geografik holatiga qarab aniqlanadigan atmosfera rejimi (ob-havo sharoitlari) ning statistik tartibi (o‘rtacha ko‘p yillik ma’lumoti) tushuniladi. YOki biror joyga xos bo‘lgan ko‘p yillik ob-havo rejimiga iqlim deyiladi. Geografik holat deganda faqat joyning geografik kengligi, geografik uzunligi va dengiz sathidan balandliginigina tushunilmay, Er sirtining xususiyatlari, orografiyasi, tuproq qatlami kabilar ham tushuniladi. Atmosfera tartiboti yil davomida, ya’ni qishdan bahorga va yozga, yozdan kuz va qishga o‘tish vaqtida mavsumiy iqlim sharoitida ma’lum darajada keskin o‘zgaradi. Iqlimning o‘zgarishlari tebranish xususiyatiga ega bo‘lib, u yoki bu tomonga iqlimiy me’yordan chetlashib turadi. Iqlimga oid atama, tushuncha va nomlar haqidagi ma’lumotlarni «Meteorologiyadan izohli lug‘at» asosida tanishib chiqamiz. Iqlimshunoslik. Er sharining turli-tuman mintaqalaridagi iqlimni o‘rganadigan fan sohasi. Iqlimshunoslik iqlimni hosil qiladigan jarayonlar natijasida va geografik omillar ta’sirida iqlimlar genezisini aniqlash, Er sharining turli viloyatlari iqlimini tavsiflash, tasniflash va ularning taqsimlanishi, o‘tgan tarixiy va geologik (paleoiqlimshunoslik) davrlar iqlimini o‘rganish bilan shug‘ullanadi. Hozirgi vaqtda iqlimning o‘zgarishi bashoratini berish masalasi ham iqlimshunoslik fanining vazifasiga kiradi. Iqlim elementlari. Iqlimni tavsiflovchi va iqlim ko‘rsatkichlariga asos bo‘ladigan meteorologik kattaliklar. Iqlimiy omillar deganda iqlimni hosil qiluvchi sharoitlar tushuniladi. Iqlimni hosil qiluvchi asosiy omillarga quyosh radiatsiyasi, atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi va Er sirti xususiyatlari kiradi. Iqlim barqarorligi. Ma’lum joy iqlimining uzoq vaqt saqlanish xususiyati. Iqlim barqarorligi quyosh radiatsiyasining kelishi, Er sirtining tuzilishi, mahalliy geografik sharoitlarning uncha ko‘p o‘zgarmasligi bilan tushuntiriladi. Iqlim barqarorligi tushunchasi nisbiy bo‘lib, aslida iqlim o‘n yillar mobaynida tebranish va g‘alayonlarga duch kelganidek, geologik davrlarga teng ming yillar davomida ham progressiv o‘zgarishlarga duch keladi. Iqlim boniteti. Qishloq xo‘jalik ekinlari mahsuldorligini iqlim orqali baholash. Iqlim melioratsiyasi. Iqlimni vujudga keltiruvchi jarayonlarga faol aralashish yuli bilan inson tomonidan iqlimning yaxshilanishi. [3] Iqlim melioratsiyasining asosiy vazifasi qishloq xo‘jalik

o'simliklarining rivojlanish sharoitlarini yaxshilash hisoblanadi. SHu sababli iqlim melioratsiyasi botqoqliklarni quritish, ekin maydonlarini shamoldan to'suvchi daraxtzorlarni ko'paytirish, tuproq melioratsiyasi va sun'iy sug'orish, tog' va cho'l mintaqalarida sun'iy yo'l bilan yog'in yog'dirish usullari orqali amalga oshiriladi va qishloq xo'jalik melioratsiyasining tarkibiy qismiga kiradi. Iqlim melioratsiyasi. Ko'p yillik davr uchun iqlim o'zgarishini oldindan aytish, o'ta uzoq muddatli bashorat. Bu holni iqlim ma'lumotlariga asoslangan uzoq muddatli ob-havo bashorati bilan aralashtirmaslik lozim. Iqlim xaritasi. Biror iqlim ko'rsatkichi yoki ko'rsatkichlarining Er yuzasidagi taqsimoti xaritasi. 1. Ko'p yillik ma'lumotlar asosida meteorologik kattaliklarning o'rtacha, ustunlik qiladigan, chetki yoki bu qiymatlarning takrorlanish, boshlanish va tugallanish muddatlarining taqsimlanishini aks ettiradigan xaritalar. 2. Ko'p yillik ma'lumotlarga ko'ra biror atmosfera hodisasi (momaqaldiroq, tuman) taqsimlanishini ko'rsatadigan xarita. Iqlim atlas. Iqlimiy xaritalar to'plami. Iqlim yaratuvchi jarayonlar. Butun Er shari mintaqalarida iqlimni belgilaydigan atmosfera jarayonlari: issiqlik almashinuvi, namlik aylanishi, atmosferaning umumiy va mahalliy sirkulyasiyasi. Iqlimiy gradient. Har 100 m balandlikka vertikal ko'tarilganda havo harorati o'zgarishlarining o'rtacha qiymati. Bu miqdor kuzatish ma'lumotlarini iqlimiy ishlovda tekislik stansiyalaridagi haroratni dengiz sathidagi qiymatiga keltirishda qo'llaniladi. MDH ga kiruvchi mamlakatlarda iqlimiy gradientni $0,5^{\circ}\text{S}/100\text{ m}$ ga teng deb qabul qilingan. Iqlimiy zona. Geografik kengliklar bo'yicha anchagina cho'zilgan va bir xil iqlimiy ko'rsatkichlari bilan ajralib turadigan iqlimiy hududlashtirishning eng yirik bo'lagi. **[1]**

Iqlimiy kurort. O'zining iqlim sharoitlari bilan iqlimiy davolash uchun qulay bo'lgan joy. Iqlimiy kurortning har xil qishki, yozgi, tog', dengiz va boshqa turlari mavjud. Iqlimga moslashish. Tirik mavjudotlarning yangi tashqi muhit sharoitiga ko'nikishi. Iqlim terapiyasi. Ma'lum iqlim sharoitlaridan foydalanib o'pka, yurak va boshqa xastaliklarni davolash. Iqlimiy me'yori. Ko'p yillik kuzatishlardan olingan iqlimning asosiy statistik xususiyatlari, ko'pincha, bu ko'p yillik o'rtacha kattalikdir. Iqlimiy me'yori bir necha yil davomida olib borilgan kuzatish ma'lumotlari asosida hisoblangan o'rtacha oylik, yillik yog'inlar miqdori yoki o'rtacha kunlik, oylik, yillik harorat. SHuningdek, meteorologik kuzatishlarning ko'p yillik qatoridagi eng chetki qiymatlari ham iqlimiy me'yori bo'la oladi. Bundan tashqari atmosfera hodisalarining boshlanish muddatlari, ularni takrorlanishi haqidagi ma'lumotlar ham iqlimiy me'yori bo'lishi mumkin. Iqlimiy mintaqasi. Geografik joylanishi va sharoitlari ta'sirida ma'lum iqlim turiga ega bo'lgan mintaqasi. Odatda iqlimiy mintaqasi muayyan joyning geografik mavqeiga qarab aniqlanadi. Iqlimiy muddatlar. Meteorologik kuzatishlarning o'rtacha mahalliy vaqtdagi muddatlari, MDH ga kiruvchi mamlakatlarda soat 0, 6, 12 va 18 lar meteorologik kuzatishlarning asosiy muddatlari hisoblanadi. Ana shu muddatlarda o'tkazilgan kuzatishlar iqlim xususiyatlarini aniqlashda foydalaniladi. 1963 yilgacha 1, 7, 13 va 19 soatlar iqlimiy muddatlar deb hisoblangan. Keyin esa sutka davomida 8 marta, ya'ni har 3 soatda ob-havoni kuzatish boshlangan. Iqlimiy stansiya. Kuzatishlari, iqlim xususiyatlarini aniqlash uchun foydalaniladigan va iqlim muddatlarida kuzatishlar o'tkazadigan meteorologik stansiya. Iqlimiy

bashorat. Iqlimshunoslik ma'lumotlari asosida berilgan uzoq muddatli ob-havo bashorati. Ko'rilayotgan davr (o'n kunlik, oy va boshqalar) uchun meteorologik elementlarning holati va taqsimlanishi haqidagi, shuningdek, oldingi yillardagi kuzatishlarni statistik ishlovi natijasida olingan, ularning u yoki bu turining boshlanish ehtimoli haqidagi ma'lumotlar ob-havo bashorati sifatida qabul qilinishi mumkin. Iqlimiy hududlashtirish. Viloyat, mamlakat, qit'a, okean yoki butun Er sharini iqlim rejimlarining ma'lum darajada bir xilligiga qarab, joy va mintaqalarga bo'lish. Iqlimning asriy tebranishi. Er tarixi (ya'ni mln. yillar) davomida ro'y beradigan iqlimning asta-sekin asriy o'zgarishlari. Iqlimning geografik omillari. Iqlimni hosil qiladigan jarayonlarning kechishi, ya'ni berilgan joy iqlimini belgilaydigan geografik sharoitlar. Bunga joyning geografik kengligi, dengiz sathidan balandligi, taglik sirtlarning quruqlik yoki dengizdan iboratligi, quruqlikning okean va dengizdan uzoqligi, joylarning turli shaklli reliefi, okean oqimlari, tuproq sirtlarining xususiyatlari, quruqlik ustida, o'simlik, qop va muz qoplamlarining taqsimlanishlari kiradi. Iqlimning kontinentalligi. Iqlim hosil qiladigan jarayonlarga qit'alarining ta'siri bilan aniqlanadigan iqlimning o'ziga xos xususiyatlari majmui. Iqlimning kontinentallik xususiyati, havo haroratining yillik va kunlik amplitudasi kattalashganligi, yozda va kunduz kunlari nisbiy namlik va bulutlarning kamayganligi bilan ifodalanadi. Iqlimning radiatsion omillari. Quyosh radiatsiyasining atmosfera va Er sirtiga tushishi, uning yutilishi, sochilishi, qaytishi, Er sirti va atmosferaning xususiy nurlanishidan iborat bo'lgan omillar. Haqiqiy iqlimni hosil qilishda radiatsion omildan tashqari, atmosfera sirkulyasiyasi va nam almashinish jarayonlari ham qatnashadi. Iqlimning texnogen o'zgarishi. Xalq xo'jaligining rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan iqlim o'zgarishi, jumladan industrial qurilmalarda yoqilg'i yoqilishi tufayli atmosferada karbonat angidrid gazining miqdori ortishi sababli havo haroratining ko'tarilishi. Iqlimning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati Iqlim - parvarish qilinayotgan qishloq xo'jalik ekinlarining va chorvachilikning mahsuldorligini birmuncha darajada aniqlaydi. SHuning uchun hududlarning iqlimiy imkoniyatlaridan to'g'ri foydalanish maqsadida dastavval iqlimni o'rganish zarur, uning qishloq xo'jaligidagi ahamiyatini aniqlash va noqulay ob-havo sharoitlaridan zarar ko'rishini kamaytirish usullarini bilish kerak O'zbekiston Respublikasining turli rayonlarida har yili qishloq xo'jaligiga noqulay bo'lgan ob-havo kuzatiladi. Ob-havoni zararidan kafolatlanmagan hududlarda ham dehqonchilikdan mo'l hosil olish mumkin. Bu esa hududlar iqlimiy sharoitlarining shakllanishini bilishni talab etadi va undan foydalanib kafolatlangan hosil miqdorini olish mumkin bo'ladi. Iqlim qishloq xo'jaligining tayanchi va uni shu nuqtai nazardan baholashda, birinchi navbatda, havoning ko'p yillik harorat rejimi va tuproqning namlanish darajasini ilmiy-amaliy tahlillari natijalariga asoslanadi. Eng muhimi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida iqlimga nisbatan quyidagilarga e'tibor qaratiladi: 1) o'simliklarning vegetatsiya davrida yoki uning alohida fazalararo davrida termik va qisman yorug'lik sharoiti; 2) bu davrlarda tuproqning namlanish sharoiti, shular qatorida yog'inlar rejimi va tuproq qalinligi; 3) ko'p yillik o'simliklar va kuzda ekilgan don ekinlarining qishki sharoiti - qor qoplamining balandligi, havo va tuproq haroratining ta'siri; 4) qishloq xo'jaligi uchun xatarli bo'lgan nomaqbul meteorologik hodisalar. Iqlimni

baholash tamoyillaridan biri qishloq xo'jalik ekinlari uchun iqlimga va etishtirish muhitiga bo'lgan talabi, aniqrog'i maqbul tuproq va havo harorati, haroratning yig'indisi, namlik miqdori, yuqori hosil olishga yaratiladigan sharoitlar haqida agroiklimiy mezon va ko'rsatkichlar bo'lish shart. Ma'lumki o'tgan asrning 50-60 yillarida Er shari bo'yicha ob-havo va iqlim sharoitlari ko'pchilik qishloq xo'jalik ekinlari uchun yuqori mahsulot olishga maqbul keldi. Natijada turli mutaxassis olimlar tomonidan ob-havo va iqlimning qishloq xo'jaligi ekinlariga ta'sir etishi inkor etila boshlandi. Ammo undan keyingi yillar esa buning aksi bo'lib chiqdi. YUqoridagi tezis noto'g'riligini qishloq xo'jaligining barcha sohasida va ilmiy ishlarda isbotlangan. Iqlimshunoslik - meteorologiya fanining amaliy bo'limi. Undan xalq xo'jaligining turli sohalarida qurilish, transport, ayniqsa qishloq xo'jaligida keng foydalaniladi. Iqlim aslida grekcha klimatos - yuzaning quyosh nuriga nisbatan nishabligi degan ma'noni anglatadi va uni fanga eramizdan oldingi 2 asrda Gipparx kiritgan. Qadimgi greklar turli geografik kenglikdagi joylar iqlimi farqini quyosh nurlarining er yuziga tushish qiyaligi va kunning necha soat davom etishiga qarab aniqlashgan. Iqlimning eng muhim kattaliklari qatoriga meteorologik stansiyalarda o'lchangan va qayd etilgan havo harorati, havo namligi, bulutlik, atmosfera yog'inlari, shamol rejimi, atmosfera hodisalari, changli bo'ron, tuman, momaqaldiroq, do'l, izg'irin kabilar kiradi. Iqlimning shakllanishiga quyosh radiatsiyasi, atmosfera sirkulyasiyasi, taglik sirt va joy relefining ta'siri Iqlimni hosil qiluvchi asosiy omillarga quyosh radiatsiyasi, atmosfera sirkulyasiyasi, joyning geografik kengligi, er yuzasining turi va uning tabiiy xossalari, joyning relefi va boshqalar kiradi. Quyosh energiyasi atmosferada paydo bo'ladigan jarayonlar, fizik hodisalarning rivojlanishida va Erdagi o'simliklar olami, insoniyatning faoliyati va boshqalar, tirik jonivorlar uchun energiyaning asosiy manbai hisoblanadi. Quyosh radiatsiyasini qisqacha izohlaymiz. Bu elektromagnit to'lqinlar ko'rinishida Er atmosferasiga kirib keladigan quyosh nuri. Quyosh radiatsiyasi fazoda elektromagnit to'lqinlar singari $3 \cdot 10^5$ km/s tezlikda tarqalib Er atmosferasiga kirib keladi. Er sirtiga quyosh radiatsiyasi to'g'ri va sochilgan holda keladi. Quyosh radiatsiyasini odatda issiqlik ta'siri bo'yicha o'lchanadi va u birlik yuzaga vaqt birligida keladigan issiqlik miqdori bilan ifodalanadi. Quyosh radiatsiyasi Er atmosferasidan o'tayotganda gaz molekulalari, muallaq qattiq va suyuq zarrachalar tomonidan yutilishi sababli, uning energetik yoritilganligi va spektral tarkibi o'zgaradi. Natijada, Quyoshdan Er yuzasiga kelayotgan to'g'ri quyosh radiatsiyasi oqimi atmosferaning fizik xususiyatiga, atmosferada o'tgan yo'liga bog'liq holda keng oraliqda o'zgarib turadi. Quyosh radiatsiyasining Er yuzasida butun osmon gumbazidan sochilib keladigan qismi sochilgan radiatsiya deb yuritiladi. Bu oqim Quyoshning balandligiga, atmosferaning xiraligiga, bulutlilik sharoitiga bog'liq bo'lib, uning qiymati ba'zi vaqtlarda $490-700 \text{ Vt/m}^2$ orasida tebranadi. Gorizontall yuzaga ayni bir vaqtda tushayotgan to'g'ri va sochilgan radiatsiyalar birgalikda yig'indi (yalpi) radiatsiya deb yuritiladi. To'g'ri radiatsiyaning bir qismi Er yuzasidan va bulutlardan qaytib koinotga ketadi. SHuningdek, sochilgan radiatsiyaning bir qismi ham kosmik fazoga ketadi. Radiatsiyaning qolgan qismi Er sirtini va havoni isitadi. Oz qismi esa kimyoviy energiyaga, ya'ni atmosferaning yuqori qatlamlaridagi gaz

molekulalarini parchalashga, fotosintezga va shunga o'xshash hodisalarga sarf bo'ladi. Quyosh doimiysi. Erdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofada Er atmosferasidan yuqorida quyosh nurlariga tik birlik yuzaga vaqt birligida keladigan quyosh radiatsiyasi oqimi. Quyosh doimiysi avval 1367 Vt/m^2 teng deb hisoblangan. Hozirgi vaqtda, 3-bobda aytilganidek, uning miqdori 1377 Vt/m^2 tengligi sun'iy yo'ldoshlarga o'rnatilgan aktinometrik kuzatishlar orqali aniqlik kiritilgan. «Doimiy» so'zining ma'nosi shundan iboratki, bu miqdor atmosferada yutilgan va sochilgan radiatsiyaga bog'liq bo'lmay, faqat Quyoshning nur chiqarish qobiliyatiga bog'liq. Quyosh radiatsiyasi Er yuzasiga etib kelguncha havo molekulalari, atmosferadagi qattiq va suyuq aralashmalar tomonidan sochilishi va yutilishi natijasida sezilarli o'zgaradi. Natijada, Quyosh gardishidan keladigan to'g'ri radiatsiya, unga tik birlik sirtida dengiz sathida 1050 Vt/m^2 dan, tog'larda 4-5 km balandlikda 1200 Vt/m^2 dan oshmaydi. SHuni ta'kidlash lozimki, quyosh nuri uchun atmosfera etarli darajada tiniqdir. Atmosfera havosining, ayniqsa pastki qatlamida quyosh nurining yutilishi va qisman qaytarilishi bilan umuman havoning harorati etarli darajada isimaydi. Quyosh quvvati tiniq bo'lmagan erning yoki jismlarning yuzasiga tushib yutiladi va issiqlikka aylanadi, ammo u erdan va jismlardan qisman qaytadi va er-jism bag'rida turli ko'rinishga o'tib ketadi. Quyosh nuri ta'sirida isigan Erning sirti va boshqa isigan jismlar o'zining issiqligini chiqara boshlaydi - uni sochadi yoki tarqatadi. Lekin quyosh radiatsiyasining Er yuziga tushishi va radiatsion balansning fasllar bo'yicha o'zgarishi Er sharsimonligiga, orbitasining shakliga va Er aylanish o'qining og'maligiga bog'liq. Iqlimni shakllantiruvchi muhim omillar: quyosh radiatsiyasi, atmosfera sirkulyasiyasi, taglik sirtning turi va joy relesining birgalikdagi ta'siri natijasida Er sharidagi turlicha iqlimlar yaratiladi. Quyosh radiatsiyasining Er sirtida bir tekisda taqsimlanmaganligi tufayli erning yuzasi ham, er sharining turli kengliklaridagi havo ham bir xil isimaydi. Natijada turlicha havo bosimlarining ayirmasi shakllanadi. Demak, quyosh radiatsiyasi iqlimni shakllanishidagi bosh omil - atmosfera sirkulyasiyasi ta'siri xususiyatini belgilaydi. Iqlimni shakllantiruvchi muhim omillardan yana biri taglik sirtidir. Taglik sirtlarning fizikaviy xususiyatlariga bog'liq holda ularning ustida turlicha havo massalari shakllanadi. Er shari o'zining tabiiy xususiyatlariga ko'ra bir-biridan keskin farq qiluvchi ikki qismdan: [4] Dunyo okeani va qirg'oqlari ustida nam dengiz iqlimi, cho'llar va quruqlik ichkarisida esa quruq kontinental iqlim vujudga keladi. Suv va quruqlik iqlimga turlicha ta'sir ko'rsatadi. SHuningdek tuproq sathi bilan, o'simlik qoplagan tuproq ham iqlimga turlicha ta'sir ko'rsatishi mumkin, o'rmonzor va tuproqni qoplagan o'simlik iqlimga boshqacha ta'sir etadi. Iqlimga ayniqsa okean va materiklarning ta'siri katta. YOz vaqtida okeanga nisbatan materiklar kuchli isiydi, qishda esa aksincha kuchli soviydi. Yil davomida okean Er uchun namlikning bosh manbai hisoblanadi va yilning sovuq davrida - iliqlik manbaini o'taydi. Materik va okean oralig'ida haroratning turlicha bo'lishi havo bosimining taqsimlanishdagi ayirmalarni keltirib chiqaradi. Materik ustida, yozda mo'tadil kengliklarda past bosimli havo o'rtnashadi, qishda aksincha - yuqori bo'ladi. Okeanlarning ustida aksincha yozda asosan havo bosimi yuqori, qishda-past bo'ladi. Natijada yozda quruqlikda havo oqimi okean mussoni ko'rinishda, qishda quruqlikdan okeanga

esadigan materikaviy musson shaklida bo'ladi. Materik va okeanlardan tashqari atmosfera sirkulyasiyasiga rel'ef ta'siri katta, ayniqsa tik qoyali baland, yassi shakldagi tog'lar havo massasining harakatlanish sharoitini o'zgartiradi. Joylarning dengiz sathidan balandligi va relef shaklining turlicha bo'lishi Er sirtiga tushadigan quyosh radiatsiyasining qiymatini o'zgartiradi. SHuning bilan birgalikda bu qiymatlar atmosfera sirkulyasiyasi xususiyati bilan chambarchas bog'langan. Quyoshning ufqdan hisoblangan burchak masofasi quyosh balandligi deb ataladi va quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau, \quad (12.1)$$

bu erda: φ - joy kengligi, δ - Quyosh og'ishi, τ - Quyoshning soatli burchagi. Er sirtidagi turli hududlarda tush paytida Quyosh balandligi turlicha qiymatga ega (12.1-jadval). Quyoshning ufqdan balandligi geografik kenglikka, vaqtning yil davomida o'zgarishiga, kecha-kunduzning davomiyligiga bog'liq holda o'zgarib turadi. Muayyan joyning relefi, ayniqsa tog'lar shu joyning iqlimiga katta ta'sir ko'rsatadi. Qishloq xo'jalik ekinlarini ekish chegaralari va mahsuldorligining shakllanishida iqlimning balandlik bo'yicha meteorologik kattaliklarning taqsimlanish qonun-qoidalarini bilish dehqonchilikda yaxshi samara beradi. Balandlik ortishi bilan ekinlar uchun samarali haroratning kamayishi, bahorda, yozda, kuzda tog'larda esa qor qoplaminin erimasdan turish davomiyligi muddatlari ortadi.

13-jadval

Quyosh balandligining tush paytidagi qiymatlari, gradus hisobida

Hududlarning nomi	Quyoshning balandligi sanalarda			
	1.III	1.VI	3.IX	2.XII
SHimoliy qutb	°	3,5°	°	
SHimoliy qutb doirasi	3,5	7,0	3,5	°
SHimoliy tropik	6,5	0,0	6,5	3,0
Ekvator	0,0	6,5	0,0	6,5
Janubiy tropik	6,5	3,0	6,5	0,0
Janubiy qutb doirasi	3,5	,	3,5	7,0
Janubiy qutb	,0		,0	3,5

Tabiiy geografiyada hududlar (dengiz sathidan 200 m balanddagi erlar) balandliklari bo'yicha quyidagicha bo'linadi:

0-200 m

umuman past tekis erlar

200-500 m	tepalik-baland joy (hudud) va yassi tog'lar
500-1000 m	past tog'lar
1000-3000 m	o'rtacha tog'lar
3000 m va undan yuqori	baland tog'lar

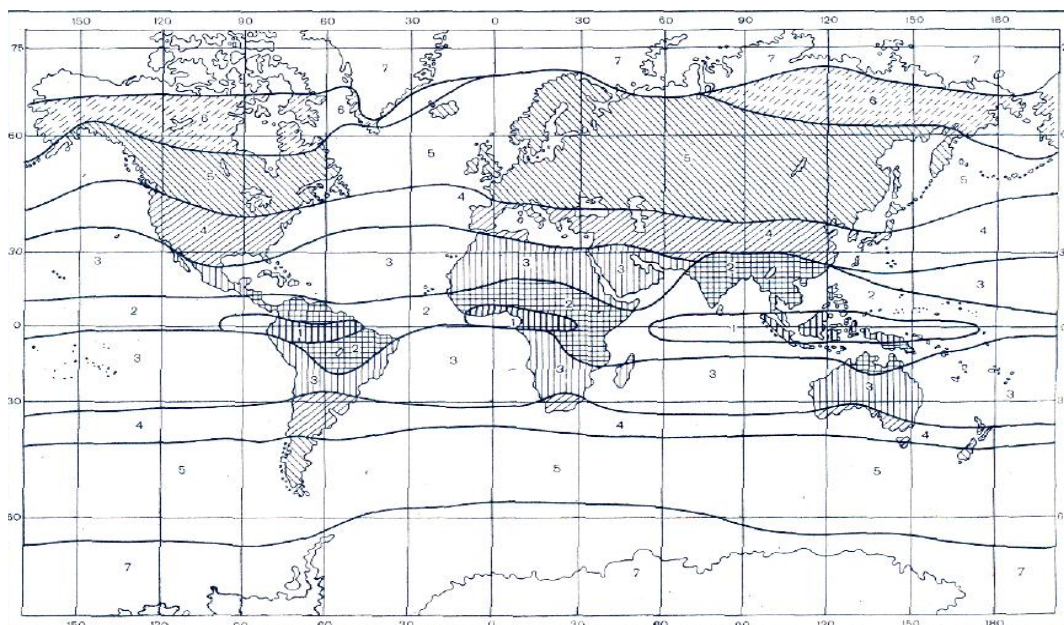
Iqlim shakllanishida relef (er sirtining tuzilishi) muhim ahamiyatga ega, chunki tog' tizimlari katta yoki kichikligiga qarab havo oqimlarining me'yoriy harakatini qiyinlashtiradi va havo massalarining fizikaviy xususiyatlarini ozmi-ko'pmi o'zgartiradi. Natijada, havo massasining harakatdagi fizik xususiyatlariga ko'ra uzoq-uzoqlarga siljish qobiliyati, ya'ni er yuzasida atmosfera sirkulyasiyasi buziladi. Demak, tog' tizimlari iqlimiy chegaralarni aniqlashi mumkin. Eng muhimi tog' tizimlarida suv zahiralari tashkil topadi. Iqlim bo'yicha siklonik tizimlarga umumiy nazar bilan qaralsa, O'rta Osiyo hududi ustiga shimol, g'arbdan kirib keladigan mo'tadil kenglikdagi Atlantika havo massasi va janubi-g'arbdan o'tuvchi tropik iliq havo massasi asosiy yog'inlarni beruvchi manba hisoblanadi. Bunday hollarda kirib kelgan siklonik jarayonlar murakkablashmasdan tekislik hududlar tepasidan o'tib ketadi, faqat tog'larga yaqinlashganda va majburan tog' qiyaliklaridan ko'tarilishida soviydi va uning namligi kondensatsiyalashganidan bulutlar paydo bo'lib, yog'inlar yog'adi. Demak, O'zbekistonning tekislik hududlarida yog'inlarning kam bo'lishi, tog' oldi va ayniqsa tog'larda ko'p bo'lishini shunday deb izohlash mumkin. Iqlimshunos olimlar tomonidan yog'inlarning miqdori joylarning, ayniqsa tog' oldi va tog' hududlarning balandligiga soniy jihatdan bog'liqligini topishgan. Bunga qishloq xo'jaligi uchun iqlimiy nazardan qaralsa ahamiyati kattadir. Iqlimlar tasnifi Iqlimlar tasnifi - bu Er sharida kuzatiladigan iqlim turlarini, ularning biror belgilari yoki paydo bo'lish sharoitlari bo'yicha guruhlariga ajratishdir. Iqlimlarni tasniflashdan maqsad shu vaqtga qadar iqlim haqidagi to'plangan ma'lumotlarni tizimga solish va va har xil turdagi iqlimlarning guruh belgilari hamda Er shari bo'yicha yoki dunyoning global iqlimiy belgisi va xususiyatlarini ishlab chiqishdan iborat. SHubhasiz ona-er zaminining bir butun holatdagi iqlimini o'rganish va ularning o'xshashlik taraflarini guruhlariga ajratish zarur, lekin bu juda murakkab vazifadir. Iqlimlarni guruhlariga ajratishning amaliy ahamiyati shundan iboratki, faqatgina iqlim guruhlarining bir-biriga o'xshashligini emas, balki tafovutlarini aniqlash ham muhimdir. Qadimdan insonlar ob-havo va iqlimni bilishga qiziqishgan. Gipparx Erning odamlar yashaydigan qismini 12 ta iqlimga ajratgan. Geografiyaning iqlimlar nazariyasiga to'la rioya etgan holda birinchi marta iqlimlar tasnifini Muso al-Xorazmiy bayon qilgan va Erning insonlar yashaydigan obod qismini etti iqlim turiga ajratgan. O'sha davrdagi olimlardan farqli o'laroq, u 1-iqlimdan to 7-iqlim turi joylashgan geografik joylarni tavsif etgan. Iqlimshunoslik fanining rivojlanishi va uni amaliyot uchun qo'llash talabgorlarining ortishi tufayli bir necha iqlimlar tasniflari tuzilgan. Hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan iqlimlar tasniflarini V.P.

Kyoppen, L.S. Berg, B.P. Alisovlar ishlab chiqqan. Iqlimshunos olimlar iqlimlarni tasniflashda quyidagi shartlarga e'tiborlarini qaratishgan:

- 1) iqlimni tasniflash meteorologik kuzatishlar natijasida to'plangan aniq ma'lumotlar asosida olib borilishi lozim;
- 2) turli guruhdagi iqlimlar o'rtasidagi chegara tabiiy chegaralarga to'g'ri kelishi yoki shunga yaqin bo'lishligi kerak;
- 3) iqlimlarni tasniflashda iqlimning qanday vujudga kelishini hisobga olgan holda tuzilishi kerak.

V.P. Kyoppenning tasnifiga o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydigan ikkita iqlim kattaliklari - eng issiq va sovuq oylardagi o'rtacha harorat va namlik, hamda o'rtacha yillik harorat, yog'inlarning oylik va yillik miqdori asos qilib olingan. U Er shari iqlimiy zonalarini 5 guruhga ajratgan: nam tropik, quruq, mo'tadil iliq, mo'tadil sovuq va qorli hududlarga bo'lgan. Buning zaminida iqlimni yana 12 ta guruhga va yana birmuncha toifalarga ham bo'lib chiqqan. Umuman olganda, V.P. Kyoppenning iqlimiy tasnifi botanika-geografik rayonlashtirish bilan uzviy bog'langan. SHu sababli uning tasnifini geobotaniklar e'tirof etishdi va amaliy ishlarida foydalanishdi. L.S. Berg iqlim tasnifining V.P. Kyoppen tasnifidan farqi shundaki, u o'zining tasnifida geografiya tamoyillaridan foydalangan holda kenglik va balandlik iqlim zonalarini bir-biridan ajratib landshaft zonalarini asos qilib oldi (tundra, tayga, keng bargli o'rmonlar va hokazolar). Uning tasnifiga muvofiq iqlim guruhlari avvalo ikkiga: tekisliklar va balandliklar iqlimiga bo'linadi. L.S. Berg tasnifi bo'yicha tekisliklarda 12 ta iqlimiy zona quyidagicha ajratilgan; [3]

1. Abadiy sovuqlar iqlimi. 2. Tundra iqlimi. 3. Tayga iqlimi. 4. O'rtacha zonalaridagi keng bargli o'rmonlar iqlimi. 5. Musson iqlimi. 6. Dasht iqlimi. 7. O'rta dengiz iqlimi. 8. Subtropik o'rmonlar zonasi iqlimi. 9. Materiklar ichkarisidagi cho'llar iqlimi. 10 Tropik cho'llar iqlimi. 11. Savannalar yoki tropik o'rmon dashtlar iqlimi. 12. Nam tropik o'rmonlari iqlimi. Akademik L.S. Bergning tasnifida iqlimlar o'rtasida farq emas, balki landshaft zonalarini yotadi. Iqlimlarni tasniflashda uzoq yillar davomidagi kuzatishlar natijasi bo'lgan meteorologik aniq ma'lumotlar olinadi degan shartga bu tasnif javob bera olmaydi. Sobiq Ittifoq davrida iqlimlarni tasniflashda B.P. Alisovning tasniflashi ommaga keng tarqalgan edi. Unda Er shari ustidagi havo massalarining harakati (atmosfera sirkulyasiyasi) asos qilib olingan. Troposferadagi asosiy havo massalarining mavsumiy taqsimlanishiga va etakchi havo frontlarining holatlariga bog'lab to'rtta asosiy iqlimiy zonaga hamda uchta o'tish zonalariga ajratgan. Asosiy zonalarga ekvatorial, tropik, mo'tadil kengliklar va arktik hamda janubiy yarim sharda antarktik zonalar kiradi (12.1-rasm). Iqlimshunos olimlar iqlimni ushbu ayrim turlarga ajratishgan: dunyo (global) iqlimi, mintaqaviy yoki mahalliy iqlim, mikroiqlim va fitoiqlim.



10-rasm. B.P. Alisov bo'yicha Erning iqlimiy kenglik zonalari xaritasi.

Xaritadagi shartli belgilar: 1-ekvatorial, 2-ekvatorial mussonlar, 3-tropik, 4-subtropik, 5-mo'tadil kengliklar, 6-subarktik, 7-Arktik va Antarktik havo. O'tish zonalariga tropik, mussonlar, subtropik va subarktik (janubiy yarim sharda subantarktik) S.P. Xromov va M.A. Petrosyanslar bo'yicha: a) dun (global) iqlimi bu bir necha o'n yillik davrlarda «atmosfera-okean-quruqlik-kriosfera-biosfera» tizimidan o'tgan vaqtdagi majmui holati statistikasidir; b) mahalliy iqlim muayyan hududning geografik joylashish sharoitiga bog'liq bo'lgan, u yoki bu joyning ko'p yillik davrdagi atmosfera majmuiy sharoitining ko'p yillik qiymatidir. Demak, dunyo (global) iqlimi Erning geografik holatdagi har bir joyining atmosfera (ob-havo) sharoitlari statistik rejimi. Bunda iqlimni o'ziga xosligi, uning quyosh faoliyati, okeanlar va atmosferaning o'zaro harakati, seysmik faoliyat va inson faoliyati (antropogen faoliyat) tufayli qisqa davrda (mavsumiylik) va uzoq o'n, yuz va ming yillar davrlardagi o'zgarib (tebranib) turishi tushuniladi. Mintaqaviy yoki mahalliy iqlim hududlariga umumiy tarzda qaralsa uni geografik omillar, joy kengligi - koordinat joylashuvi, hududning okeandan uzoqligi, quruq maydonlarning miqdorini, suv sathi egallagan hududlar maydon qiymatlariga nisbati, relef, tuproq, o'simlik qoplami orqali aniqlanadi. Butun er shari hududiga nisbatan olganda O'zbekiston hududi o'ziga xos mahalliy iqlim xususiyatiga ega, lekin alohida qayd etamizki, iqlimni baholashda qishloq xo'jalik ekinlari nazaridan baholashni, agroiqlimiy tomondan yondoshishning zarurligi hozirgi davr talabidir va keyingi boblarda unga yanada oydinlik kiritamiz. O'zbekiston iqlimi haqida qisqacha ma'lumot Iqlim-joyning geografik kengligi, uning dengiz sathidan balandligi, okeandan qanday masofada joylashganligi, relefi, taglik sirt turi va atmosfera sirkulyasiyasining o'zaro ta'sirida vujudga keluvchi ob-havoning ko'p yillik rejimidan iboratdir. SHu sababli O'zbekiston Respublikasini dunyo xaritasida geografik joylashishini 12.2-rasmda keltiramiz. GMITI olimlari O'zbekiston hududini asosan uch iqlim zonasiga - cho'l va dasht zonasi, tog' oldi zonasi va tog'li zonalarga bo'lish mumkinligini va bir zonadan ikkinchi zonaga o'tish chegarasi keskin bo'lmay, ma'lum jihatda nisbiyligini qayd etishgan: I. Cho'l va dasht

zonasi O'zbekistonning jami tekisliklarini - Ustyurt platosi, Qizilqum, Qarshi, Dalvarzin va Mirzacho'l cho'llarini o'z ichiga qamrab oladi. Mazkur zonaning asosiy iqlimiy xususiyatlari quyidagicha:



11-rasm. O'zbekiston Respublikasining dunyo xaritasida geografik joylashishi

1. Yillik yog'ingarchilikning o'rtacha miqdori 200 mm dan oshmaydi. [3]
2. Bahor erta va qisqa muddatli bo'ladi, aprel oyida havo isiydi va may oyida yoz boshlanadi va yog'ingarchiliklar to'xtaydi.
3. Issiq davr-iyul, ba'zan avgust oylariga to'g'ri keladi, respublikaning janubi-sharqiy hududlarida havo harorati $+50^{\circ}\text{S}$ ga etadi.
4. YOg'ingarchiliklar kuzda boshlanib havo harorati pasayadi, oktyabr oyi oxirida sovuq tushishi mumkin.
5. Qish ko'pincha iliq, qisqa muddatli va uncha ko'p bo'lmagan qor qoplami shakllanadi, qish sovuq kelgan yillarda daryolar va Orol dengizi muzlaydi, havo harorati -35°S gacha pasayadi. Qor qoplaminig o'rtacha qalinligi 4-8 sm, eng ko'pi – 30 sm ni tashkil etadi.

II. Tog' oldi zonasi Tyanshan va Hisor-Oloy tog' tizimlarining dengiz sathidan 300-400 m dan 600-1000 m gacha bo'lgan balandliklardagi hududlarni o'z ichiga qamrab oladi. Bu zonaning iqlimiy xususiyatlari quyidagicha:

1. O'rtacha yillik yog'ingarchilik miqdori cho'l zonasiga o'xshash va eng ko'p yog'ingarchilik mart-aprel oylariga, eng kami-yoz oylariga to'g'ri keladi.
2. Bahor fevral oyining oxiri-mart oyining boshlarida boshlanadi, ammo tuproqda kech bahorgi sovuq tushishi aprel oyi oxirlarigacha, ba'zi tumanlarda esa may oyida bo'ladi.
3. YOzda - tekisliklardagi hududlarda nisbatan jazirama kunlar kamroq, ammo ayrim joylarda eng yuqori harorat $45-46^{\circ}\text{S}$ ga etadi.

4 Kuz fasli sentyabr oxiri-oktyabr boshlarida boshlanadi. Bulutli kunlar ko'payadi, ba'zan surunkali yomg'ir yog'adi. Oktyabr oyi o'rtalarida sovuq tushadi.

5. Qish bu zonada cho'ldagiga nisbatan iliq keladi, barqaror qor qoplami 10-20 va 40-60 sm ni tashkil etadi. Ammo qor qoplami har yilgi qishda hosil bo'lavermaydi.

III. Tog' zonasiga dengiz sathidan 600-1000 metrdan yuqori bo'lgan hududlar kiradi. Bu zonaning iqlimiy xususiyatlari quyidagicha:

1. O'rtacha yillik yog'ingarchilik miqdori 400 mm dan ortiq, tog'ning yuqori zonasida ba'zan 2000 mm gacha etadi. Bu zonada yog'ingarchiliklar yil bo'yi bo'lib turadi, ammo eng ko'p miqdori aprel-may oylariga to'g'ri keladi.

2. Tog'da harorat tekislik va tog' oldi zonasidagiga nisbatan past, asosan joyning baland-pastligiga bog'liq bo'lib, har 100 m balandlikka ko'tarilgan sari o'rta hisobda $0,6^{\circ}\text{S}$ ga pasayadi.

3. YOzning tun paytlarida qiyaliklarning quyi qismida inversiya - havo haroratining balandlik bilan oshish holi yuz beradi. SHu sababli vohalarning quyi qismlarida, ayniqsa botiqliklarda havo harorati tog' qiyaliklardagiga nisbatan past bo'ladi.

4. Dengiz sathidan 800-1000 m balandlikdan yuqorida barqaror qor qoplami hosil bo'ladi. Qishda qor qalinligi 60 sm dan oshadi va ba'zan 1,5-2 m ni tashkil etishi mumkin O'zbekiston iqlimining o'ziga xos yana bir xususiyatini qayd etamiz:

- respublikaning sovuq havo oqimi kirib kelishidan himoyalangan rayonlarida radiatsion balans miqdori butun yil davomida musbat bo'ladi;

- shimoliy rayonlarning chekkasi va o'rta qismlarida qish davrida (dekabr-yanvar oylarida ayrim yillarda) radiatsion balans manfiy bo'ladi;

- tog'li rayonlarda radiatsion balans 4 oy (noyabr-fevral) mobaynida manfiy balansni tashkil etadi va yillik radiatsion balansning 15 foizga to'g'ri keladi;

- radiatsion balansning sutka davomida o'zgarishida; a) kunduz kunlari odatda musbat; b) kechasi to'g'ri va sochilgan radiatsiya kelmasligi sababli - manfiydir. O'zgidromet meteorologik stansiyalarida o'lchangan havo harorati ob-havo va iqlim rejimini ifodalaydi va muhim meteorologik kattaliklar qatoriga kiradi Bu o'rtacha, maksimal va minimal, bir kecha-kunduzlik (sutkalik), besh va o'n kunlik (sutkalik), oylik va yillik haroratdir. O'zbekistonning iqlimiy xususiyatlaridan yana biri havo harorati bahorda o'simliklarga zarar keltirishi mumkin va shu sababli sovuq-salqin havo bo'lishining oxirgi sanalarini bilish muhim amaliy ahamiyatga ega. O'simliklar uchun zarar keltirishi mumkin bo'lgan, kirib kelgan sovuq (salqin) havo mavjining oxirgi sanalari 12.2-jadvalda keltirilgan.

14-jadval

O'zbekistonda sovuq havo mavjlarining tamom bo'lish sanalari
(L.N. Babushkin ma'lumoti)

Sovuq mavjlar (to'liqlar)	Tamom bo'lishi	
	ko'pi ncha	eng kechkisi
Birinchisi	18- 24 mart	4-8 aprel
Ikkinchisi	26- 31 mart	12- 16 aprel
Tugashdan oldingisi	9-15 aprel	26- 30 aprel
Oxirgisi	24- 30 aprel	11- 15 may

Iqlim o'zgarishi va hozirgi zamon iqlimining ilishi Er shari iqlimi asrlar mobaynida o'zgarib turgan. Bunday o'zgarishlar jarayoni natijasida biror geografik rayonning iqlimi sovuqroq yoki issiqroq, namligi ko'proq yoki qyppyq bo'lib o'zgaradi. Masalan, Arktikada uchlamchi davr boshlarida iqlim ancha iliq bo'lgan, o'rmonlar o'sgan, natijada keyin toshko'mir konlari vujudga kelgan. Hozirgi vaqtda iqlimning o'tgan davrda o'zgarishini tushuntirishda 3 xil gipoteza mavjud:

1. Astronomik gipotezalarda iqlimning o'zgarishlarini Er orbitasi elementlarining o'zgarishi va Er aylanish o'qining og'ish burchagi tebranishlari bilan bog'laydi.

2. Fizik gipotezalarda Er iqlimi o'zgarishini quyosh radiatsiyasining miqdoriy va spektral tarkibining o'zgarishi bilan bog'lab tushuntiriladi. [4]

3. Geologo-geografik gipotezalarda Er iqlimining o'zgarishlarini quruqlik, dengiz yuzalarining o'zgarishi, materiklarning joylashishi, dengiz oqimlarining yo'nalishi va quvvatining o'zgarishlari bilan bog'laydi. Hozirgi vaqtda o'tgan davrdagi iqlim o'zgarishlarini tushuntiradigan yagona gipoteza mavjud emas. Iqlimning tabiiy o'zgarishlari juda sekin borib, asrlar yoki millionlab yillar mobaynida ro'y beradi. Ammo insonlarning xo'jalik faoliyati biror joy iqlimining tezroq o'zgarishiga sabab bo'ladi. Iqlimning hozirgi zamon ilishi antropogen omillar oqibatida bo'lmoqda degan olimlarning fikri bor. Hozirgi vaqtda yoqilg'i yoqish ko'payib bormoqda, buning oqibatida atmosferadagi SO₂ gazining konsentratsiyasi yil davomida umumiy miqdori 0,2 foizga oshayotir. Bu esa Er yuzidagi havo haroratining ortishiga olib kelishi mumkin. JMTning hozirgi zamon iqlimining ilishiga oid ayrim ma'lumotlari bilan tanishib chiqamiz. Ob-havo va iqlim chegara bilmaydi va ularda o'zgarishlar sodir bo'lishi, dunyo mamlakatlarining siyosiy chegarasi ularga taaluqli emas. JMT bu borada butun dunyo mamlakatlari bilan kelishilgan qaroriga muvofiq har bir davlatning milliy gidrometeorologiya xizmati bilan aloqa o'rnatgan va uzviy hamkorlikda ilmiy, nazariy-amaliy ishlar olib boradi. JMT Konvensiyasi bo'yicha 1950 yil 23 martdan beri har yili shu sanani jahon meteorologiya kuni deb belgilangan. SHunga muvofiq har yili o'ziga xos va mos ravishda yilning nomi belgilanadi. Masalan, 2005 yil «Ob-havo, iqlim, suv va turg'un taraqqiyot yili» deb e'lon qilingan. Iqlim Erdagi hayotga, oziq-ovqat xavfsizligiga, hayot va molu-dunyoga, suv resurslariga hamda barqaror taraqqiyotga chuqur ta'sir etadi. Bundan tashqari, iqlim ma'lum darajada insoniyat kayfiyatiga, xususiyatiga, hattoki turmushiga, fikrlashiga,

sogʻligʻiga va madaniyatiga taʼsir etadi. Ammo insoniyat sayyoramizni oʻrab turgan nozik havo qatlami xususiyatining oʻzgarishiga sababchi boʻlayotganligiga guvohlik beruvchi maʼlumotlar ham bor. SHuning uchun iqlimiy resurslarni himoya qilish va kelajak hayotda toza havo, tuproq va suvni hozirgi va kelajak avlodga saqlash uchun tinimsiz kurashlar olib borilmoqda. Bunga fuqaro jamiyatlarini, siyosatdonlarni, yalpi axborot manbalarini jalb etilmoqda. Iqlim oʻzgarishi oʻtgan davrlarda ham boʻlganligi koʻpchilikka geologik-arxiv manbalardan maʼlum. Lekin keyingi davrda dunyo miqyosida (global) oʻrtacha harorat $0,6^{\circ}\text{S}$ yuqoriga koʻtarilishi, asboblari bilan 1860 yillardan boshlab oʻlchangan kuzatishlarda qayd etilishi asosan insoniyatning faoliyati tufayli roʻy bermoqda. Uzoq yillar davomida asboblari bilan oʻlchash amalga oshirilgandan buyon 1998 yili eng issiq yil boʻldi va 2001 yil esa ikkinchi eng issiq yil boʻlgan deb hisoblandi. XX asrda 100 yil mobaynida 90-yildan soʻng qolgan oʻn yillik eng issiq oʻn yillik deb qayd etildi. Bu borada soʻnggi XX asrdagi haroratni ilish darajasini davomiyligi ming yil ichidagiga qaraganda yuqori boʻlganligi ehtimoli bor. Hozirgi zamon iqlim ilishi kuzatuvlarining atmosferadagi, issiqxona gazlarining konsentratsiyasi bilan bogʻlanganligini isbotlovchi dalillar mavjud. Issiqxona gazlarining asosiy elementlaridan biri boʻlgan karbon oksidini (SO) konsentratsiyasi 1750 yildan million hajm (ppm) boʻyicha 280 zarrachadan 2001 yilning oxirida esa 370 dan oshgan, yoki 32% dan ham koʻp. Bu davrda atmosferada metan va azot oksidi konsentratsiyasi bularga mos ravishda 151% va 17% ga koʻpaygan. Buni boshqacharoq tushuntiradigan boʻlsak, yonilgʻidan foydalanishning ortib borishi asosiy omil hisoblanmoqda. Atmosfera qatlami hozirgi paytdagidek karbonat angidrid gazi bilan toʻyinganlik darajasi oʻtmishda kuzatilmagan. Oxirgi muz koʻchish davri deyarli 12 ming yil ilgari er atmosferasidagi har million molekula hisobiga 200 ta SO_2 molekulasini toʻgʻri keladi. SHundan buyon jarayon asta-sekin koʻtarilib kelayapti. Atmosferaning bu zararli gaz bilan toʻyinish darajasi million molekula 270 tani, soʻnggi yuz yillikda esa bu holat jadal tus olib, hozirda 379 tani tashkil etmoqda. Bunday jarayon davom etaversa, yaqin 50 yilda er yuzi harorati yana ikki darajaga koʻtariladigan boʻlsa, shu asrimiz oxiridayoq er yuzida bironta ham muzlik qolmaydi. [3]

Dunyo boʻyicha haroratning ilishi natijasida dengiz suvlarining oʻrtacha sathi 10-20 sm koʻtarilgan. Bu koʻtarilish esa soʻnggi 3000 yildagiga nisbatan 10 marotabadan oshgan deb baholangan. SHimoliy yarim shardagi dengiz muzligini uzunligi soʻnggi 50 yil ichida taxminan 10-15 foizga kamaygan. XX asrda dengiz va daryolarning muz qoplami davomiyligi taxminan 2 haftagacha qisqargan. Soʻnggi 45-50 yil davomida yozning oxiri va kuzning boshlanish davrlarida shimoliy muz okeanining muz qatlami 40 foizga qisqargan hamda 100-150 yil davomida esa noqutbiy mintaqalarda togʻdagi muzliklar keng koʻlamda chekinganligi kuzatilgan. Er sharining turli hududlarida oxirgi 30 yillik davrda ob-havo va iqlimiy ekstremal hodisalarning birmuncha qator joylarida hech kuzatilmagan: toshqinlar, tropik siklonlar va qurgʻoqchiliklar boʻlgan. Soʻnggi 10 yillikda dunyo miqyosida gidrometeorologik ofatlar miqdori 2 marotaba oshgani kuzatilgan. Dunyo boʻyicha haroratning ilish ehtimolligining eng yorqin namoyondasi sifatida flora va faunalardagi oʻzgarishlarni koʻrsatish mumkin. 1960 yillardan boshlab shimoliy

yarim sharning ayrim qismlarida vegetatsion davrning davomiyligi taxminan 11 kunga uzaygan. Vegetatsion davrda ayrim o'zgarishlar qishning yumshoq kelishi bilan bog'langan. Bu esa 1970 yildagi boshlangan dunyo bo'yicha umumiy ilish tartibotining bir qismi bo'lgan. Boshqa o'zgarishlar esa katta balandlikdagi Alp tog'lari o'simliklarining o'sishi bo'lsa, bahorda qushlarning erta tuxum qo'yishi hamda kapalaklarning shimol tomonga siljishi kabilarni misol sifatida ko'rsatish mumkin. Janubiy okeanlarning eng janubiy orollari bilan Antarktika yarim orollardagi o'simlik qoplaminin qalinlashishi kuzatilmoqda. Bunda so'nggi yuz yil ichida ilmiy-texnikaning rivojlanishi bilan iqlim o'zgarishi bog'liqligi borligi va insoniyat faoliyati ekologiyaga kuchli salbiy ta'sir etayotganligini aniqlash mumkin bo'ldi. Yana misol tariqasida O'zbekistonning unumdor tuproqlarini qashshoqlashib ketishi va Orol dengizi fojiasiga ham nazar tashlasak yuqoridagi xulosalarni isbotlashga hojat qolmaydi. SHuni alohida qayd etib o'tamizki, Erning isishi yana ozgina kuchaysa, buning oqibatida suv toshqinlari ko'payib, insonlarga zarari ortib ketadi. Iqlimiy sharoitlarni hisobga olish va foydalanish qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining mahsuldorligini oshirishda katta ahamiyatga ega. Masalan, dasht zonasida erni kuzda haydash bilan inson shu joylarning iqlimiga katta ta'sir ko'rsatadi. Er haydalganda quyosh radiatsiyasining bir qismini to'sib qoluvchi o'tloqlar yo'q bo'lib ketadi. Natijada tuproqning issiqlik va namlik rejimi o'zgaradi. Biror joyning iqlimiga sug'orish ham katta ta'sir ko'rsatadi. Ekinlarni sug'orishda Er yuziga tushayotgan yig'indi radiatsiyaning bir qismi suvni bug'latishga sarf bo'ladi. SHuning uchun havo va tuproqning harorati bir oz pasayadi. Natijada havoning namligi ortib qurg'oqchilik va garmselning ta'siri kamayadi. Mashhur rus olimi K.A. Timiryazev 1897 yilda iqlim haqidagi ma'lumotlar qishloq xo'jaligi uchun o'simliklarning iqlim omillariga qo'yadigan talablarini ham aniqlaganidagina qiziqishga ega deb ta'kidlagan edi. Bu fikrdan iqlimni qishloq xo'jaligi nuqtai nazaridan baholash uchun o'simliklarning o'sishi va rivojlanishi bilan iqlim omillari orasidagi miqdoriy ifodalarni aniqlash zarurligi ko'rinib turibdi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi maqsadlarida iqlimni baholash uslubiyatini yaratishda o'simlik uchun asosiy hayot omillarining o'zaro tenglik (yoki almashtirib bo'lmaslik) va muhit omillarining teng emaslik qonunlari asos qilib olingan. Biz avvalgi mavzudan joy relefining xilma-xilligi, yon-bag'irlarning qiyaligi va turli tomonga qaraganligi, tuproq va o'simlik qoplaminin joy iqlimiga ta'sir qilishini bilamiz. Iqlimning asosiy elementlaridan bo'lgan havo harorati o'simlik bilan qoplangan yuzada bir xil bo'lsa, o'simlik o'smayotgan joyda boshqacha bo'ladi, shuningdek, haydalgan er bilan haydalmagan er o'rtasida, toshloq yuza bilan qumloq yuza o'rtasida katta farq bo'ladi. G'o'za o'sayotgan dala bilan beda o'sayotgan dala, o'rmon bilan bog' va mevazorlar, suv omborlari hamda sug'oriladigan hududlarning har biri o'ziga xos mahalliy iqlimga ega. Olingan hudud iqlimidan kichik uchastkalarining iqlimi farq qiladi.

Savollar va topshiriqlar

1. Iqlim tushunchasi qanday ta'riflanadi?
2. Agroiqlimshunoslik fanining asosiy vazifalari nimalardan iborat?
3. Iqlimiy omillarga qaysi omillar kiradi?
4. Iqlimning kontinentalligi qanday tavsiflanadi?

6. Iqlimning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati qanday?

23-Mavzu. SHamol, ob-havo va uni oldindan aytish

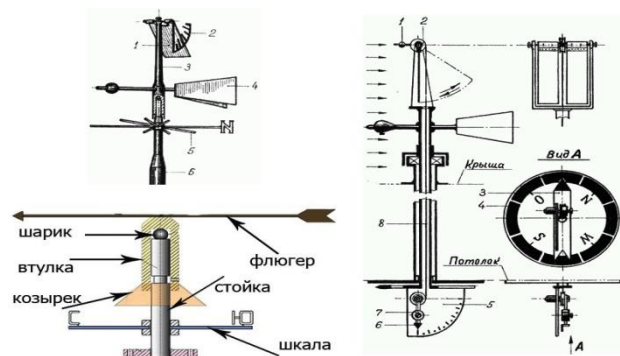
REJA:

1. Shamol. Shamol tezligining sutkalik va yillik o'zgarishi. Mahalliy shamollar.
2. Shamolning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati.
3. Ob-havo haqida tushuncha.
4. Atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi. Havo massalari. Frontlar. Siklonlar va antitsiklonlar.
5. Ob-havoni oldindan aytish.

Adabiyotlar [1],[2] [3] [4] [5]

Havoning Yer yuziga nisbatan gorizonttal harakatini shamol deyiladi. Havoning atmosferada bosimi katta joydan kam bosimli tomonga xarakati shamolni hosil qiladi. Shamolni yo'nalishi, tezligi va o'qin-o'qinligi bilan harakterlaydilar.

Barik gradient kuchi ta'sirida vujudga kelgan havo harakatining yo'nalishi barik gradient yo'nalishi bilan aniq mos tushmaydi, balki barik gradient kuchining Yerning o'z o'qi atrofida harakatidan og'diruvchi kuch, markazdan qochma kuch va ishqalanish kuchlari ta'sirida murakkab traektoriya bo'ylab harakatlanadi. Aytib o'tilgan kuchlarning birgalikdagi ta'siri natijasida atmosferaning pastki qatlamidagi quruqlik ustida shamol shimoliy yarim sharda barik gradient yo'nalishidan o'ngga $50-60^\circ$ ga, dengiz ustida esa $60-70^\circ$ ga og'adi, 1000-1500 m balandlikda esa og'ish 90° ga yaqinlashadi Shamol tezligi va yo'nalishi bilan harakterlanadi. Shamol yo'nalishi gorizontning shamol esayotgan nuqtasidan boshlab aniqlanadi. Masalan, shamol shimol yoki g'arb tomondan esganda shimoliy yoki g'arbiy shamol deyiladi. Shamol yo'nalishini rumblarda va graduslarda aniqlanadi. Shamol yo'nalishini va tezligini aniqlash uchun meteorologik stansiyalarda flyuger ishlatiladi. Meteorologik stansiyalarda flyuger yog'och yoki metall machtaga yerdan 12 m balandlikka o'rnatiladi. Ular yordamida 1 m/s dan 40 m/s gacha chegaradagi shamol tezligi o'lchanadi. Shamol tezligini o'rmonlarda, dala sharoitida aniqlash uchun qo'l anemometrlari qo'llanilib, ular yordamida 1m/s dan 20 m/s gacha chegaradagi shamol tezligini o'lchanadi.



Shamolning ham yillik, oylik, sutkalik o'zgarishi aniqlanadi, quruqlikda sutkalik o'zgarish aniq, ammo dengiz ustida aniq chegaralab bo'lmaydi

Shamol tezligining yillik o'zgarishi atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi qonuniyatlari bilan aniqlanadi. Mahalliy shamollar tog'-vodiy, fyon va bora kabi turlarda uchraydi. Tog'-vodiy shamollari respublikamizning barcha vodiylarida kuzatiladi, ayniqsa Chirchiq- Oxangaron vodiysida barqaror bo'ladi, tog'-vodiy shamoli kunduzi vodiydin toqqa, tunda tog'dan vodiygga tomon esadi. Respublikamizda Bekobod, «Afgo'n», Qo'qon shamollari kabi mahalliy shamollar uchraydi. [3],

Qishloq xo'jaligi uchun shamolning ahamiyati kattadir, chunki shamol ham muhit. Shamol qattiq esganda o'simliklar nobud bo'ladi, yer quriydi, dovul bo'lsa xalq xo'jaligiga va qishloq xo'jaligiga zarar keltiradi. Shamol okean va dengizlardan nam havoni quruqlikka olib keladi, hamda atmosfera gazlarini tarkibini doimiyeligini saqlash bilan birga o'simliklarni namlik bilan ta'minlaydi Shamolni zararli ta'siri shundan iboratki, tuproq ustidagi namlikni bug'lantiradi. Shamol ta'sirida o'simliklar jarohatlanadi. Shamol bo'roni bo'lsa, elektr liniyalar, ko'priklar, yo'llar buziladi, hatto suv toshqini bo'ladi. Yerga o'g'itlar sepish uchun oldindan shamolning yo'nalishini bilish muhimdir. Ko'chatlarni ekkanda ham, qorni to'plash va boshqa qishloq xo'jalik ishlarida shamolni yo'nalishi hisobga olinishi kerak [1]. Ayniqsa mahalliy shamolni hisobga olib qishloq xo'jalik ekinlariga ishlov beramiz.

2. Aniq bir joyda va aniq vaqtda uzluksiz o'zgarib turadigan atmosfera holatini ob-havo deb yuritilishni bilamiz. Ob-havoning davriy va davriy bo'lmagan o'zgarishlari mavjud. Ob-havoning davriy o'zgarishlari bu meteorologik elementlarning sutkalik va yillik o'zgarishlari bilan ta'minlangan o'zgarishlardir. Ob-havoning davriy bo'lmagan o'zgarishlari-bu havo massalarining ko'chishi bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishlardir. Ular meteorologik elementlarning sutkalik va yillik o'zgarishlarining normal borishini buzadi.

Atmosferada juda katta havo massalarini yer sharining bir rayonidan boshqa rayonlariga ko'chiradigan havo oqimlarining murakkab sistemasi mavjud. Yer



sharidagi asosiy havo oqimlarining to'plamini atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi deyiladi.

Troposferaning katta qismida, qutb va tropik kengliklarni e'tiborga olmaganda, 1-2 km balandliklarda havoning g'arbiy ko'chishi afzal, ya'ni havo massalari ko'proq g'arbdan sharqqa ko'chadi. [4]

Havo massalari o'zi vujudga kelgan rayonning xususiyatlariga bog'liq bo'lib, harorat, namlik, chang, bulutlilik kabi parametrlarga bog'liq bo'ladi.

Havo massalari qaysi geografik zonada xosil bo'lishiga qarab quyidagilarga bo'linadi:

1. *Arktikalik (Antarktikalik) - Arktika (yoki Antarktika)da hosil bo'ladi va quyi kengliklarga tomon harakatlanadi.*

2. *Mo'tadil kengliklarda hosil bo'luvchi, shimolga va janubga karab xarakatlanuvchi*

3. *Tropik va subtropik kengliklarda hosil bo'luvchi*

4. *Ekvatorial -yerning ekvator mintaqasida hosil bo'luvchi*

Shu yuqoridagi havo massalarining o'zidan dengiz yoki quruqlik ustida xosil bo'lishiga ajratiladi. O'rta kengliklarda dengiz havo massalari yozda quruqlik havo massasiga nisbatan sovuqroq, qishda esa issiqroq bo'ladi. Ikkita havo massalari oralig'idagi o'tish zonalarini frontal zona yoki frontlar deyiladi. Frontal zona kengligi havo massalarining o'lchamiga qaraganda juda kichik bo'ladi. Frontning yer sirti bilan kesishish chizig'ini front chizig'i deyiladi.

Atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi tizimida atmosfera bosimi past va yuqori sohalar mavjud. Past bosimli sohani siklon deb ataladi. Eng kam bosim siklonning markazida kuzatiladi, uning chekkalarida bosim ortadi. Siklonning markazida bosim ham, havoning harorati markazga tomon yunalgan bo'ladi. Siklonlarning o'lchamlari, har xil bo'lib, kattalarining diametri 1000-1500 km gacha bo'lgan maydonlarni egallaydi. Siklon bir joyda turmaydi. U rivojlanib front bo'ylab siljib boradi. Siklonlar bosib o'tayotgan xududlarning ob-havosiga ta'sir ko'rsatadi. Siklon kelishi bilan shamol bo'ladi, havoning harorati, bosimi o'zgaradi.

Katta bosimli soxani antitsiklon deb ataladi. Eng katta bosim antitsiklon markazida bo'ladi, chekkalariga tomon bosim kamayadi. Antitsiklon diametri 2-3 ming km hududlarni qamrab oladi. Antitsiklon issiq havo massasiga sovuq havo massasining singib kirishidan hosil bo'ladi

Antitsiklon tarqalgan hududlarda asosan havo ochiq bo'lib, bulut kam bo'ladi. Qishda bulutning kam bo'lishi yerdan atmosferaga yo'nalgan energiya oqimini kuchaytirib, yer sirtining sovishiga olib keladi. Shu sababli qishda antitsiklon haroratni pasaytiradi, kuchli sovuq ro'y beradi. Yozda esa antitsiklon yer sirtining kuchli isishiga olib keladi.

Antitsiklonda bulut kam shamolning sust bo'lishi qishloq xo'jalik ekinlarining yetishib pishishi uchun, kuzda esa hosilni yig'ib olish uchun qulay sharoit yaratadi. Lekin antitsiklonning yozda uzoq vaqt bir joyda saqlanib qolishi qurg'oqchilikka sabab bo'lishi ham mumkin. Ob-havoni oldindan aytib berish uchun siklon, antitsiklonlarning harakat yo'lini bilish muhim ahamiyatga ega.

Katta xududlardagi olingan vaqt momentidagi ob-havoning holatini sinoptik xarita yordamida yaqqol tasavvur qilish mumkin.

Meteorologik stansiyalarda kuzatishlar har 3 soatda o'tkazilganda, xaritalarni ketma-ket tuzilganidan va o'zaro taqqoslab borilganidan havo massalarining harakat yo'nalishlarini, siklonlarning rivojlanishi, frontlarning aralashishini va ularga bog'liq bo'lgan yog'inlar zonalarini aniqlash mumkin. Sinoptik haritani tahlil qilib ob-havo o'zgarishini oldindan aytish mumkin.

Savollar va topshiriqlar

1. Shamol deb havoning qaysi yo'nalishidagi harakatiga aytiladi ?
2. Shamolning hosil bo'lishi sababini tushuntiring ?
3. Shamollar yo'nalishini rumlarda qanday ko'rsatiladi ?
4. Kuchli va kuchsiz shamollarning tezliklari qanday chegaralarda o'zgaradi ?
5. Tog'-vodiy shamollari qanday hosil bo'ladi ?

24-Mavzu. Agrometeorologik kuzatishlar va bashoratlar

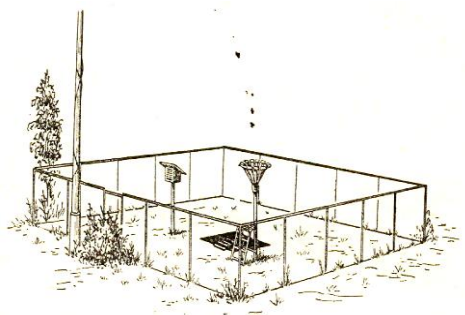
REJA:

1. Agrometeorologik kuzatishlarni o'tkazishga jalb qilingan agro va gidrometeorologik stansiya hamda postlarning asosiy vazifalari
2. Meteorologik stansiya va agrometeorologik postlardagi maydonchalar joylashuvi va ob-havoni kuzatish muddatlari, tartibi
3. Agrometeorologik kuzatish tarkibi va dasturi
4. O'simliklarning holati va mahsuldorligini bashoratlash usullari va muddatlari
5. Vegetasiya davrining issiqlik ta'minoti va uni bashoratlash usullari
6. Qishloq xo'jalik ekinlarining fenologik fazalarini, mahsuldorligini va hosilini bashoratlash usullari

Adabiyotlar [1],[2] [3] [4] [5]

Agrometeorologik kuzatishlar deb o'simliklarning o'sishi, rivojlanish fazalari va hosilining shakllanishini ob-havoning holatiga, meteorologik kattaliklar (havo harorati, namligi, atmosfera yog'inlari va boshqalarning) o'zgarishiga hamda tuproq namligiga bog'lagan holda olib boriladigan kuzatishlar majmuiga aytiladi. Agrometeorologik kuzatishlarning asosiy tamoyili-muvoziyligi (paralelligi) bo'lib, unda agrometeorologik omillarning o'zgarishi va holatini kuzatish bilan barobar qishloq xo'jalik ob'ektlarining (o'simlik, hayvonlar va boshqalar) holatini hamda unumdorlik elementlarining shakllanishidan tortib to so'nggi mahsulot- hosilni yig'ishtirib olishga qadar kuzatish olib borilishi shartdir. Bunday parallel kuzatishlar natijasida ob-havo sharoitlarining ekinlarning o'sishi va rivojlanishiga, zararkunandalar va kasalliklarning tarqalishiga, shuningdek qishloq xo'jalik ishlarini o'tkazish va boshqalar ta'sirini miqdoriy jihatdan ilmiy baholash mumkin. Natijalari agrometeorologik xizmat ko'rsatishda foydalaniladi. Agrometeorologik kuzatishlar o'tkazishning standart shakli faqat yagona «Raxnamo» bo'yicha bayon etilgan uslubga, muddatga va tartibga qat'iyatlik bilan rioya qilinadi. Shuning uchun «Raxnamo» bilan tanishib chiqamiz. Eng avval agrometeorologik kuzatishlar, agrometeorologik stansiya va post deganda nima tushuniladi, shu haqida qisqacha ma'lumot bilan tanishib chiqamiz.

Agrometeorologik kuzatishlarni yanada soddaroq tushuntirsak, bunda bir tomondan ma'lum joyda va vaqtda meteorologik kattaliklar miqdorlari (havo va tuproq harorati, atmosfera yog'inlari va boshqalar) ni kuzatish olib borilsa, ayni shu vaqtda o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi, hosilining shakllanishini ham kuzatish olib borish va barcha belgilab qo'yilgan qoida asosida maxsus kitobchaga



yozi kabi ishlar majmui tushuniladi. Agrometeorologik stansiya - bu regionda, mintaqada, muayyan hududda etishtirilayotgan qishloq xo'jalik ekinlarining agrometeorologik sharoitlarini o'rganuvchi, doimiy (standart), zgidromet yoki GMTI ning maxsus dasturi bo'yicha tadqiqiy ishlarni

bajaradi, tezkor muhim agrometeorologik axborotnomalar bilan zaruriy ma'lumot tayyorlash xizmatini ta'minlaydi. Demak, agrometeorologik stansiya bu majmuy muassasa hisoblanib, uning tarkibida meteorologik stansiya va o'zining maxsus xo'jaliklarida agrometeorologik kuzatish olib boruvchi uchastkalari mavjud. Shuni alohida ta'kidlab o'tishimiz lozimki, mustaqil meteorologik stansiyalarga biriktirilgan xo'jaliklarda ham kuzatishlar o'tkaziladi. 1-rasm. Agrometeorologik postdagi meteorologik

maydonchasi. Meteorologik stansiya. Bu ma'lum talablarga javob beradigan maydonchada joylashgan, kuzatishlar olib boradigan muassasa. Meteorologik stansiya ma'lumotlari ob-havo holatini bilishda va yaqin kunlar uchun ob-havo bashoratini tuzishda asos bo'lib xizmat qiladi. Meteorologik stansiya uch toifaga bo'linadi. I toifali meteorologik stansiya vazifalariga kuzatishlarni o'tkazish va ishlab chiqishdan tashqari, unga biriktirilgan II va III toifali meteorologik stansiya va postlar ishiga texnik



rahbarlik qilish va manfaatdor tashkilotlar, korxonalar, muassasalarga meteorologik sharoitlar haqidagi ma'lumotlar, shuningdek iqlim materiallari bilan xizmat ko'rsatish kiradi. Shuning uchun meteorologik stansiya va uni tasavvur etish uchun quyidagi fotolavhani keltiramiz (1-rasm). 2-rasm. "Toshkent observatoriyasi" meteorologik stansiyaning umumiy ko'rinishi. Agrometeorologik post - bu qisqartirilgan dastur asosida meteorologik va agrometeorologik kuzatuv ishlarni olib boruvchi ixtisoslashtirilgan muassasa. [4] Agro va gidrometeorologik stansiyalarning uslubiy raxnamosida agrometeorologik postlarda havo harorati, yog'inlar va atmosfera hodisalari, qishloq xo'jalik dalalarida fenologik kuzatishlar olib boriladi, ayrim hollarda tuproqning muzlashi va erishi, namligi va harorati aniqlanadi. Agrometeorologik postlarda kuzatilgan materiallardan xo'jalik ishlarini rejalashda, agrotexnik tadbirlar muddatlarini o'tkazishga aniqlik kiritishda foydalaniladi. Agrometeorologik post qanday ko'rinishga ega ekanligini tasavvur etish uchun

quyidagi 2-rasmda agrometeorologik postning tasviri keltirildi O'zgidrometning tarmoqlarida agrometeorologik kuzatishlarni muntazam o'tkazishga quyidagi stansiya va postlar jalb etilgan: - barcha agrometeorologik stansiyalar; .

- qishloq xo'jalik rayonlarida:
- meteorologik;
- gidrologik;
- aerologik stansiyalar va alohida ixtisoslashtirilgan stansiyalar;
- qishloq xo'jalik rayonlarining boshqarmalariga tegishli agrometeorologik postlar;
- qishloq xo'jalik rayonlarida joylashgan meteorologik toifadagi postlar.

Agrometeorologik kuzatishga jalb etilgan stansiya, postlar ro'yxatini va kuzatish ishlarining hajmini O'zgidromet belgilaydi.

Agrometeorologik kuzatishga jalb etilgan stansiya, postlar ro'yxatini va kuzatish ishlarining hajmini O'zgidromet belgilaydi.

Agro va gidrometstansiya, postlarning asosiy vazifalari quyidagilar:

- a) kuzatuvchi faqat o'z ko'zi bilan ko'rgan jabhani, hodisani kuzatishi, o'lchashi va yozishi shart;
- b) gidrometstansiya va postlar joylashgan hududlarda kuzatishlar o'tkazish;
- v) kuzatish natijalarining birlamchi ma'lumotlarini ishlab chiqish;
- g) belgilangan vaqtda agrometeorologik axborotlarni tuzish va tegishli tashkilot, xo'jaliklarga etkazish.

Shuning bilan bir qatorda agro- va gidrometeorostansiya, postlar vazifa - reja bo'yicha muntazam agrometeorologik ta'minot xizmatlarini o'tashlari kerak. Oxirgi bosqichda kuzatuv natijalarini O'zgidrometning arxiviga topshiriladi O'zgidromet kuzatishni o'tkazmaslikka yo'l qo'ymaydi, o'lchashlar uchun faqat soz asboblari ishlatiladi. Kuzatuvchi faqat o'z ko'zi bilan ko'rganini va o'lchaganini yozadi. Begona odamlarning ko'rganlarini, so'zlarini hisob-kitob ma'lumotlarini yozishga ruxsat etilmaydi. Istisno tariqasida xo'jaliklardagi agronom, brigada yoki fermer boshlig'i va ma'sul xodimlarning ma'lumotlaridagi ekinlarning zarar ko'rganini, o'tkazilgan agrotexnik tadbirlarni yozishi mumkin. Bunday hollarda dala kuzatuv kitobiga axborotni qaysi manbadan olganligi yozib qo'yilishi kerak.

2. Meteorologik va agrometeorologik post maydonlari 5x6 m o'lchamli to'g'ri burchak shakldagi joyni, standart meteorologik stansiya kvadrat shaklida 26x26 m er sathini o'z ichiga oladi va atroflari temir to'r bilan o'ralgan bo'ladi. Stansiyada to'liq dastur bo'yicha kuzatish olib borilmasa, masalan tuproq harorati turli chuqurliklarda o'lchanmasa, maydoncha o'lchami 20x16 m gacha kamaytirilishga ruxsat beriladi BMT qoshidagi Jahon Meteorologiya Tashkiloti (JMT) ning tavsiyasiga muvofiq dunyo mamlakatlarida, shular qatorida O'zbekistonda barcha meteorologik budkacha ichidagi termometrlar rezervuarlari er sirtidan 2 m balandlikda o'rnatilgan. [1] Asbob va uskunalar meteorologik maydonchaga joylashtirilganda biri ikkinchisiga ta'sir qilmasligi va soya solmasligiga katta ahamiyat beriladi. Flyuger machtasi, anemorumbometr va shamolni avtomatik tarzda o'zi yozar asboblarni maydonning shimoliy qismida, maydonning o'rta qismida psixrometrik budka va o'zi yozar asboblarni, yog'in o'lchagich, plyuviograf o'rnatilgan bo'ladi. Meteogeliograf, rosograf, tuproq termometrlari bir-biriga soya tushmasligi uchun maydonchani janubiy qismiga o'rnatiladi. Meteorologik maydonchani tuprog'i yopishqoq bo'lsa, kuzatishga boradigan yo'lkanini mayda shag'al tosh (sheben) bilan bosiladi, ammo yo'lkanini asfaltlash yoki betonlashga ruxsat etilmaydi. Budkaga va tuproq termometriga boradigan yo'lka shimol tomondan, geliograf esa janubda bo'lishi va eng muhimi kuzatuv asboblari borishda va kuzatishga vaqtni tejashga imkoniyat yaratilgan. Meteorologik maydon va undagi asbob-uskunalarini navbatchi kuzatuvchi doimo nazorat qiladi. Stansiyaning xizmat xonasi asosan 100-120 m uzoqlikda joylashadi. Xonada, devorga havo bosimini o'lchaydigan maxsus shkaf ichiga joylashtirilgan kosali barometr osib qo'yiladi, havo bosimi tekshirilgan aneroid yoki barograf yordamida ham aniqlanishi mumkin. Maydonchada o'tlar balandligi 20 sm dan oshgan bo'lsa o'rib tashqariga chiqarib tashlanishi lozim. Qishda qor qoplamini, ayniqsa (tuproq termometri joylashgan erda) tabiiy holatda saqlanadi. Qorni maydonchadan chiqarib tashlash yoki bahor davrida suniy ravishda erishini tezlashtirishga ruxsat etilmaydi. Budkaning tepasi, yon tomoni va yog'in o'lchagich tayoqcha (reyka) si kuzatishdan oldin maydonchani aylanib chiqish vaqtida qordan tozalanadi. Meteorologik stansiya va agropostlar maydonchasiga kirish eshigi asosan shimol tarafda bo'lishi, lekin istisno tariqasida eshik sharq yoki g'arbda bo'lishi ham mumkin va yopiq qulflanadigan holda saqlanishi lozim. Meteorologik maydonchaga o'rnatilgan asboblarni yordamida asosiy meteorologik kattaliklarga: quyosh radiyasiyasi, havo harorati va namligi, tuproq harorati, bulutlik, tuman, bug'lanish va atmosfera hodisalari, changli bo'ron, tuman, momaqaldiroq, sel, garmsel, jala, do'l, izg'irin va boshqalar bo'yicha kuzatuvlar o'tkaziladi va maxsus daftarchaga yozib boriladi. Barcha stansiyalarda havo harorati va namligi, havo bosimi, shamol tezligi va yo'nalishi, tuproq harorati, ko'rinuvchanlik va bulutlilik va boshqalarni kuzatishlar sutka davomida

mida 8 marta ya'ni har 3 soat (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 va 21) da o'tkaziladi. Yog'inlar yig'indisini o'lchash 12 soat oralig'ida (3-15 va 15-3 soat) kuzatiladi. Kunduzlik va yarim kechadagi yog'in miqdori ajratib kuzatish vaqti soat 3 va 15 deb belgilangan, hamda tuproqning yuzasi qanday holatda ekanligi qayd etiladi. Stansiya va postlarda kuzatish tartibi va muddatiga oid maxsus dastur mavjud. Meteorologik stansiya ma'lumotlari son qiymatlari ko'rinishida maxsus kod telegrammasi tuzilib O'zgidromet tarkibidagi «Meteoinfosistem» tizimiga kelib tushadi. Rasshifrovkalanagan telegramma ma'lumotlarini mutaxassislar qayta ishlab O'zbekistonning barcha xalq xo'jaligi turli tarmoqlarida foydalanish uchun stansiyalardan olingan ko'p yillik meteorologik kattaliklar ma'lumotlari asosida hududlar iqlimiga oid ilmiy-amaliy bildirgich-ma'lumotnomalar tayyorlanadi. Bunday ma'lumot ayniqsa qishloq xo'jaligi uchun juda muhim manba bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, agro va gidrometeorologik stansiya va postlarda meteorologik kattaliklar va hodisalarni kuzatishga oid materiallar to'plash, tahlil qilish va ulardan foydalanish amalga oshiriladi.

3. Qishloq ho'jalik ekinlari va chorvachilik sohasida asosiy agrometeorologik kuzatishlar hamda o'lchashlar tarkibiga quyidagilar kiradi:

- o'simliklar rivojlanishini aniqlash uchun fenologik kuzatishlar;
- o'simliklar qalinligi va bo'yini o'lchash;
- ekinlarning meteorologik hodisalar (qora sovuq, qurg'oqchilik, do'l, kuchli shamol va boshqalar) dan zarar ko'rishi;
- zararkunandalardan zarar ko'rishi va kasallanishi;
- yig'ish-terishda noqulay ob-havo sharoitlari tufayli o'simliklarning yotib qolishi;
- qishloq xo'jalik ekinlarining asosiy holatini baholash;
- qishloq xo'jalik ekinlarini mahsuldorlik elementlari va hosilini aniqlash;
- barcha dala ishlarini kuzatish va ob-havo ta'sirini baholash;
- qoramol va qorako'l qo'ylarini boqishda yaylov sharoitlarini hisobga olgan holda kuzatish;
- qishda kuzgi don ekinlari va mevali daraxtlar holatini kuzatish;
- bog'larda va kuzgi don ekinlari dalalarida harorat, qor qoplami, tuproqning muzlashi va erishini kuzatish;
- asosiy ekinzorlarda va yaylovlarda tuproqning turli chuqurligida namligi-

ni aniqlash. Bunda tuproq namligi oddiy koʻz bilan kuzatiladi va asboblarda yordamida aniqlanadi;

- qishdagi sovuqning taʼsirini aniqlash: a) kuzgi bugʻdoy ekilgan maydonlardan 30x30 sm yuzali, balandligi 15-20 sm boʻlgan tuproq qatlamini issiq xonaga koʻchirish, yaxi erigandan soʻng tirik va nobud boʻlgan oʻsimliklar sonini hisoblash; b) mevali daraxtlarni 1 yoki 2 yoshdagi novda shoxchasini xonada suvli idishga solib kuzatish.

Yuqorida keltirilgan agrometeorologik kuzatishlar va oʻlchashlar butun MDH mamlakatlari, shular qatorida Oʻzbekistondagi stansiya va postlarda qabul etilgan yagona uslubda «Raxnamo» dan foydalanib agrometeorolog xodimlar tomonidan bajariladi. Agro va gidrometstansiyalarda, postlarda meteorologik kuzatish olib borilishi majburiydir.

Gidrometstansiya va postlarda quyidagi asosiy standart agrometeorologik kuzatishlar olib boriladi:

Yilning iliq-issiq davrida

1. Haydalma tuproq qatlamining harorati.
2. Sholi paykalidagi suvning harorati.
3. Qishloq xoʻjalik ekin dalalarida yogʻinlar.
4. Tuproq yuqori qatlamining namligi (oddiy kuzatish-vuzual tarzda). Tuproq qatqalogʻi.
5. Tuproqda ildiz joylashgan qatlamdagi namlik (asbob yordamida).
6. Qishloq xoʻjalik ekinlari, oʻt, daraxt va butazorlarning rivojlanish fazalari.
7. Ekinlarning holati: oʻsimlikning zichligi, boʻyi, begona oʻt bosganligi; nomaqbul meteorologik hodisalardan, hashoratlardan zararlanganligi va kasalligi, yotib qolganligi hamda oʻsimlikning umumiy holatini sifatiiy va miqdoriy baholash.
8. Mahsuldorlik elementlarining shakllanishi, oʻsimlik massasining ortishi, ekinlarning hosili.
9. Dalada oʻtkazilayotgan turli-tuman tadbirlar va hayvonlarni (qoramollarni) oʻtlatishni kuzatish.

Yilning sovuq davrida

10. Kuzgi ekilgan ekinlarni tuplanish-bachkilanish (poyaning pastki qis-

mlaridan bachki poyalarni o'sib chiqish joyida), ko'p yillik o'tlar, mevali daraxtlarning ildiz qismidagi tuproq harorati.

11. Tuproq qatlamining muzlagan va erigan chuqurligi (asbob yordamida).
12. Qishlaydigan dala ekinlari va mevali daraxtlar.
13. Qishlaydigan ekin dalalaridagi va mevali daraxt dalalaridagi qor qoplamasi.
14. Ildiz joylashgan tuproq qatlamlarning namligi (asbob yordamida).

Ilova: Qishloq xo'jalik tumanlari boshqarmalariga tegishli agrometeorologik postlarda № 8, 14 raqamlarda belgilangan kuzatishlar o'tkazilmaydi; meteorologik postlar birinchi toifada bo'lsa № 2, 3, 8, 10, 11, 14 va ikkinchi toifadagilarida esa № 2, 3, 5, 8, 10, 11, 14 raqamda ko'rsatilgan agrometeorologik kuzatishlar o'tkazilmaydi.

4. *Agrometeorologik bashorat*—bu kutilayotgan agrometeorologik sharoitlarning qishloq xo'jalik o'simliklari holati va mahsuldorligiga ta'sirini ilmiy asosda oldindan aytishdir.

O'zbekistonda agrometeorologik bashoratlar Gidrometeorologiya xizmati markazi tomonidan tuziladi.

Agrometeorologik bashoratlarni oldindan tuzish muddati 1 oydan 3 oygacha bo'lishi mumkin. Uzoq muddatli agrometeorologik bashoratlar esa 3 oydan 6(7) oygacha oldindan tuziladi.

Uzoq muddatli bashoratlashga vegetasiya davrining issiqlik ta'minot bashorati misol bo'la oladi. Agrometeorologik bashoratlar mazmuniga qarab 5 ta guruhga bo'linadi.

1. Qishloq xo'jalik ekinlari hosilining shakllanishiga, dehqonchilik va chorvachilikda turli ishlarni o'tkazishga ta'sir qiladigan agrometeorologik sharoitlar bashoratlari. Bu guruhga: vegetasiya davrining issiqlik va namlik bilan ta'minlanganligini aniqlash bashoratlari, tuproqdagi samarali namni aniqlash bashoratlari, dala ishlarini boshlash va ekinlarni eng maqbul muddatlarda ekish bashoratlari kiradi.

2. Fenologik bashoratlar. Ularga: qishloq xo'jalik ekinlari rivojlanishi asosiy fazalarining boshlanish muddatlari bashoratlari, qishloq xo'jalik ekinlari zararkunandalari va kasalliklarining paydo bo'lishi va rivojlanishi bashoratlari kiradi.

3. Asosiy qishloq xo‘jalik ekinlari hosildorligi va hosil sifati bashoratlari.

4. Kuzgi don ekinlarining, ko‘p yillik o‘tlar va mevali daraxtlarning bahordagi holati bashoratlari.

5. Ayrim agrotexnik va meliorativ tadbirlarning samaradorligi bashoratlari. Biz mazkur kitob hajmida barcha turdagi agrometeorologik bashoratlarni bayon qilish imkoniyatiga ega emasmiz. Shuning uchun ular orasidan eng soddalarini va eng ko‘p qo‘llaniladiganlarini qaraymiz. Agrometeorologik bashorat qilish yoki ehtimolligini oldindan ma’lum muddatga miqdoriy mulohazalash – bu muayyan hududda yuzaga kelgan va kutilayotgan agrometeorologik, agroiqlimiy va tuproq sharoitlarining hamda o‘simliklarning o‘zidagi biologik

va xo‘jalik xususiyatlarini inobatga olinishi bilan barobar qishloq xo‘jalik ekinlari va tabiiy yaylov o‘simliklarining kelgusidagi holati va mahsuldorligi orasida uzviy aloqadorlikka asoslangan ilmiy-amaliy bilimlardir.

Agrometeorologik bashoratlar usullarining ilmiy asosini fizikaviy yoki biologik asoslangan, o‘simliklarning o‘sish, rivojlanish va mahsuldorligining ko‘p omilli bog‘liqligi miqdoriy ifodalangan yoki kutilayotgan kattaliklarni turlicha muddat bilan oldindan hisoblash imkonini beradigan, tuproq-o‘simlik-atmosfera tizimida yuzaga kelgan va kutilayotgan agrometeorologik sharoitlarga bog‘liq jarayonlar tashkil etadi. Agrometeorologik bashoratlar usullarini ishlab chiqishda asosiy e’tiborni biror aniq hududdagi o‘simliklar vegetasiyasining turli davrlarda agrometeorologik sharoitlar majmuasidan eng ahamiyatli va cheklovchi omillarni tanlashga qaratiladi.

Bunda eng ahamiyatli omillardan birinchi navbatda sekin o‘zgaradigan, ammo kelgusida qishloq xo‘jalik o‘simliklari hosilining shakllanish sharoitlarini aniqlaydigan omillar hisobga olinadi. Bunday omillarni *inersion omillar* deb yuritiladi. [3]

Inersion omillarga: tuproqning bir metrlik qatlamidagi samarali nam zahiralari, o‘simliklar holati, yuza birligidagi o‘simliklar soni, barg yuzasi va o‘simlik balandligi, qor qoplamining balandligi, o‘simliklar qishlovidan keyin saqlanib qolgan o‘simliklar soni va boshqalar kiradi. Agrometeorologik omillardan eng ahamiyatlisini tanlashni yaxshi tushunish uchun ushbu misolni keltiramiz.

Bahor boshlanishiga tuproqdagi samarali nam zahirasini bashoratlashda eng ahamiyatli omillarga tuproqdagi samarali namning kuzdagi zahirasi, qish davrida yoqqan yog‘inlar miqdori yoki qordagi suv zahiralari kiradi.

Ma’lumki, namlik bilan etarlicha ta’minlanganda o‘simliklarning rivojla-

nish tezligi haroratning aniq chegaralarda ortishi bilan kuchayadi. Shuning uchun qishloq xo‘jalik o‘simliklari rivojlanish fazalarining boshlanishini bashoratlashda fazalararo davrdagi o‘rtacha harorat, faol harorat yoki samarali haroratlar yig‘indisidan foydalaniladi. O‘zbekistonning qurg‘oqchil rayonlarida qishloq xo‘jalik ekinlari hosilining shakllanishi uchun eng ahamiyatli inersion omil tuproq namligi bo‘lsa, namlik etarli hududlarda esa eng ahamiyatli omil sifatida havo va tuproq harorati olinadi. G‘o‘za rivojlanishida shakllangan ko‘saklar sonini ham inersion omil qatoriga qo‘shish mumkin. Chunki g‘o‘za shonalashi davrida har tup g‘o‘zada dastlab kam ko‘sak shakllangan bo‘lsa, keyinchalik rivojlanish uchun eng maqbul sharoitda ham tupdagi ko‘sak soni ortmaydi, natijada hosildorlik kam bo‘ladi. Agrometeorologiyada turli turdagi agrometeorologik bashoratlardan: matematik-statistik, dinamika-statistik, sinoptik-statistik va boshqalardan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda agrometeorologiyada o‘simliklarning fenologik, mahsuldorlik elementlari va hosildorligini bashoratlashda, yuqorida aytib o‘tilganidek, korrelyatsiya nazariyasiga asoslaniladi va o‘zaro bog‘lanishlarni miqdoriy shaklda ifoda etish qo‘llaniladi. Shuning uchun ham xorijiy davlatlarning bu sohadagi va respublikamizdagi GMITI agrometeorologik ta‘minotlarni amalga oshirish usulining nazariy-ilmiy-amaliy negizida oddiy va murakkab matematik-statistik yoki modellash usullari yordamida topilgan tenglamalar, mezonlar, agrometeorologik ko‘rsatkichlardan bashoratlash uchun foydalaniladi. Ular matematik-statistik, dinamika-statistik, fizika-statistik, sinoptik-statistik usullar asosida topiladi. Shular orasida eng ko‘p tarqalgan va bashoratlashda ishlatishga qulay bo‘lgani matematik-statistik usuldir. Uni ilmiy adabiyotlarda «ochiq model» deb ham yuritiladi. Bu usulning amaliyotda ko‘p qo‘llanish sababiga yana bir ilmiy nazardan qaralsa, boshqa qolgan barcha murakkab matematik modellarni tuzishda va ularning soniy qiymatlarini topishda ham «ochiq model» orqali topilgan soniy qiymat natijalariga asoslanadi. Buni tasavvur etish uchun quyidagi 16.1-rasm keltirildi. Bu haqida ilmiy tushunchaga ega bo‘lish juda muhim va olingan agrometeorologik ma‘lumotlarda bashorat usullarini ishlab chiqish va uni amaliyotda oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi. Bunday tadqiqiy ishlarni va bashoratlash usullarini O‘zgidromet tarkibidagi GMITI ning ilmiy mutaxassis agrometeorologlari bajardilar. [3]

Shuni ta’kidlab o‘tamizki, hozirgi vaqtda Hidrometeorologik ma‘lumotlar bilan ta‘minlash xizmatining agrometeorolog mutaxassislari o‘simliklarning fenologik, mahsuldorlik elementlarini, hosildorligini bashoratlash uchun O‘zgidromet va GMITI tomonidan chop etilgan maxsus turli uslubiy va qo‘llanma hujjatlar bilan ta‘minlanganlar. Quyida ayrim bashoratlash usullari haqida to‘xtalib o‘tamiz

5. Qishloq xo'jaligi ekinlarini etishtirish uchun hududlarning issiqlik bilan ta'minotini bilish juda katta ahamiyatga ega. Chunki ekin navlarini tanlash va ularni ekishdan to hosilini yig'ib-terib olishgacha ma'lum miqdorda issiqlik talab qilinadi. Tanlangan hududda issiqlik etarlimi degan savol amaliyotda tez-tez uch-rab turadi. Agar mo'ljallangan ekin uchun issiqlik ta'minoti etarli bo'lmasa uni ekish tavsiya etilmaydi yoki ortiqcha bo'lsa, bu ortiqcha issiqlik ta'minoti ikkilam-chi ekinlarni etishtirib olguncha etarli bo'ladimi degan savollar yana paydo bo'ladi. Ma'lumki, issiqlikning manbai Quyoshdir. Hozirgi davrda O'zbekiston hududida quyosh radiyasiyasini sutka davomida har 3 soatda tinimsiz o'lchash ishlari 7 ta me-teorologik stansiyalar bo'yicha aktinometrik kuzatishlar bilan bir vaqtda meteorolo-gik kuzatishlar ham olib borilmoqda Respublikamiz hududida havoning harorati-ni o'lchash ishlari esa barcha agro va gidrometeorologik stansiyalarda o'tkaziladi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida vegetasiya davrining issiqlik ta'minotini ba-holash uchun oldingi boblarda aytib o'tilganidek, uni tavsiflovchi faol haroratlar yig'indisi va samarali havo haroratlari yig'indisidan foydalaniladi. O'simliklarning issiqqa bo'lgan talabchanligi unda biologik jarayonlar tufayli organizmda shak-llangan nasli-irsiyati va birlashtirilgan seleksiya navi xususiyatlariga bog'liq. Qishloq xo'jalik ekinlari bir-biridan issiqsevarligi, sovuqqa chidamligi (sovuqbardoshligi) va boshqa xususiyatlari bilan farqlanadi. Masalan g'o'za, sholi issiqsevar o'simliklar qatoriga qo'shilsa, sovuqbardoshligiga esa - bug'doyning sovuqqa chi-damli navlari va karamning ba'zi navlari misol bo'ladi. Vegetasion davr bu o'simlikning hayot faoliyatining davomiylik davri, yilning bir qismi hisoblanadi. Davomiylik kun hisobi yoki havo haroratining musbat yig'indisi bilan o'lchanadi. Turli-tuman o'simliklar har-xil vegetasion davrga ega va ular bir-biridan davr da-vomiyligini o'tishi bilan farqlanib turadi. O'simliklarning vegetasiya davri davo-miyligi ob-havo va agroiqlimiy sharoitga qarab yildan-yilga o'zgarib turadi. Kuzda ekilgan bug'doyning vegetasiya davri ikki yil oralig'ida o'tadi va sovuq qish davri uni to'xtatib qo'yadi, yangi yilning bahorida yana vegetasion davr tiklanadi va yozda esa ekin pishib etiladi. Bahordagi kech qora sovuqning bo'lishi, kuzda esa sovuqning erta tushishi natijasida o'simliklarning vegetasiya davri davomiyligi ak-sariyat holatda qisqaradi. Quruq mavsumiy davr boshlanganda ko'pchilik o't o'simliklarining vegetasiya davri, ayniqsa cho'lda va tuproqning samarali nam za-hirasi tugagan sharoitdagi boshqa yerlarda, nisbatan olganda rivojlanish tinim ho-latga o'tadi. Agroiqlimshunoslikda umumiy vegetasiya davrining issiqlik ta'minoti deganda havo haroratining bahorda 5, 10, 12, 15°C dan turg'un ko'tarilish sanasi-dan tortib to kuzda barqaror pasayish sanalari oralig'ida to'plangan davr davomi-yligi, faol havo harorat yig'indisi va samarali havo yig'indisining miqdori tushuni-ladi. O'simliklarning turi juda ko'p bo'lganligi sababli bir tomondan umumiy qilib issiqlikka bo'lgan talabini bahorda ekin ekilgan sanadan boshlab to hosilni terib

olgunga qadar to'plangan havo haroratining 10°C dan yuqori miqdori yig'indisi yoki boshqacha aytgan samarali havo haroratlari yig'indisidan foydalaniladi.

16.1-jadvalda O'zbekiston Respublikasi bo'yicha vegetasiya davri uchun 10°C dan yuqori samarali havo haroratlari yig'indisining o'rtacha (m), maksimal (max) va minimal (min) qiymatlari keltirildi. Ulardan hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligiga xizmat ko'rsatishda foydalanilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi bo'yicha vegetasiya davri uchun 10°C dan yuqori havo haroratlarining yig'indisi (A. Q. Abdullaev ma'lumoti)

GM S va postlar	$\Sigma t_{s>10^{\circ}\text{C}}$			GM S, postlar	$\Sigma t_{s>10^{\circ}\text{C}}$		
		m	ax		m	ax	in
Toshkent	298	2	671	Dahbed	2	502	988
Dalvarzin	399	2	700	Kattaqo'rg'on	2	772	209
Qovunchi	304	2	660	Samarqand	2	519	014
Ko'korol	269	2	415	Navoiy	2	825	368
Tuyabo'g'iz	271	2	760	Buxoro	2	979	323
Sirdaryo	282	2	604	Qorako'l	2	083	559
Oqoltin	322	2	633	Qarshi	2	098	629
Yanguier	733	2	833	G'uzor	2	093	705
Jiz-zax	557	2	738	Shahrisabz	2	834	392
Do'stlik	529	2	747	Termez	3	263	885
Qo'qon	461	2	978	Devonov	2	010	412
Farg'ona	363	2	623	Shehrobod	3	453	032
Fedchenko	369	2	524	Sho'rchi	2	863	498
Namangan	440	2	685	Urganch	2	687	160

Pop	558	734	370	Xiva	367	840	260
Kosonsoy	075	459	802	Nu-kus	302	765	191
An-dijon	404	578	213	Qo'ng'irod	054	564	986
Sa-voy	122	224	870	Chi-mboy	075	556	998
Na-sriddinbek	357	503	199	Tax-iotosh	354	794	214
Yu-bileynaya	443	547	234				

Akademik F.F.Davitaya tomonidan issiqlik ta'minotini bashoratlash usuli taklif etilgan. [3] Usulning negizida faol haroratlar yig'indisi bilan bahorda havo haroratining 10°C dan barqaror ko'tarilish sanasiga miqdoriy bog'liqligi asos qilib olingan. Vegetasiya davrining issiqlik ta'minotini bashoratlash ma'lumotidan ekinlarni tanlash va joylashtirish, o'simliklar orasidagi tashqi muhitni yaxshilash, agrotexnik tadbirlarni rejalashtirish, umumiy bug'lanishni aniqlash, sug'orish me'yoriga tuzatish kiritish, hosilni yig'ishtirish muddatlarini aniqlash, shular qatorida amaliyot uchun juda muhim bo'lgan hosilni bashoratlashda foydalanish mumkin. Bahorning boshlanish indeksi sifatida shartli ravishda havo haroratining bahorda 10°C dan barqaror ko'tarilish sanasi qabul qilingan. Agarda bu sana qanchalik erta qayd etilsa vegetasiya davrida haroratning yig'indisi ham ko'p to'planadi, ammo kech kuzatilsa ya'ni bahorda harorat past kelib cho'zilib ketsa - aksincha bo'ladi. Demak, bahor mavsumining xususiyatiga qarab vegetasion davrning alohida olingan ma'lum qismi bir-xil bo'lmaydi. Bu jarayonni e'tiborga olgan holda agrometeorologlar davrni ikki qismga bo'lishgan. Bahorda havo haroratining 10°C dan barqaror o'tgan sanasidan boshlab 4 ta oyni davrning birinchi qismiga, qolgan oylarni esa davrning ikkinchi qismiga ajratishgan va bashoratlash usulini ishlab chiqib butun vegetasiya va uni qismlarga bo'lgan holatda kelajakdagi vegetasiya davrining davomiyligi, hamda havo haroratini yig'indisini hisoblab topish mumkinligini isbotlashgan. Buni tasavvur qilish uchun quyidagi rasmni ko'rsatamiz. Buxoro meteostansiyasida umumiy vegetasiya davr davomiyligi (2-rasm, a) va to'plangan haroratlar yig'indisining (2-rasm, b) bahorda havo haroratining 10°C dan barqaror o'tish sanasi bilan bog'liqlik grafigiga (chizmasiga) nazar tashlasak havo haroratining 10°C dan o'tishi qanchalik oldinroq boshlansa davr davomiyligi va haroratlar yig'indisi shunchalik ko'p bo'lishini ko'rsatib turibti. [4]

Agarda muayyan yilning bahorida havo haroratining 10°C barqaror o'tish

sanasiga oid haqiqiy ma'lumotlar masalan, Buxoro stansiyasida ma'lum bo'lsa unda 2-rasmdan foydalanib ularga mos ravishda vegetasiya davrning davomiyligi va havo haroratining yig'indisini bashoratlash mumkin. Misol: Buxoro meteorologik stansiya ma'lumoti bo'yicha havo haroratining bahorda 10°C dan turg'un o'tishi 10-mart kuni kuzatilgan.

2-rasm, a dan foydalanib absissa o'qidan to'g'ri koordinasion maydondagi chiziqliqacha tikka tutashguncha olib boramiz. Chap tarafdin esa ordinata o'qidan qancha miqdorga tengligini bilib olish mumkin. Bizning misolimizda bu vegetasion davr davomiyligi 242 kunni tashkil etadi. Bahordagi xuddi shu sana uchun shu usulda 2-rasm, b dan haroratlar yig'indisi topiladi, ya'ni 5100°C ni tashkil etadi. Agarda bizga vegetasion davrdagi samarali haroratni bashoratlash lozim bo'lsa uni sodda usulda topish taklif etilgan. Buning uchun 240 kunni 10°C ga ko'paytiramiz va natijasi 2400°C ga teng bo'ladi. Endi umumiy vegetasiya davridagi harorat yig'indisi (5100°C) dan 2400°C ni ayirib tashlaymiz. Vegetasiya davri uchun samarali haroratning yig'indisi 2700°C ni tashkil etadi. Topilgan natijani 1-jadval ma'lumotlari bilan solishtirib, ekinlarning issiqlik bilan ta'minlanganligini aniqlaymiz.

Shuni alohida ta'kidlash joizki O'zgidrometning agrometeorolog bashoratchilari ixtiyorida barcha meteorologik stansiyalarda kutilayotgan vegetasiya davrning davomiyligi va havo haroratlari yig'indisini hisoblab topish uchun maxsus raxnamolar, qo'llanmalar mavjud bo'lib ulardan qishloq xo'jaligiga xizmat qilishda foydalaniladi. Bunday raxnamo, qo'llanmalarning negizida esa, yana eslatib o'tamiz, matematik-statistik usuldan foydalanib maxsus tenglamalarning soniy ko'rsatkichlari orqali ifodalangan va bashoratlash usulini bayoni misollar asosida, shular qatori issiqlik ta'minotini bashoratlash ham yoritilgan bo'ladi.

6. Dehqonchilikda o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi, mahsuldorlik elementlari va hosildorligini shakllanishiga ta'sir etuvchi omillar ko'pdir. Italiyalik olim Assi hosildorlikning shakllanishiga 514 ta omil ta'sir etadi deb hisoblaydi. Lekin bu omillarning asosiylari: yorug'lik, harorat, namlik va mineral ozuqa moddalar hisoblanadi. Bashoratlash usullarini ishlab chiqishda bu asosiy omillar va inersion biometrik parametrlardan foydalaniladi.

6.1. Agrometeorologik bashoratlarning turlari juda ko'p va ular orasida fenologik bashoratlar muhim o'rinni egallaydi. Fenologik bashoratlarga bahorda dala ishlarining boshlanish muddatini, kuzda esa hosilni yig'ib-terib olishga oid bashorati, o'simliklarning asosiy rivojlanish fazalariga kirish muddati bashorati kabilar kiradi. Aksariyat fenologik bashoratlar muddati yuqori darajada to'g'ri chiqadi.

Buning sababi esa ayrim vaqtlarda ob-havo o'zgarishlariga bog'lanmagan holda dastlabki holatning o'zni juda katta ahamiyatga ega bo'ladi. Aytarli har bir agrometeorologik bashorat o'zida fenologik elementlarni bashoratga oladi ya'ni qishloq xo'jalik ekinlarining asosiy rivojlanish fazalariga kirish sanalarini qamrab olgan bo'ladi. O'simliklar vegetasiyaning turli davrida ob-havo va iqlim elementlariga talabchanligi bir xil bo'lmaydi.

Namlik ta'minot sharoiti yoki mahsuldorlik elementlari va hosilning shakllanishini baholashda o'simliklarning fazalararo davrlari qaysi kutilayotgan ob-havo sharoitlariga to'g'ri kelishini aniqlashni taqozo etadi. Mevali daraxtlarning gullash muddati, qishloq xo'jalik ekinlarining pishib-etilishi kabi mustaqil fenologik bashoratlar ham tuziladi.

Bundan oldingi boblarda turli o'simliklarning fazalararo haroratga bo'lgan talabchanlik ko'rsatkichlari batafsil ko'rib chiqilgan va jadvallarda keltirilgan miqdoriy ko'rsatkichlardan foydalangan holda fenologik bashoratlar tuziladi. Hozirgi vaqtda qishloq xo'jalik ekinlarining asosiy rivojlanish fazalariga kirish sanalarini va fazalararo davrlarning davomiyligini aniqlashda keng ko'lamda ikkita usuldan foydalaniladi. Birinchi usul - faol harorat yig'indisi va ikkinchi usul - samarali harorat yig'indisi. Birinchi usulda haroratni hisoblaganda o'simlik uchun ma'lum bo'lgan biologik minimumdan pastda bo'lgan kunlar hisobga kiritilmaydi. Rivojlanish fazalarining kutilayotgan sanalarini faol harorat yig'indisi orqali hisoblash usuli soddagina: buning uchun dastlabki ma'lumot, masalan, ekinni ekish sanasi, unib chiqish yoki g'unchalash, gullash sanalari, mevali daraxtlarning gullash fazalari sanasini hisoblashda havo haroratining 5°C dan turg'un o'tish sanasi kabilarni bilish kerak. O'simlikning faol haroratlar yig'indisiga talabini hisoblashda yangilishmaslik kerak, bunda o'simlikning biologik noli, ya'ni haroratning o'simlik uchun pastki qiymatiga e'tibor qaratib hisoblash zarur. Agarda faol harorat uchun har kundagi o'rtacha sutkalik harorat qo'shib borilsa, samarali harorat yig'indisi esa har kundagi o'rta sutkalik haroratdan o'simlikning biologik noli (pastki harorati) ni ayirib tashlanadi va topilgan qiymatlarni qo'shib aniqlanadi. Masalan, ma'lum o'simlik uchun biologik nol, ya'ni pastki harorat 10°C bo'lsa, meteorologik ma'lumotda havo haroratining o'rtacha sutkalik harorati bir kunda $12,5^{\circ}\text{C}$ bo'lsa, bunda $12,5^{\circ}\text{C}$ dan 10°C ni ayirib tashlaymiz. Natijada bir sutkalik samarali harorat $2,5^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'ladi. Har kundagi sutkalik havo haroratidan biologik nolni ayirib natijalarni qo'shilsa bu bashoratni tuzishda kerak bo'ladi. Qo'yilgan vazifaga, qaysi o'simlik uchun bashorat tuzilayotganligiga e'tiborni qaratib, yuqorida aytilgan sanalardan boshlab havo haroratining sutkalik miqdori har kunligini qo'shib boriladi. Shuni alohida qayd etish kerakki, turli o'simliklarni u yoki bu fazalari uchun talab qilinadigan harorat-juda ko'p agrometeorologik

ko'rsatkichlar yordamida topilgan. Bashorat tuzishgacha bo'lgan davrda haqiqiy havo haroratining o'rtacha sutkalik yig'indisini qo'shib olinadi.

So'ng keyingi davr uchun haroratni ko'p yillik qiymatidan yoki kutilayotgan haroratni prognostik qiymatini qo'shib hisoblanadi. O'simlik uchun talab qilinadigan harorat ilgaridan ma'lum bo'lgan bo'lishi hisob-kitob qilinganda katta e'tibor bilan qaraladi va agrometeorologik ko'rsatkich miqdoriga, hisoblanayotgan havo haroratining yig'indisiga teng kelish bilan hisoblash tugatiladi. Hisobdagi havo haroratining yig'indisi topilgan sanani ertasidan boshlab o'simlikni u yoki bu fazasiga rivojlanishiga kirgan sana hisoblanadi. Demak, faol harorat yig'indisini osongina faqat o'rtacha sutkalik havo haroratini qo'shish bilan hisoblansa, samarali havo harorati qo'shimcha yana hisoblashga pastki harorat qiymatni ayrim tashlashga to'g'ri keladi. Talab qiladigan harorat yig'indisi to'planguncha qo'shib borish natijasida samarali haroratlar yig'indisi topiladi.

6.2. Hozirgi vaqtda o'zimizda va taraqqiy etgan xorijiy davlatlarda qishloq xo'jalik ekinlarini parvarishlashda va yuqori hosil etishtirish texnologiyasini bajarishda hosildorlik miqdorini bashoratlash birinchi o'ringa qo'yilgan. Hosilni bashoratlash usulini yaratishda eng avval unga ta'sir etuvchi omillarning ko'pligi, ahamiyatliligi va vaqt bo'yicha o'zgaruvchanligini, inersion belgilarini bilish muhimdir. O'zgaruvchan va belgilovchi omillarni quyidagi guruhlariga bo'lish mumkin:

1. Barqaror omillar. Geografik o'rni, tuproqning mexanik tarkibi, o'simlikning biologik xususiyati.

2. Hosilning yildan-yilga oshib borishiga ta'sir etuvchi omillar (etishtirish texnologiyasini takomillashtirish, samarali o'g'itlarni solish, meliorasiya ishlarini tubdan yaxshilash, mexanizasiyalashtirishni rivojlantirish).

3. Hosil miqdorining shakllanishiga ijobiy yoki salbiy ta'sir etuvchi omillar. Bunga meteorologik omillar, tuproq namligi, agrotexnika tadbirlari va tashkiliy-xo'jalik ishlarini ko'rsatish mumkin.

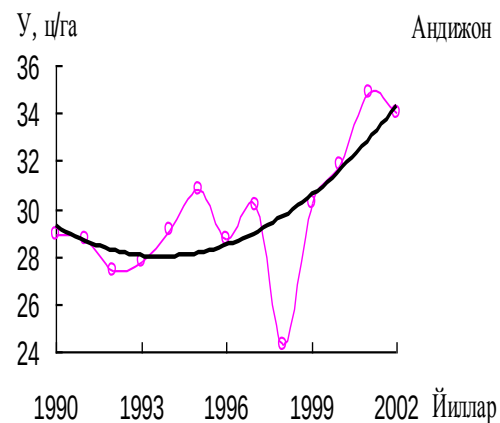
4. Hosil miqdorini belgilovchi inersion biometrik parametrlar (o'simlik bo'yi, hosil shoxchalar soni, barg sathi) va mahsuldorlik elementlari (shakllangan ko'saklar soni, ularning ochilishi, terimga tayyorligi).

Amaliyotda hosilni bashoratlash usulini yaratish uchun birinchi navbatda materiallar ta'minotiga e'tibor beriladi va hududning geografik o'rni, o'simlikning biologik xususiyati hisobga olingan holda asosiy prediktorlar sifatida yuqoridagi 3 va 4 guruhlar orasidan muhim omillar korrelyasion bog'lanish tahlili asosida tanlab

olinadi.

Paxta hosilining alohida dalalar, xo'jaliklar, tuman va viloyatlar uchun uzoq muddatli bashoratlarini tuzish juda muhim amaliy masalalarni hal etishda

hosilni vaqtida terish va yig'ishtirib olish, terim mashinalarini, ayniqsa ularni odam kuchi kam viloyatlarda to'g'ri taqsimlash, hosilni eksport qilishni rejalashtirishda kerak bo'ladi.



O'rta Osiyo respublikalarida paxta hosilini bashoratlashning dastlabki usulini birinchi marotaba XX asrning 70-yillarida F.A. Mo'minov, V.V. Karnauxova, A.Q. Abdullaevlar tomonidan ishlab chiqilgan va viloyatlarda paxtaning o'rtacha hosilini hisoblash g'o'zada shakllangan ko'saklar sonini va bir dona ko'sak ichidagi paxtaning o'rtacha «shartli» vaznini yoki bo'liqligini aniqlashga asoslangan. Paxtaning *shartli vazni* deganda viloyatlardagi o'rtacha hosil miqdorining ko'saklar soniga bo'lingan qiymati tushuniladi. Mantiqan o'rtacha hosilning oshishi bir dona ko'sakdagi paxta o'rtacha vaznining va yuza birligidagi ko'saklar o'rtacha sonining oshishiga bog'liq deb tasavvur qilish mumkin. Bunday holatda hosil ikki o'zgaruvchan miqdor yig'indisi emas, balki ko'paytmasi natijasi bo'ladi. hosilni vaqtida terish va yig'ishtirib olish, terim mashinalarini, ayniqsa ularni odam kuchi kam viloyatlarda to'g'ri taqsimlash, hosilni eksport qilishni rejalashtirishda kerak bo'ladi.

O'rta Osiyo respublikalarida paxta hosilini bashoratlashning dastlabki usulini birinchi marotaba XX asrning 70-yillarida F.A. Mo'minov, V.V. Karnauxova, A.Q. Abdullaevlar tomonidan ishlab chiqilgan va viloyatlarda paxtaning o'rtacha hosilini hisoblash g'o'zada shakllangan ko'saklar sonini va bir dona ko'sak ichidagi paxtaning o'rtacha «shartli» vaznini yoki bo'liqligini aniqlashga asoslangan. Paxtaning *shartli vazni* deganda viloyatlardagi o'rtacha hosil miqdorining ko'saklar soniga bo'lingan qiymati tushuniladi. Mantiqan o'rtacha hosilning oshishi bir dona ko'sakdagi paxta o'rtacha vaznining va yuza birligidagi ko'saklar o'rtacha sonining oshishiga bog'liq deb tasavvur qilish mumkin. Bunday holatda hosil ikki o'zgaruvchan miqdor yig'indisi emas, balki ko'paytmasi natijasi bo'ladi. *bu erda:* Y - viloyatlar bo'yicha yuza birligidagi ko'saklar soni (*ming dona/ga*), a , b - parametrlar logistik chiziqning egik va bukik joyidagi nuqtasi, K - yuza birligidagi ko'saklarni maksimal va minimal soni oralig'idagi ayirma qiymati.

Uch nuqta usulini qo'llash bilan a , b va K parametrlar topiladi. Bu holatda parametrlar qiymatini aniqlashda quyidagi ifodalar qo'llaniladi:

bu erda: Y_0, Y_1, Y_2 - yuza birligidagi ko'saklar sonining ularga mos boshlang'ich, o'rta va oxirgi qiymatlari; Y_0, Y_1, Y_2 oralig'idagi masofa bir-biriga teng qiymati olinadi va n bilan belgilanadi, bu esa havo harorati yig'indisi bo'ladi. Bunda $n \propto Y_1 - Y_0 \propto Y_2 - Y_1$.

Agrometeorologik omillar bilan barobar agrotexnika va tashkiliy-xo'jalik tadbirlari ham g'o'zaning mahsuldorlik elementlariga va biometrik parametrlariga alohida dalada yoki viloyatlar bo'yicha sezilarli darajada ta'sir etadi. Masalan, ayrim daladagi paxta hosilini bashoratlash F.A. Mo'minov, A.Q. Abdullaev, N.I. Osipovalar usulida g'o'zaning issiqlik bilan ta'minlanganligi va poyalarining balandligiga asoslangan holda tenglamalar ishlab chiqilgan. Misol sifatida o'rtapishar g'o'za navlari uchun topilgan tenglamaning ifodasi quyidagi ko'rinishga: [3]

bu erda: U – muayyan dala uchun hisoblangan hosil, s/ga; x_1 - g'o'zaning yalpi gullash fazasidagi bosh poyasining balandligi, sm; x_2 – gullash fazasidan boshlab to 1 sentyabrgacha to'plangan samarali harorat yig'indisi, °S.

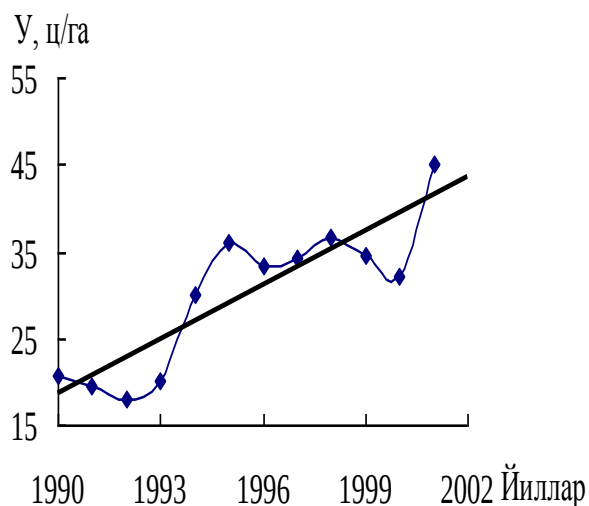
Agarda g'o'za 50 foiz gullash fazasiga kirgandan o'simlikning balandligi va gullash sanasidan boshlab to 1 sentyabrgacha bo'lgan samarali harorat yig'indisi miqdorlari ma'lum bo'lsa 16.4-formuladagi koeffisientlarga qiymatlarini qo'yib kutilayotgan hosilni bashoratlash mumkin. So'nggi yillarda, viloyatlardagi o'rtacha hosilni, 1 avgust va 1 sentyabrgacha shakllangan ko'saklar sonini, hamda 1 dona ko'sakdagi paxtaning vaznini bashoratlash 1 iyulda g'o'zaning zichligi, gullash fazasini qamrab olgan maydon va o'simlik balandligi ma'lumotlari asosida amalga oshirish mumkin bo'lgan tenglamalar topilgan. A.Q. Abdullaevning «O'zbekistonda g'o'zaning holatini agrometeorologik baholash va hosildorligini bashoratlash» (1997 y.) ilmiy asarida: viloyatlar bo'yicha o'rtacha hosildorlikning g'o'zani yaganalangan, chilpilangan, tuzi yuvilgan maydonlarning chigit ekilgan umumiy maydonga nisbati bilan bog'liqligi ko'rsatilgan. Mahsuldorlik elementlariga va hosilning shakllanishiga ta'sir etuvchi sharoitlarni baholashda tuproq namligi, azot, fosfor, kaliy o'g'itlarining yillik me'yori, agrotexnik tadbirlar hisobga olingan holda mezonlar topilgan. Ayrim paxtazorlarda g'o'za holatini va hosil miqdorini o'simliklarning biometrik ko'rsatkichlari va meteorologik omillar orasida uzviy bog'liqlik asosida ikki va to'rt oy avval hisoblab chiqish mumkinligi ko'rsatilgan.

Formulalar orqali topilgan parametrik qiymatlar va A.Q. Abdullaevning

g' o' za agrometeorologiyasiga bag' ishlangan ilmiy asarida keltirilgan agrometeorologik ko' rsatkichlar, mezonlar, tenglamalarning asosiy qismi paxtachilikka agrometeorologik xizmat ko' rsatishda ishlatilmoqda.

6.3. Agrometeorologiyada hosilning yildan-yilga o' zgarishini hisobga olgan holda bashoratlashda tenglamalar tuzish va ulardan foydalanish kengayib bormoqda.

O' zbekiston Respublikasi Andijon viloyatida g' o' za, sholi (3-rasm, a, b) va respublikamizda bug' doy va makkajo' xori hosildorligining (4-rasm, a, b) o' rtacha miqdorini yillar bo' yicha o' zgarishi keltirildi. Trend chizig' i bug' doy hosildorligi o' sib borayotganligini ko' rsatib turibdi (4-rasm, a). Avval hosildorlik asta-sekinlik bilan o' sgan bo' lsa, keyingi 5-6 yil ichida juda keskin yuqoriga ko' tarilayotganligini trend chizig' i ko' rsatib turibdi. Bu esa bug' doyni etishtirishda eng muhim omil bo' lgan tuproq namligini sug' orish usuli bilan ta' minlab turish natijasida amalga oshdi. O' zbekistonda Respublikasida g' alla mustaqilligiga erishildi. Andijon viloyatining ayrim tumanlarida har bir gektardan 3-rasm. O' zRning Andijon viloyatida g' o' za (a) va sholi (b) hosildorligining o' zgarishi va trend chizig' i



70 s/ga dan ziyod don hosili olin-di. Demak, agrotexnik tadbirlardan biri bo' lmish sug' orish ishlari rejali ishga solinsa va boshqa tashkiliy-ishlab chiqarish tadbirlari ham amalga oshirilsa, shubhasiz trend chizig' ida o' z ifodasini topadi. Hozirgi vaqtda turli ekinlarning hosildorlik trendi - bu qishloq xo' jalik ekinlari hosildorligining vaqtga nisbatan o' zgarishlarining umumiy yo' nalishini bildiradi. Olingan tenglamalardan esa hosilni bashoratlashda foydalanilmoqda. Yana bir misol sifatida xorijiy materialda - Yaponiyada bug' doy va sholi o' simligining yillar bo' yicha o' zgarishini va trend hosil chizig' ini keltiramiz (5-rasm).

Savollar va topshiriqlar

1. Agrometeorologik bashoratlar mazmuni bo' yicha qanday asosiy turlarga bo' linadi?

2. Agrometeorologik bashoratlar tuzishda qanday inversion omillarni hisobga olinadi ?

3..Biror viloyat uchun mazkur yilda vegetatsiya davrining issiqlik bilan ta-minlanganligibashoratini tuzing. ?

4.Paxta hosilining bashorat usuli nimaga asoslangan .Kutilayotgan paxta hosilining miqdorini tenglamalar bo'yicha hisoblashga misollar keltiring ?

IV. AMALIY MASHG'ULOTLARNING TAVSIYA ETILADIGAN MAVZULARI

Fan bo'yicha amaliy ishlar namunaviy o'quv rejada ko'zda tutilmagan

Kurs ishini tashkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

Fan bo'yicha kurs ishi namunaviy o'quv rejasida rejalashtirilmagan

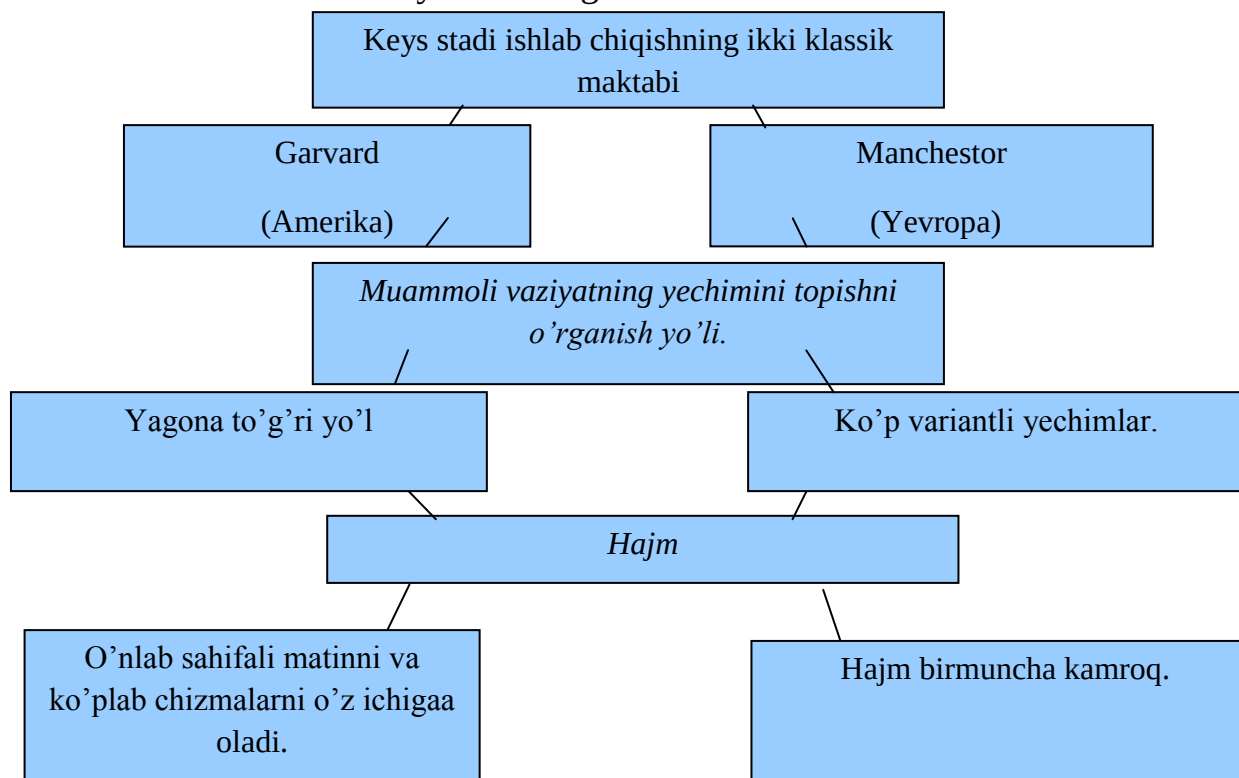
V. KEYSLAR BANKI

ASOSIY TUSHUNCHALAR

Keys-stadi (inglizcha *case* - to'plam, aniq vaziyat, *stadi* -ta'lim) - keysda bayon qilingan va ta'lim oluvchilarni muammoni ifodalash hamda uning maqsadga muvofiq tarzdagi yechimi variantlarini izlashga yo'naltiradigan aniq real yoki sun'iy ravishda yaratilgan vaziyatning muammoli vaziyatli tahlil etilishiga asoslanadigan *ta'lim uslubidir*.

Keys-stadi - ta'lim, axborotlar, kommunikatsiya va boshqaruvning qo'yilgan ta'lim maqsadini amalga oshirish va keysda bayon qilingan amaliy muammoli vaziyatni hal qilish jarayonida prognoz qilinadigan o'quv natijalariga kafolatli etishishni vositali tarzda ta'minlaydigan bir tartibga keltirilgan optimal usullari va vositalari majmuidan iborat bo'lgan *ta'lim texnologiyasidir*

Keys-stadining maktablari



Keysning pedagogik pasporti

- 1) Pedagogik annotatsiya
- 2) Keys
- 3) Talabaga uslubiy ko'rsatmalar
- 4) O'qituvchi keysalogning keysni hal etish varianti

Pedagogik annotatsiya

Berilgan keysning maqsadi: Talabalarning "Agrometeorologiya predmeti,

tadqiqot uslublari. Atmosfera bosimi” mavzusi bo'yicha bilim va ko'nikmalarini rivojlantirish, o'tilgan mavzularga oid bilimlarini tekshirib ko'rishdan iborat.

Kutilayotgan natijalar:

- O'rganilayotgan mavzu bo'yicha nazariy bilim va ko'nikmalari oshadi;
- Atmosfera bosimi va fizik-mexanik mavzusi bo'yicha asosiy tushunchalarga ega bo'ladilar;
- Talabalar faoliyatini mavzuni mustaqil va ijodiy o'zlashtirishga yo'llash, bilish faoliyatini bosqichma-bosqich tashkil etish;
- Asosiy g'oyani ajratish, mantiqiy fikr yuritish, fikrni bayon etish va asoslash ko'nikmalari, nutq va muloqotga kirishishga erishish;
- Talabalarning agrometeorologiya bilimlarini o'zlashtirish samaradorligini o'ttirish.

Keysni muvaffaqiyatli bajarish uchun talaba quyidagi bilimlarga ega bo'lishi lozim:

- Atmosfera bosimi umumfizik xossalari xaqida tasavvurga ega;
- Namoyish eksperimentidan foydalanish malaka va ko'nikmalari shakllangan;
- Namoyish eksperimenti orqali ochiladigan fundamental asosiy tushunchalar shakllangan.

Keysda ishlatilayotgan ma'lumotlar manbai:

1. Harpal S. Mavi, PhD Graeme J. Tupper, MAgSc, DipEdin “Agriculture of Climate Studies Agrometeorology Principles and Applications” Food Products Press® New York London Oxford An Imprint of The Haworth Press, Inc. 2004

2. Alexius J. Hebra “The Physics of Metrology” Springer-Verlag / Wien Printed in Germany 2010

3. A.Q. Abdullaev, H. Arg'unboev, H.U. Abdullaev “Fizika va Agrometeorologiya” (Agrometeorologiya). Toshkent 2015

4. H. Arg'unboev, H.U. Abdullaev, Ya. Yusupova “Meteorologiya” (o'quv qo'llanma) Toshkent 2011

5. I.A. Karimov “Barcha reja va dasturlarimiz vatanimiz taraqqiyotini yuksaltirish, xalqimiz farovonligini oshirishga xizmat qiladi”

4. Internetdan mavzuga oid ma'lumotlar.

Keysning tipologik xususiyatlarga ko'ra xarakteristikasi:

Mazkur keys kabinetli toifasiga kirib, syujetsiz hisoblanadi. Ushbu keys namoyish tajribalarga asoslanadi. Kelib chiqayotgan muammolar namoyish tajribalar asosida tasdiqlanadi. Olingan ma'lumotlar nazariy eksperimental tasdiqi asosida tuzilgan.

Keysni didaktik maqsadi – talabalarning avval o'zlashtirgan bilimlarini muammoli hal etishda ijodiy usulni qo'llab, yangi bilimlarni egallash ko'nikmalari,

bilimlarni ijodiy o'zlashtirish va amalda qo'llash malakalari, izlanuvchanligi, qiziqish, mantiqiy tafakkuri, ijodiy faoliyati, aqliy kamoloti, zakovatini rivojlantirishdan iborat.

Tavsiya etilayotgan keysni yechish natijasida quyidagilarga erishishga imkon yaratiladi:

- O'zlashtirilgan mavzu bo'yicha bilimlarni mustahkamlash;
- Mantiqiy fikrlashni rivojlantirish;

Talabaning o'quv axborotini o'zlashtirish darajasini tekshirib ko'rish

1. Fizika va Agrometeorologiya fani va uning tadqiqot uslublari haqida keyslar.

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Hamma jismlar mavjud hamda fazo va vaqtda harakatlanadi. Fazo va vaqt tushunchasi hamma tabiiy fanlarning asosini tashkil qiladi. Har qanday jism xajmga ya'ni fazoviy ko'lamga ega. Vaqt har qanday jarayon va harakat holatining o'zgarishini tartibga keltiradi. U jarayonning davomiyligini o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Shunday qilib, fazo va vaqt xususan materiyaning umumiy shaklini mavjudligini ifodalaydi. O'rganilayotgan jismning holatini ixtiyoriy vaqt momentida bir xil mazmunda aniqlash uchun sanoq tizimini tanlab olishimiz zarur.

Keys yuzasidan savollar:

1. Sanoq tizimi deb qanday tizimga aytiladi ?
2. Sanoq sistemasi va ularni tashkil qiluvchi omillar ?

TALABALAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Keysni mustaqil yechish uchun ko'rsatmalar va baholash mezonlari

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Baholash mezonlari (maksimal)
1.Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishing. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2.Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3.Muammoli vaziyatni hal qilish	Muammo ichidagi muammoga e'tibor qarating. Asosiy muammo nimaga qaratilganligini ajratish uchun quyidagilarga e'tibor qarating. 1. Fizika fani va uning tadqiqot uslublari. 2. Sanoq tizimi. 3 Sanoq sistemasi. 4. Moddiy nuqta. Tavsiyalaringsizni bir-biriga bog'lashni biling.	5 ball
4.Muammoli vaziyatni echish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Muammolar echimi variantlarini to'g'ri tanlang. Aniq echimini topib quyidagi keltirilgan jadvallarga tushiring. Keys natijalarini tahlil qilib bering.	2 ball

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring.

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Sanoq tizimi deb nimaga aytiladi.	Sanoq tizimi deb, koordinatalar tizimi va soat bilan bog'langan tizimga aytiladi	Sanoq tizimi deb, koordinatalar tizimi soat bilan taminlangan hamda absolyut qattiq jism bilan qattiq bog'langan va unga nisbatan vaqtning har xil momentlarida boshqa jismlarning holatlarini aniqlaydigan tizimga aytiladi. Buning uchun soat o'rnida vaqtni o'lchaydigan yoki, aniq hodisalar oraligidagi vaqtni o'lchashda har qanday qurilmalardan foydalanish mumkin, shu kabi unga teng kuchli bo'lgan vaqtda sanoq boshini ixtiyoriy tanlash mumkin.
	Sanoq sistemasi va ularni tashkil qiluvchi omillarga nimalar kiradi.	Istalgan bir jismning harakati boshqa bir jismga yoki bir-birlariga nisbatan olib o'rganiladi. Sanoq sistemasi sifatida biror qattiq jism bilan bog'langan, o'zaro bir-birlariga tik	Sanoq sistemasi . Istalgan bir jismning harakati boshqa bir jismga yoki bir-birlariga nisbatan olib o'rganiladi. Sanoq sistemasi sifatida biror qattiq jism bilan bog'langan, o'zaro bir-birlariga tik bo'lgan 3 ta o'qdan iborat bo'lgan dekart koordinatalar sistemasi qo'llaniladi. Bunday sanoq sistemasi moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan jismning istalgan vaqda fazodagi o'rnini to'la aniqlash imkonini beradi. Nuqtaning fazodagi o'rnini X,Y va Z koordinatalari orqali aniqlanadi.

		bo'lgan 3 ta o'qdan iborat bo'lgan dekart koordinatalar sistemasi qo'llaniladi	

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	C	Baholash mezonlari	
		Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
1	.		
2	.		

2. Nyuton qonunlari, Impuls, ish , energiya va quvvat haqida keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Agar berk sistemada konservativ kuchlardan tashqari nokonservativ kuchlar misol uchun ishqalanish kuchlari ham mavjud bo'lsa, sistemaning to'la energiyasi vaqt o'tishi bilan kamayib boradi. Buning hisobiga nomexanik turdagi energiyalar, masalan, issiqlik yoki kimyoviy, elektromagnit maydon energiyalari va boshqalar vaqt o'tishi bilan ortib boradi..

Keys yuzasidan savollar:

1. Energiyaning hamma turlarining yig'indisi vaqt o'tishi bilan o'zgarmadimi?
2. Energiyaning saqlanish qonuning tabiatdagi jarayonlarda qo'llanilishiga misollar keltiring?

TALABALAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Keysni mustaqil yechish uchun ko'rsatmalar va baholash mezonlari

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Baholash mezonlari (maksimal)
1.Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishing. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2.Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3.Muammoli vaziyatni hal qilish	Muammo ichidagi muammoga e'tibor qarating. Asosiy muammo nimaga qaratilganligini ajratish uchun quyidagilarga e'tibor qarating. 1. Energiya.	5 ball

	2. Ishqalanish kuchlari . 3 Saqlanish qonuni. 4. Elektromagnit maydon. Tavsiyalaringizni bir-biriga bog'lashni biling.	
4.Muammoli vaziyatni echish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Muammolar yechimi variantlarini to'g'ri tanlang. Aniq echimini topib quyidagi keltirilgan jadvallarga tushiring. Keys natijalarini tahlil qilib bering.	2 ball

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to'ldiring

/r	Vaziyatda gi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Energiyaning hamma turlarining yig'indisi vaqt o'tishi bilan o'zgarmadimi?	Energiyaning hamma turlarining yig'indisi vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladi	Har qanday berk sistemada energiya xech qachon yangidan paydo bo'lmaydi va xech qachon yo'qolib ham ketmaydi, faqat energiya bir turdan ikkinchi turga o'tib turadi
	Energiyaning saqlanish qonuning tabiatdagi jarayonlarda qo'llanilishiga misollar keltiring?	Tabiatdagi barcha jarayonlar qaytar jarayonlar asosida tushuntiriladi.	Energiya hech qachon yo'qdan bor bo'lmaydi bordan yo'q bo'lmaydi faqatgina birinchi turdan ikkinchi turga o'tadi. Tabiatdagi barcha jarayonlar qaytar jarayon hisoblanadi.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballagacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

3. Maxsus va umumiy nisbiylik nazariyasi

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Mahsus nisbiylik nazariyasi 1905 yilda A. Eynshteyn (1879- 1955) tomonidan yaratildi. Bu nazariya fakat inertsial sanoq sistemalarida, ya'ni bir-biriga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan sanoq sistemalarda yuz beradigan tabiat hodisalarini o'rganadi. Shuning uchun ham bu nazariyaga mahsus nisbiylik nazariyasi deyiladi. Eynshteynning bu nazariyasi Nyuton mexanikasining fazo, vaqt, massa kabi fizikaviy tushunchalar to'grisidagi tasavvurlarini tubdan o'zgartirib yubordi.

Keys yuzasidan savollar:

1. Nisbiylik nazariyasi va Nyuton mexanikasining qanday bo'liqlik tomonlari mavjud.?
2. A. Eynshteyn yaratgan maxsus nisbiylik nazariyasining Nyuton mexanikasidan farqli tomonlari nimalardan iborat?

TALABALAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Keysni mustaqil yechish uchun ko'rsatmalar va baholash mezonlari

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Baholash mezonlari (maksimal)

1.Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishing. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2.Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3.Muammoli vaziyatni hal qilish	Muammo ichidagi muammoga e'tibor qarating. Asosiy muammo nimaga qaratilganligini ajratish uchun quyidagilarga e'tibor qarating. 1. Mahsus nisbiylik nazariyasi. 2. Nyuton mexanikasining. 3 Fazo va vaqt 4. Massa Tavsiyalaringsizni bir-biriga bog'lashni biling.	5 ball
4.Muammoli vaziyatni echish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Muammolar yechimi variantlarini to'g'ri tanlang. Aniq echimini topib quyidagi keltirilgan jadvallarga tushiring. Keys natijalarini tahlil qilib bering.	2 ball

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to'ldiring

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi

	Guruh	Guruh	Baholash mezonlari
	A. Eynshteyn yaratgan maxsus nisbiylik nazariyasining Nyuton mexanikasidan farqli tomonlari nimalardan iborat?	Klassik mexanikada materiyaga va uning harakatiga bog'liq bo'lmagan, doimo bir tekis va bir xil o'tadigan yagona, dunyoviy vaqt, absolyut vaqt mavjud deb qabul qilinadi	A. Eynshteynning nisbiylik nazariyasi butunlay boshqa narsani ko'rsatadi. Birinchidan, fazo va vaqt qandaydir mustaqil negizlar emas, balki materiyaning umumiy va ajralmas xossalaridir, ya'ni materiyaning yashash shaklidir. Fazo ayni bir paytda yuz bergan tabiat hodisalarining o'zaro joylashuv tartibini va jismlarning o'lchovi mavjudligini ifodalaydi. Vaqt esa bir-birini o'rnini olayotgan hodisalarning izma-iz kelish tartibini, davom etish muddatini ifodalaydi. Shunday qilib, fazo va vaqt o'lchanuvchan kattaliklardir. Shunday qilib, yuqorida bayon etilgan hodisalarni tushuntira oladigan va klassik tasavvurlarni o'z ichiga qamrab oladigan yangi, umumiy nazariya yaratish zaruriyati tugildi.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballagacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun)	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun)
	«a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	«a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

4.Olamning yaratilish nazariya mavzusida

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Eramizning II asrida qadimgi grek olimi Klavdiy Ptolomey va XVI-asrda buyuk polyak olimi Nikolay Koperniklarning ilmiy qarashlari. Bu olimlar turli xil davrlarda yashashgani bizga ma'lum. Faraz qilaylik bu ikki qarama-qarshi fikr egalari zamondosh bo'lsin va o'zlarining shaxsiy idealari yuzasidan o'zaro munozara qilishayapti Klavdiy Ptolomey Nikolay Kopernik. Geosentrik nazariya asoschisi. Geliosentrik nazariya asoschisi. Bizlar esa bu tortishuvning hakamlarimiz

Keys yuzasidan savollar:

1.1-Geosentrik nazariyaning noto'g'riligini isbotlash kerak?

2. 2-Geliosentrik nazariyani tahlil qilish kerak?

Amaliy vaziyatni bosqichma – bosqich tahlil qilish va hal etish bo'yicha talabalarga uslubiy ko'rsatmalar

Talabalarga yo'riqnoma

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Baholash mezonini (maksimal)
1.Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishish. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2.Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3.Muammoli vaziyatni hal qilish	Asosiy muammo va kichik muammolarga diqqatingizni jalb qiling. <u>Asosiy muammo:</u> Fikrlar qarama qarshiligini isbotlash va tahlil qilib asoslab berish.	5 ball

4. Muammoli vaziyatni echish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Ushbu vaziyatdan chiqib ketish harakatlarni izlab topish maqsadida quyida taqdim etilgan “Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldirishga kirishing. Muammoni echish uchun barcha vaziyatlarni ko‘rib chiqing, muqobil vaziyatni yarating. Muammoning echimini aniq variantlardan tanlab oling, muammoning aniq echimini toping. Jadvalni to‘ldiring. Keys bilan ishlash natijalarini yozma shaklda ilova eting.	2 ball

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	1-geotsentrik nazariya asoschisi-Olam markazida Er joylashgan bo‘lib uning atrofida boshqa planetalar va Quyosh birgalikda aylanadi. 2-geliotsentrik nazariya-Markazida qo‘zg‘almas Quyosh joylashgan bo‘lib uning atrofida barcha	1-nazariya paydo bo‘lganda Er o‘z o‘qi atrofida aylanishi aniqlanmagan edi. 2-nazariya yaratilishining sababi Venera va YUpiterni kuzatishganda bu 2 sayyora Quyoshdan uzoq keta olmaydiganini aniqladilar va bunga 1-nazariya javob bera olmadi.	1-nazariyaning noto‘g‘riligini isbotlash kerak. Buning uchun bu nazariya tarafdorlariga Er o‘z o‘qi atrofida aylangani va shuning uchun Er atrofida osmon jismlari aylanayotgandek ko‘ringanini isbotlash zarur.

	planetalar aylanadi.		

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

5. Fizika predmeti, tadqiqot uslublari.

KEYSLAR

Vaziyatli masalalar!

Atmosfera bosimi – bu yer sirtidan atmosferaning eng yuqori qatlami ustki chegarasigacha cho‘zilgan havo ustunining yer sirtidagi birlik yuzaga ta’sir etuvchi kuchiga teng. Bundan ko‘rinadiki, yer sirtidan yuqoriga ko‘tarilgan sari, olingan qatlamga undan yuqoridagi qatlamlarning bosimi kamaya boradi, boshqacha aytganda atmosfera bosimi tik yo‘nalishda (yoki balandlik bo‘ylab) kamaya boradi.

**Keys yuzasidan savollar:**

1. Atmosferaning yuqori qatlamlaridagi havo tarkibining, yerga yaqin havo qatlami tarkibidan qanday farqi bor?

2. Atmosferani qanday usullarda tadqiq qilinadi?

Atmosfera Yerdagi barcha tirik organizmlarning yashash muhitidir (bunga kislorodsiz anaerob yashaydigan bakteriyalar kirmaydi). Atmosferaning hozirgi vaqtdagiday tarkibi million yillar ilgari vujudga kelgan. Atmosfera bilan biosfera orasida tabiiy ravishda ta'minlangan dinamik muvozanat mavjud. Insonlar va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi ob'ektlari havoning hozirgi vaqtdagi mavjud tarkibiga moslashgan.

Keys yuzasidan savollar:

1. Nima uchun atmosferadan o'tib yer yuziga tushgan quyosh radiatsiyasi tarkibida to'liq uzunligi 0,3mkm dan kichik ultrabinafsha nurlar bo'lmaydi? Ultrabinafsha nurlar tirik organizmga qanday ta'sir ko'rsatadi?

2. Aerozollar deb nimaga aytiladi va ular atmosferaga qanday usullarda o'tadi?

TALABALAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Keysni mustaqil yechish uchun ko'rsatmalar va baholash mezonlari

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Baholash mezonlari (maksimal)
1.Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishing. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2.Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3.Muammoli vaziyatni hal qilish	Muammo ichidagi muammoga e'tibor qarating. Asosiy muammo nimaga qaratilganligini ajratish uchun quyidagilarga e'tibor qarating. 1. Agrometeorologiya predmeti, tadqiqot uslublari. 2. Atmosfera bosimi. 3. Aerozollar. 4. Biosfera. Tavsiyalaringsizni bir-biriga bog'lashni biling.	5 ball
4.Muammoli vaziyatni yechish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Muammolar yechimi variantlarini to'g'ri tanlang. Aniq yechimini topib quyida keltirilgan jadvallarga tushiring. Keys natijalarini tahlil qilib bering.	2 ball

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring.

T /r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammo li vaziyatning yechimi
1	Atmosfera bosimi balandlik bo‘ylab qanday o‘zgaradi	200 km balandlikkacha atmosfera havosida azot miqdori boshqa asosiy gazlarga nisbatan ko‘proq bo‘ladi	Atmosfer ada balandlik oshgan sari yengil gazlar ulushi ko‘proq bo‘ladi.
2	Atmosfera tar-kibidagi azot va karbonat angidrid gazining roli qanday bo‘ladi	Atmosfera havosi tarkibida azot miqdori ko‘p bo‘lsada yuksak o‘simliklar uni atmosferadan bevosita o‘zlashtirishga moslashgan emas.	Atmosfer a azotini ba’zi turdagi o‘simliklar, o‘zlarining ildizida va ildiz rizosferasida erkin yoki bog‘liq holatda yashaydigan bakteriyalar yordami-da to‘play oladilar.
3	Troposfera qanday qatlam	Atmosferaning Yer sirtiga yondoshgan quyi qatlamini troposfera deb yuritiladi. Uning qalinligi qutb ustida 8–10 km, ekvator ustida esa 16–18 km gacha yetadi.	Troposfer aning qalinligi yil fasllariga, joyning geografik kengligiga va havo sirkulyasiyasi hususiyatlariga bog‘liq ravishda o‘zgaradi

4	Troposferani ng qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun Yerga yaqin havo va tuproq havosining aha- miyati qanday	Troposferaning yerga yaqin qatlamining qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyati juda katta.	Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining ko‘pgina amaliy masalalarini hal qilishda bu qatlamda ro‘y beradigan jarayonlar muhim ahamiyatga ega.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a’lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma’nosi va xulosalarning isboti uchun) «a’lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning yechimi (to‘g‘riligi va yechimning ketma-ketligi uchun) «a’lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

6. Quyosh radiatsiyasi haqida keyslar KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Osmon to'la zich bulut bilan qoplanganda yerga faqat sochilgan radiatsiya oqimi tushadi. Bulutlik mavjud bo'lganda yig'indi radiatsiyaning tushishi keng chegarada o'zgaradi. Yerga tushuvchi yig'indi radiatsiyaning eng katta qiymati bulutsiz kunlari (osmon ochiq bo'lganda) kuzatiladi. To'g'ri quyosh radiatsiyasi atmosfera qatlamidan o'tishida avval aytganimizdek atmosfera gazlari, suv bug'i, karbonat angidrid gazi va turlicha o'lchamli aerazol zarrachalarida yutilishi sababli qisman kuchsizlanadi. Dunyo boycha atmosferaga yiliga 80,3 mln tonna zaharli gaz chiqariladi.

Keys yuzasidan savollar:

1. Atmosferaga chiqarilgan zaharli gazlar quyosh radiatsiyasiga qanday ta'sir qiladi?
2. Atmosferani zaharli gazlardan tozalashning qanday usullari mavjud?

Biror yuzaga vaqt birligida tushuvchi nuriy energiya miqdoriga radiatsiya oqimi deb aytiladi. Aktinometrik kuzatishlarda odatda nuriy energiya oqimi zichligi o'lchanadi. Birlik yuzaga vaqt birligida tushadigan radiatsiya oqimi miqdoriga radiatsiya oqimining zichligi deb aytiladi. Avvalgi yillarda nashr qilingan meteorologik adabiyotlarda radiatsiya oqimi zichligi tushunchasi o'rniga ko'pincha radiatsiya oqimi jadalligi tushunchasi qo'llanilgan

Keys yuzasidan savollar:

1. Radiatsiya oqimining energetik yoritilganligi deb nimaga aytiladi? Radiatsiya oqimining energetik yoritilganligi SI sistemasida qanday birliklarda o'lchanadi?
2. Sochilgan radiatsiya yer yuziga qanday holatlarda yetib keladi?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyatda gi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning yechimi
	Atmosfera ga chiqarilgan zaharli gazlarning quyosh radiatsiyasiga ta'siri?	Atmosferaga chiqarilgan zaharli gazlar quyosh radiatsiyasiga to'sqinlik qiladi	Quyosh radiatsiyasi at- mosferadan o'tishda murakkab o'zgarishlarga uchraydi. Atmos- fera qatlamining yuqori chegara- sidan Yergacha bo'lgan masofa- da quyosh radiatsiyasining ma'lum qismi atmosfera gazlari va aralashmalar tomonidan yuti- ladi va issiqlikka aylanadi. Quyosh radiatsiyasining yana bir qismi atmosfera gazlari, qattiq va suyuq aralashmalar tomoni- dan sochiladi.
	Atmosfera ni zaharli gazlardan tozalashning usullari mavjud?	Agar aerosol zarrachalar qanchalik ko'p bo'lsa, quyosh radiatsiyasining sochilishi shunchalik kuchayadi	Bundan tashqari bu zar- ralarda to'g'ri radiatsiyaning qisman sochilishi sababli ham «qisman» kuchsizlanadi. Agar aerosol zarrachalar qanchalik ko'p bo'lsa, quyosh radiatsiya- sining sochilishi shunchalik ku- chayadi.
	Radiatsiya oqimining ener- getik yoritilganli- gi deb nimaga ay- tiladi?	Bunday hollarda quyosh radiatsiyasining yorug'lik ekvivalenti tushunchasidan foydalaniladi. Kilolyuks hisobida o'lchanayotgan tabiiy yoritilganlikning ayni shu vaqtda kVt/m^2 birlikda o'lchanayotgan quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligi qiymati	Bunday hollarda quyosh radiatsiyasining yorug'lik ekvivalenti tushunchasidan foydalaniladi. Kilolyuks hisobida o'lchanayotgan tabiiy yoritilganlikning ayni shu vaqtda kVt/m^2 birlikda o'lchanayotgan quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligi qiymatiga nisbatini quyosh radiatsiyasining yorug'lik ekvivalenti deb yuritiladi va N harfi bilan belgilanadi

	Sochilgan radiatsiya yer yuziga qanday holatlarda yetib keladi?	Atmosfera ifloslanishi ko'paygan sari sochilgan radiatsiya miqdori ham ortadi (chunki atmosferadagi quyosh radiatsiyasini sochuvchi zarrachalar ko'payadi).	Troposferada ancha yuqorida (10-11 km) hosil bo'luvchi yupqa va yorqin (oq) bulutlar sochilgan radiatsiya oqimini orttiradi. Yuqori to'p-to'p bulutlar sochilgan radiatsiyani osmon ochiq kundagi qiymatiga nisbatan 8-10 marta kuchaytiradi. Osmonni to'la qoplagan qalin va kuchli eng quyi qavat bulutlari sochilgan radiatsiyani, osmon ochiq kundagi miqdoridan kamaytirib yuboradi

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning yechimi (to'g'riligi va yechimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

7. Tuproqning issiqlik rejimi haqida keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Urug'larning unib chiqishi, tuproq biror haroratgacha qiziganidan keyin boshlanadi, bunda o'simlik turiga qarab tuproqning turli darajada qizishi zarur bo'ladi. Tuproq haroratining ko'tarilishi bilan urug'larning unishi tezlashib, ekishdan toki maysalar paydo bo'lishigacha vaqt oralig'i qisqaradi

Keys yuzasidan savollar:

1. Tuproq harorati urug'lar unib chiqishiga va nihollarning o'sishiga qanday ta'sir qiladi?
2. Tuproq haroratini maqbullashtirishning qanday usullari mavjud?

Tuproqning harorat holati, isishi va sovishi kabi jarayonlarga yer yuzasining xususiyatlari bilan bir qatorda tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlari ham katta ta'sir ko'rsatadi. Tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlariga issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi, harorat o'tkazuvchanligi va issiqlikni o'zlashtiruvchanligi kabi kattaliklar kiradi.

Keys yuzasidan savollar:

1. Tuproqning solishtirma va hajmiy issiqlik sig'imlarining ta'rifi va o'lchov birliklarini ayting. Tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi nimalarga bog'liq?
2. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi deb nimaga aytiladi? Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini SI tizimida qanday birlikda o'lchanadi?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to'ldiring

/r	Vaziyat dagi muammolar	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning yechimi

	turi		
	Tuproqning isishi va sovishi qanday jarayonlarga bogʻliq?	Tuproqning isishi va sovishi tashqi muhit omillariga bogʻliq	Tuproqning isishi va sovishi joyning geografik kengligiga, reliefi, oʻsimlik va qor qoplami, tuproqning issiqlik sigʻimi va issiqlik oʻtkazuvchanligi, tuproq rangi va bulutliklariga bogʻliq boʻladi.
	Tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlari qanday kattaliklarga bogʻliq?	Tuproqning asosiy fizik xususiyatlari (issiqlik sigʻimi, issiqlik oʻtkazuvchanligi) dan tashqari xususiyatlari issiqlik - fizik xususiyatlari ham mavjud boʻlib, ular tuproqning harorat oʻtkazuvchanligi va issiqlikni oʻzlashtiruvchanligi boʻlib hisoblanadi.	Tuproqning issiqlik fizik oʻtkazuvchanligi, tuproqning koʻproq isigan qatlamlaridan kamroq isigan qatlamlariga issiqlik uzatish xossasiga uning issiqlik oʻtkazuvchanlik qobiliyatiga bogʻliq boʻladi.
	Nima uchun yangi yoqqan qorning issiqlik oʻtkazuvchanligi uzoq yotib qolgan qornikidan kichik boʻladi?	Tuproq haroratiga qor qoplami ham taʼsir qiladi. Qish paytida yalang yerdagi tuproq yuza qatlamining harorati, qor qatlami ostidagi oʻshancha chuqurlikdagi tuproq haroratidan past boʻladi.	Qalinligi 30 sm dan oshmagan qor qoplami kuzgi ekinlarning qish paytida sovuq urmasligiga (yoki sovuq urishni kamaytirishga) olib keladi. Qorning, ayniqsa gʻovak qorning issiqlik oʻtkazuvchanligi juda kam boʻladi.
	Tuproqning hajmiy issiqlik sigʻimi nimalarga bogʻliq?	Tuproqning hajmiy issiqlik sigʻimi, tuproqning issiqlikni yutish qobiliyatini bildiradi.	1 m ³ quruq tuproqni 1°S ga isitish uchun kerak boʻlgan issiqlik miqdoriga tuproqning hajmiy issiqlik sigʻimi s _h deyiladi va uni J/m ³ ·°S birlikda

			o'lchanadi.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning yechimi (to'g'riligi va yechimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

8. Havoning issiqlik rejimi haqida keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Kunduzi yer sirtining barcha qismlari bir xil isimaydi, ya'ni ba'zi yerlar ko'proq isiydi, boshqalari esa kamroq isiydi. Masalan, shudgor (haydalgan yer) maydoni bir tomonidan qalin daraxtzor va ikkinchi tomonidan katta suv havzasi bilan chegaralangan bo'lsin. Quyoshdan kelayotgan issiqlik bir xilda tushadi.

Keys yuzasidan savollar:

1. Kunduzi nima uchun yer sirtining hamma tomonlari bir hilda isimaydi?
2. SHudgorlangan yer va suv havzalarining kunduzi ustki qatlami nima uchun bir hilda isimaydi?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to'ldiring

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Kunduzi nima uchun yer sirtining hamma tomonlari bir hilda isimaydi?	Kunduzi shudgor suv havzasi va daraxtzordan ko'p isiydi. Natijada uning ustidagi havo ham qo'shni maydonlar ustidagi havodan ko'proq isiydi	SHudgor ustidagi ko'p isigan havo kengayadi. Kengayayotgan havoning zichligi atmosferadagi so-vuqroq (yoki sovuq) havo zichligidan kam bo'ladi, shuning uchun issiq engil havo tik Uning o'rniga atrofdagi sovuq havo bostirib kiradi, o'z navbatida u ham isib

			yuqoriga ko'tariladi.
	SHud- gorlangan yer va suv havzalarin- ing kunduzi ust- ki qatlami nima uchun bir hilda isimaydi	Quruqlik ustida issiqlik konveksiyasi kunduzgi soatlarda vujudga keladi, dengiz ustida esa kechasi	Quruqlik ustida issiqlik konveksiyasi kunduzgi soatlarda vujudga keladi, dengiz ustida esa kechasi suv sirtining harorati, unga yondoshgan (tutashgan) havo haroratidan yuqori bo'lgan hollarda vujudga keladi.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballagacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

G uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
1.		
2.		

9. Havoning namligi. Bug‘lanish yog‘inlar haqida keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Atmosferada zaruriy fizik sharoitlar etarli bo‘lganda bulutning bunday elementlari (suv tomchilari, muz kristallari) 0,1-0,2 mm va undan ham kattaroq o‘lchamlargacha yiriklashadi. Endilikda yiriklashgan suv tomchilari (yoki muz kristallari) ni havoning qarshilik kuchi va ko‘tarilma harakati ushlab turolmaydi, ya’ni tomchilarga ta’sir etuvchi og‘irlik kuchi havoning qarshilik kuchi va ko‘tarilma harakatining ta’siridan katta bo‘lib qoladi. Yiriklashgan tomchilar bulutlardan yog‘in tarzida erga tushadi.

Keys yuzasidan savollar:

1. Tomchilar qanday usullarda yiriklashadi?
2. Tomchilarning yiriklashishiga asosiy sabablardan biri nimada?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Tomchilar qanday usullarda yiriklashadi?	Yiriklashgan suv tomchilari (yoki muz kristallari) ni havoning qarshilik kuchi va ko‘tarilma harakati ushlab turolmaydi, ya’ni tomchilarga ta’sir etuvchi og‘irlik	Tomchilarning kerakli o‘lchamlargacha yiriklashuvi kondensatsiya usuli bilan amalga oshmaydi. Kondensatsiya sababli juda mayda tomchilar hosil bo‘ladi va ular bu

		kuchi havoning qarshilik kuchi va ko'tarilma harakatining ta'siridan katta bo'lib qoladi	usulda yomg'ir tomchisigacha o'smaydi, chunki bunday o'sish uchun juda uzoq vaqt muddati kerak. Bulutlardan yomg'ir tarzida yog'adigan ancha yirik tomchilar dastavval mayda tomchilarning o'zaro qo'shilishidan hosil bo'ladi.
	Tomchilarning yiriklashishiga asosiy sabablardan biri nimada	Tomchilarning kattalashuvi elektr kuchlari ta'sirida ham ro'y beradi. Qarama-qarshi ishorali zaryadlangan tomchilarning o'zaro birikishi (qo'shilishi) ehtimoli katta	Tomchilarning o'zaro qo'shi-lishida ularning o'lchami ham ahamiyatga ega. Chunki yirik tomchilarning pastga tushish tezligi katta, mayda tomchilarning tushish tezligi kam bo'ladi. Masalan, tajribalardan aniqlanishicha, normal atmosferada bosimi va havo harorati 20°S bo'lganda radiusi $r_1 = 0,1 \text{ mm}$ bo'lgan tomchining tushish tezligi $v_1 = 0,72 \text{ sm/s}$ ga teng bo'lsa, radiusi $r_2 = 3 \text{ mm}$ bo'lgan tomchilar esa $v_2 = 9,18 \text{ sm/s}$ tezlik bilan tushadi.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

Guruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
1.		
2.		

10. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun xavfli meteorologik hodisalar haqida keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Har yili bahor va yozda qurg'oqchilik bo'lib turishini hammamiz bilamiz. Qurg'oqchilik vaqtida ekinlarga suv etishmasidan qisman va ba'zi hollarda butunlay nobud bo'ladi. SHu sababli qishloq xo'jalik ekinlaridan yuqori hosil olish uchun qurg'oqchilikka qarshi qanday tadbirlarini ishlab chiqish va amalga oshirish kerak. *Sizda shunday holat kuzatilsa nima qilardingiz.*

Keys yuzasidan savollar:

1. Qurg'oqchilik davrida qishloq ho'jalik ekinlarini qanday usullar yordamida suv bilan taminlash mumkin?

2. Qurg'oqchilik kelgan yerlarda qanday agrotehnikaviy usullardan foydalanish mumkun?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to'ldiring

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Qurg'oqchilik davrida qishloq ho'jalik ekinlarini qanday usullar yordamida suv bilan taminlash mumkin?	Qurg'oqchilik har yili va tez-tez bo'lib turadigan hududlarda qishloq xo'jalik ekinlaridan yuqori hosil olish uchun ekinlar sun'iy sug'oriladi	O'simliklar sug'orishda etishmagan namni sug'orish suvi hisobiga qoplaydi. Sug'orilgan erlar ustida havo harorati pasayadi va nisbiy namligi esa ortadi. Ayni shu vaqtda tuproqning harorati ham pasayib, namligi ortadi. Natijada o'simliklarning ildiz qismigina emas, balki erdan ustki qismi uchun ham o'sish va rivojlanishiga qulayroq sharoit yaratiladi. Biror hududdagi ekinlarni sug'orish uchun shu hududdan o'tgan daryo, anhorlar yoki suv ombori suvlaridan foydalaniladi. Bu ishda sug'orishning yangi texnologiyalarini joriy qilish muhim ahamiyatga ega. Masalan, g'o'zani tomchilatib sug'orishni

			keng ko‘lamda joriy qilish, egatlar bo‘ylab suv oqizib sug‘orishga qaraganda ko‘p miqdordagi suvni tejash imkonini yaratadi
	Qur- go‘qchilik kelgan yerlarda qanday agrotehnikaviy usullardan foyda- lanish mumkun	Erga to‘g‘ri ishlov berish, agro- texnika qoidalariga rioya qilish tuproqda- gi namlikni saqlashga yordam beradi	Erga to‘g‘ri ishlov berish, agrotexnika qoidalariga rioya qilish tuproqdagi namlikni saqlashga yordam beradi Tuproq yuza qatlamini yumshatilganda tuproqning bug‘lanishi kamayib, namligi yaxshi saqlanadi. Bunday tadbirlar qurg‘oqchilik bo‘lishini qiyinlashtiradi hamda qurg‘oqchilikka qarshi kurashishda muhim ahamiyatga ega.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballagacha – «a’lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari

	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

11. Iqlim va uning qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishidagi ahamiyati haqida keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Xalq xo'jaligining rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan iqlim o'zgarishi, jumladan industrial qurilmalarda yoqilg'i yoqilishi tufayli atmosferada karbonat angidrid gazining miqdori ortishi sababli havo haroratining ko'tarilishiga sabab bo'lmoqda. Iqlimning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati Masalan, dasht zonasida yerni kuzda haydash bilan inson shu joylarning iqlimiga katta ta'sir ko'rsatadi. Yerni shudgorlash iqlimga qanday tasir ko'rsatishini izohlang.

Keys yuzasidan savollar:

1. Yerni shudgorlash iqlimga qanday tasir ko'rsatishini mumkin?
2. Atmosferaga chiqariladigan zaharli gazlar iqlimning o'zgarishiga tasir qila oladimi?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyatda gi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Yerlarni shudgorlash iqlimiga qanday tasir ko‘rsatishini mumkin?	Dasht zonasida erni kuzda haydash bilan inson shu joylarning iqlimiga katta ta’sir ko‘rsatadi	Yer haydalganda quyosh radiatsiyasining bir qismini to‘sib qoluvchi o‘tloqlar yo‘q bo‘lib ketadi. Natijada tuproqning issiqlik va namlik rejimi o‘zgaradi. Biror joyning iqlimiga sug‘orish ham katta ta’sir ko‘rsatadi. Ekinlarni sug‘orishda Er yuziga tushayotgan yig‘indi radiatsiyaning bir qismi suvni bug‘latishga sarf bo‘ladi. SHuning uchun havo va tuproqning harorati bir oz pasayadi. Natijada havoning namligi ortib qurg‘oqchilik va garmselning ta’siri kamayadi
	Atmosfe- raga chiqariladi- gan zaharli gazlar iqlimning o‘zgarishiga tasir qila oladimi	Hozirgi vaqtda yoqilg‘i yoqish ko‘payib bormoqda,	Hozirgi vaqtda yoqilg‘i yoqish ko‘payib bormoqda, buning oqibatida atmosferadagi SO ₂ gazining konsentratsiyasi yil davomida umumiy

			miqdori 0,2 foizga oshayotir. Bu esa Er yuzidagi havo haroratining ortishiga olib kelishi mumkin Issiqxona gazlarining asosiy elementlaridan biri bo'lgan karbon oksidini (SO) konsentratsiyasi 1750 yildan million hajm (ppm) bo'yicha 280 zarrachadan 2001 yilning oxirida esa 370 dan oshgan, yoki 32% dan ham ko'p. Bu davrda atmosferada metan va azot oksidi konsentratsiyasi bularga mos ravishda 151% va 17% ga ko'paygan. Buni boshqacharoq tushuntiradigan bo'lsak, yonilg'idan foydalanishning ortib borishi asosiy omil hisoblanmoqda

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

Guruh	Baholash mezonlari

	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
1		
2		

12. SHamol, ob-havo va uni oldindan aytishga doir keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Qishloq xo‘jaligi uchun shamolning ahamiyati kattadir, chunki shamol ham muhit. Shamol qattiq esganda o‘simliklar nobud bo‘ladi, yer quriydi, dovul bo‘lsa xalq xo‘jaligiga va qishloq xo‘jaligiga zarar keltiradi. Shamolni zararli ta’siri shundan iboratki, tuproq ustidagi namlikni bug‘lantiradi. Shamol tabiatning bir xodisasi bo‘lganligi uchun uni oldindan bilib bo‘lmaydi.

Keys yuzasidan savollar:

1. Shamolning hosil bo‘lishi sababini tushuntiring ?
2. Shamolning qishloq ho‘jaligi uchun foydali tomonlari ham bormi?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyat dagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Shamol ning hosil bo‘lishi sababini tushuntiring ?	Havoning Yer yuziga nisbatan gori- zontal harakatini shamol deyiladi	Havoning at- mosferada bosimi katta joydan kam bo- simli tomonga xara- kati shamolni hosil qiladi. Shamolni yo‘nalishi, tezligi va

			o'qin-o'qinligi bilan harakterlaydilar. Barik gradient kuchi ta'sirida vujudga kelgan havo harakatining yo'nalishi barik gradient yo'nalishi bilan aniq mos tushmaydi, balki barik gradient kuchining Yerning o'z o'qi atrofida harakatidan og'diruvchi kuch, markazdan qochma kuch va ishqalanish kuchlari ta'sirida murakkab traektoriya bo'ylab harakatlanadi
	Shamol ning qishloq ho'jaligi uchun foydali tomonlari ham bormi	Shamol okean va dengizlardan nam havoni quruqlikka olib keladi	Shamol okean va dengizlardan nam havoni quruqlikka olib keladi, hamda atmosfera gazlarini tarkibini doimiylikini saqlash bilan birga o'simliklarni namlik bilan ta'minlaydi

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

guruh	Baholash mezonlari

	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

13. Agrometeorologik kuzatishlar va bashoratlarga doir keyslar

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Bahor boshlanishiga tuproqdagi samarali nam zahirasini bashoratlashda eng ahamiyatli omillarga tuproqdagi samarali namning kuzdagi zahirasi, qish davrida yoqqan yog'inlar miqdori yoki qordagi suv zahiralari kiradi. Ma'lumki, namlik bilan etarlicha ta'minlanganda o'simliklarning rivojlanish tezligi haroratning aniq chegaralarda ortishi bilan kuchayadi. Shuning uchun qishloq xo'jalik o'simliklari rivojlanish fazalarining boshlanishini bashoratlashda fazalararo davrdagi o'rtacha harorat, faol harorat yoki samarali haroratlar yig'indisidan foydalaniladi.

Keys yuzasidan savollar:

3.
rish mumkin ?

Bu hodisani qanday tushuntirish mumkin ?

4. O'simliklarni vegetatsiya jarayonlarini oldindan qanday usullar yordamida bashoratlash mumkin?

KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Bu hodisani qanday tushuntirish mumkin?	O'zbekistonning qurg'oqchil rayonlarida qishloq xo'jalik ekinlari hosilining shakllanishi uchun eng ahamiyatli inersion omil tuproq namligi bo'lsa, namlik etarli hududlarda esa eng ahamiyatli omil sifatida havo va tuproq harorati olinadi	G'o'za rivojlanishida shakllangan ko'saklar sonini ham inersion omil qatoriga qo'shish mumkin. Chunki g'o'za shonalaishi davrida har tup g'o'zada dastlab kam ko'sak shakllangan bo'lsa, keyinchalik rivojlanish uchun eng maqbul sharoitda ham tupdagi ko'sak soni ortmaydi, natijada hosildorlik kam bo'ladi. Agrometeorologiyada turli turdagi agrometeorologik bashoratlardan: matematik-statistik, dinamika-statistik, sinoptik-statistik va boshqalardan foydalaniladi.
	O'simliklarni vegetatsiya jarayonlarini oldindan qanday usullar yordamida bashoratlash mumkin?	Agroiqlimshunoslikda umumiy vegetatsiya davrining issiqlik ta'minoti deganda havo haroratining bahorda 5, 10, 12, 15°S dan turg'un ko'tarilish sanasidan tortib to kuzda barqaror	O'simliklarning turi juda ko'p bo'lganligi sababli bir tomondan umumiy qilib issiqlikka bo'lgan talabini bahorda ekin ekilgan sanadan boshlab to hosilni terib olgunga qadar to'plangan havo

		pasayish sanalari oralig'ida to'plangan davr davomiyligi, faol havo harorat yig'indisi va samarali havo yig'indisining miqdori tushuniladi	haroratining 10°S dan yuqori miqdori yig'indisi yoki boshqacha aytgan samarali havo haroratlari yig'indisidan foydalaniladi. O'zbekiston Respublikasi bo'yicha vegetasiya davri uchun 10°S dan yuqori samarali havo haroratlari yig'indisining o'rtacha (m), maksimal (max) va minimal (min) qiymatlari keltirildi. Ulardan hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligiga xizmat ko'rsatishda foydalanilmoqda.

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball

.		
.		

14. Elektromagnit induksiya hodisasi haqida

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Bundan 182 yil muqaddam mashhur ingliz fizigi Faradey hozirgi elektrotexnika uchun asos bo'lgan juda muhim kashfiyotni bunyodga keltirdi. U magnit maydoni yordamida elektr tokini hosil qilishning yangi usulini topdi. Faradeyning asosiy tajribalari juda ham oddiy bo'lib, uni osonlik bilan takrorlash mumkin. Buning uchun izolyasiyalangan sim g'altakni olib, uning ikkala uchini galvonometrga ulaylik. Agar, g'altakka magnit yaqinlashtirilsa, galvonometr strelkasi og'adi, demak, o'tkazgichda tok paydo bo'ladi. Magnit harakatdan to'xtaguncha bu tok o'tkazgichdan o'tib turadi. Magnit to'xtashi bilan galvonometr strelkasi nolga qaytadi. Endi magnitni o'tkazgichdan uzoqlashtirsak, galvonometr yanada qisqa vaqtli tok hosil bo'lganini ko'rsatadi, biroq bu tok teskari yo'nalishda bo'ladi. Magnitni qo'zg'almaydigan qilib qo'yib, g'altakni harakatga keltirish bilan tajriba ko'rinishini o'zgartirish mumkin. G'altak har gal harakat qilganda galvonometr qisqa vaqtli tokning paydo bo'lishini ko'rsatadi. SHu singari tajribani magnitni tokli g'altak bilan almashtirib qaytarish mumkin. G'altaklardan birortasi harakatlenganda galvonometr strelkasi siljimaydi. Nihoyat, ikkala g'altak qo'zg'almay turganda ham birinchi g'altakda tokni yuzaga keltirish mumkin. Buning uchun g'altaklarning birinchisidagi tok kuchini biror yo'l bilan, masalan, kalitni yopib yoki ochib o'zgartirib turish kerak. Kalitni yopib, g'altakdan biriga tok yuborilganda, ikkinchisida har gal ma'lum yo'nalishdagi tok, kalit ochilganda esa teskari yo'nalishdagi tok induksiyalanadi. Tasvirlangan tajribalarni faqat g'altaklar bilan emas, balki har qanday shakldagi o'tkazgichlar, masalan, to'g'ri

chiziq shaklidagi o'tkazgichlar bilan ham qilish mumkin. Bunday hodisa xuddi avvalgidek bo'ladi, faqat induksiyalangan tokning miqdori kamayadi, xolos.

Tasvirlangan tajribalardan qanday xulosalar chiqarish mumkin?

2.O'zagi uzunroq chiqqan ko'p o'ramli g'altakni o'zgaruvchan tok zanjiriga ulaymiz. G'altak atrofida o'zgaruvchan magnit maydoni hosil bo'ladi. SHu maydonda o'zakning chiqqan uchiga alyuminiydan qilingan halqa kiydiramiz. Agar uni ushlab turmasak, u o'zakdan sakrab chiqib ketadi. Agar uni qo'l bilan ushlab tursak, hatto barmoqlarimizni kuydiradigan darajada qiziydi.

Agar halqa o'rniga misdan yasalgan xalqa ko'rinishidagi suvli choynakni joylashtirsak, bir muncha vaqt o'tgach suv qaynay boshlaydi.

Bu hodisalarni qanday tushuntirish mumkin? Bu hodisalar asosida qanday qurilmalar yaratish mumkin?

TALABALAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Keysni mustaqil echish uchun ko'rsatmalar va baholash mezonlari

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Baholash mezonlari (maksimal)
1.Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishing. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2. Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3.Muammoli vaziyatni hal qilish	Muammo ichidagi muammoga e'tibor qarating. Asosiy muammo nimaga qaratilganligini ajratish uchun quyidagilarga e'tibor qarating. 1.Faradeyning induksion tok hosil bo'lishining shartlarini aniqlashga oid	5 ball

	tajribalarni aniqlash. 2. Induksion tok. 3. Elektromagnit induksiya. 4. Induksion elektr yurituvchi kuch. 5. Uyurmaviy toklar. Tavsiyalaringizni bir-biriga bog‘lashni biling.	
4. Muammoli vaziyatni echish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Muammolar echimi variantlarini to‘g‘ri tanlang. Aniq echimini topib quyidagi keltirilgan jadvallarga tushiring. Keys natijalarini tahlil qilib bering.	2 ball

III. KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyatda gi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Berk konturda tokning induksiyanishi	Magnit induksiya oqimining o‘zgarishi natijasida induksion tok hosil bo‘ladi	Magnit g‘altakka kiritilganda galvanometr strelkasi bir tomonga og‘adi, magnitni g‘altakdan chiqarganda esa strelka boshqa tomonga og‘adi.
	Magnit qo‘zg‘atilmaganda induksion tok hosil bo‘lmasligi	CHunki, magnit harakatlanmasa induksion tok hosil bo‘lmaydi	Berk konturda induksion tok hosil qilish uchun birgina magnit maydon bo‘lishi etarli emas, balki magnit harakatlanishi, ya’ni

			magnit maydon o'zgarishi kerak.
	Induksion tokning yo'nalishini o'zgarishi	Magnit g'altakka kiritilganda bir tomonga, chiqarilganda esa qarama-qarshi tomonga og'adi	G'altakda hosil bo'layotgan induksion tok yo'nalishga ega ekanligi kelib chiqadi.
	G'altakni magnit maydonda harakatlantir ganda	G'altak magnit induksiya oqimini kesib o'tishi natijasida ham tok hosil bo'lar ekan	Tajribalar shuni ko'rsatadiki, magnit yoki g'altakdan biri harakatlanishi zarur ekan.
	Ikki g'altakni yonma-yon qo'yib, birini tok manbaiga, ikkinchisini esa galvanometrغا ulasak, unda tok induksiyalanishi mumkinmi?	Bu holda ham birinchi g'altakni kesib o'tuvchi magnit induksiya oqimi o'zgaradi, chunki ikkinchi g'altak zanjirida tok o'zgargani uchun	SHunga o'xshash tajribalar asosida quyidagi xulosaga kelish mumkin: induksion tok berk konturda faqat o'tkazgich konturi orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimi o'zgargandagina hosil bo'ladi, ya'ni magnit oqimi o'zgarib turgan vaqt davomidagina mavjud bo'ladi.
	Temir o'zakli g'altakka o'zgaruvchan tok ulansa, uning atrofida qanday maydon hosil bo'lishi mumkin?	O'zagi uzunroq chiqqan ko'p o'ramli g'altakni o'zgaruvchan tok zanjiriga ulasak, uning atrofida o'zgaruvchan magnit maydoni hosil bo'ladi	Magnit maydonning har qanday o'zgarishida atrof fazoda elektr maydon vujudga keladi. Elektr maydon induksiya elektr tokini vujudga keltirib, konturda erkin zaryadlarni harakatga keltiradi. Magnit maydon o'zgarganda vujudga keladigan elektr maydon

			uyurmali elektr maydon deyiladi.
	Lampochka ali g'altakni temir o'zakli g'altakka kiritilgan, qanday hodisani kuzatish mumkin?	Lampochkali g'altak o'zgaruvchan magnit maydonga kiritilgan, unda induksion tok hosil bo'ladi va lampochka yonadi	O'zgaruvchan magnit maydoni lampochkali g'altakni induksiyalaydi, natijada induksion tok hosil bo'ladi. Lampochka yonadi.
	Alyuminiy y xalqa kiritilgan- chi, unda tok induksiyalanishi mumkinmi?	Alyuminiy g'altak kiritilganda unda ham tok induksiyalanadi, natijada xalqa temir o'zak bo'ylab sakrab chiqib ketishi mumkin	Xalqani o'zakdan sakrashiga sabab shuki, xalqadagi induksion tok vaqtning har bir onida eletromagnit chulqamidan tokka teskari yo'nalgan bo'ladi. Bunday toklar esa o'zaro itarishishadi.
	Alyuminiy y xalqada qanday hodisalarni kuzatish mumkin?	Agar xalqani qo'l bilan ushlab tursak, xatto barmoqlarimizni kuydiradigan darajada qiziydi.	Induksion tokning hamma energiyasi xalqa zarralarining ichki issiqlik energiyasiga aylanib, ularni qizitadi.
0	Alyuminiy y xalqa o'rniga misdan yasalgan xalqa ko'rinishdagi suvli choynakni joylashtirsak-chi?	O'zgaruvchan uyurmaviy magnit maydondagi suvli choynakda bir muncha vaqt o'tgach suv qaynay boshlaydi	O'zgaruvchan magnit maydonida turgan yaxlit metall buyum ichida tutashtiruvchi induksiya toklari uyurmaviy toklar yoki Fuko toklari hosil bo'lishi hisobiga o'tkazgich qattiq qiziydi, natijada suv qaynaydi.

86-100% / 8,6 - 10 ballgacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari										
	<table> <tr> <th data-bbox="375 689 901 828">Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun)</th><th data-bbox="901 689 1484 828">Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun)</th></tr> <tr> <td data-bbox="375 828 901 907">«a'lo» – 2 ball</td><td data-bbox="901 828 1484 907">«a'lo» – 2 ball</td></tr> <tr> <td data-bbox="375 907 901 985">«yaxshi» – 1,5 ball</td><td data-bbox="901 907 1484 985">«yaxshi» – 1,5 ball</td></tr> <tr> <td data-bbox="375 985 901 1064">«qoniqarli» – 1 ball</td><td data-bbox="901 985 1484 1064">«qoniqarli» – 1 ball</td></tr> <tr> <td data-bbox="375 1064 901 1153">«qoniqarsiz»- 0,5 ball</td><td data-bbox="901 1064 1484 1153">«qoniqarsiz»- 0,5 ball</td></tr> </table>	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun)	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun)	«a'lo» – 2 ball	«a'lo» – 2 ball	«yaxshi» – 1,5 ball	«yaxshi» – 1,5 ball	«qoniqarli» – 1 ball	«qoniqarli» – 1 ball	«qoniqarsiz»- 0,5 ball	«qoniqarsiz»- 0,5 ball
Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun)	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun)										
«a'lo» – 2 ball	«a'lo» – 2 ball										
«yaxshi» – 1,5 ball	«yaxshi» – 1,5 ball										
«qoniqarli» – 1 ball	«qoniqarli» – 1 ball										
«qoniqarsiz»- 0,5 ball	«qoniqarsiz»- 0,5 ball										
1											
2											

15. Akustika qonunlari haqida

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Tovush qisqa vaqt davom etadigan hodisa, uni energiya bilan ta'minlab turibgina uzoq davom ettirish mumkin. Tovush hosil bo'lishi uchun tebranish davom etishi kerak (avtotebranish). Tebranish tebranish amplitudasi, soni, davri, tebranish shakli bilan, tovush to'lqini to'lqin uzunligi, to'lqinlar tarqalish tezligi, to'lqin energiyasi bilan ifodalanadi. Inson va hayvonlarning tovushni sezishi sababi havo yoki boshqa elastik muhitda tarqalayotgan elastik to'lqinlarning eshitish organlariga ta'siridir. Bu elastik to'lqinlar manbai tebranayotgan jismlardir. Tebranayotgan jism o'z atrofida tebranayotgan muhit zarrachalarining siyraklashishi yoki quyuqlashishini hosil qiladi. Zarrachalarning siyraklashishi va quyuqlashishi, muhitning elastikligi sababli, unda tarqalib, tovush to'lqinlarini hosil qiladi.

Aytib o'tilgan ilmiy malumotlardan qanday xulosalar chiqarish mumkin?

2. Tovush to'lqinlari, odatdagi mexanik to'lqinlarga o'xshab, sferik yoki yassi frontga ega bo'lishi mumkin. Tovush to'lqinlari gazli, suyuqlik va qattiq muhitlarda tarqalishi mumkin. Gaz va suyuqliklarda ular bo'ylama to'lqin shaklida bo'ladilar, qattiq jismlarda bo'ylama va ko'ndalang to'lqin shaklida bo'ladilar.

Bu hodisalarni qanday tushuntirish mumkin? Bu hodisalar asosida qanday qurilmalar yaratish mumkin?

TALABALAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Keysni mustaqil echish uchun ko'rsatmalar va baholash mezonlari

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Baholash mezonlari (maksimal)
1.Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishing. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2. Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3.Muammoli vaziyatni hal qilish	Muammo ichidagi muammoga e'tibor qarating. Asosiy muammo nimaga qaratilganligini ajratish uchun quyidagilarga e'tibor qarating. 1.Akustika qonunlariga doir ma'lumotga ega bo'lish.. 2. Tebranish amplitudasi. 3. To'lqinlar tarqalish tezligi. 4 Bo'ylama to'lqin. 5. Ko'ndalang to'lqin. Tavsiyalaringizni bir-biriga bog'lashni biling.	5 ball
4.Muammoli vaziyatni echish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Muammolar echimi variantlarini to'g'ri tanlang. Aniq echimini topib quyidagi keltirilgan jadvallarga tushiring. Keys natijalarini tahlil qilib bering.	2 ball

III. KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to'ldiring

/r	Vaziyatda gi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Tebranayo tgan jism o`z atrofida muhit zarralarini hosil qilishi	Zarrachalarning siyraklashishi va quyuqlashishi, muhitning elastikligi sababli, unda tarqalib, tovush to`lqinlarini hosil qiladi	Tebranayotgan jism o`z atrofida tebranayotgan muhit zarrachalarining siyraklashishi yoki quyuqlashishini hosil qiladi. Zarrachalarning siyraklashishi va quyuqlashishi, muhitning elastikligi sababli, unda tarqalib, tovush to`lqinlarini hosil qiladi.
	Bu hodisalarni qanday tushuntirish mumkin Bu hodisalar asosida qanday qurilmalar yaratish mumkin?	Tovush to`lqinlari yordamida uzoqdagi ob`yektlargacha bo`lgan masofalarni o`lchash mumkin	Tovush to`lqinlari yordamida uzoqdagi ob`yektlargacha bo`lgan masofalarni o`lchash mumkin Bu usul radiolokatsiya deb yuritiladi va masofa quyidagi formula yordamida aniqlanadi $S = \frac{vt}{2}$

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballagacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	Baholash mezonlari	
	Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
.		
.		

16. Suyuqliklar va qattiq jismlarning xossalari, tuzilishi haqida

KEYSLAR



Vaziyatli masalalar!

Bir podsho ulamolariga ko'p narsa qo'limdan keladi deb maqtanadi. SHunda vaziri shohim unday demang, ba'zi narsalar borki, uni siz qila olmaysiz deb maslahat qiladi. Baribir podsho o'z so'zida turib oladi. O'shq kuni podshoning besh yosh o'g'il nabirasi bobosini oldiga kelib suv so'raydi. Bobosi suv oldirib kelib nabirasiga beradi. Nabirasi suvni ichmayman sut keltiring deydi. Bobosi sut keltirishni buyuradi. Bola sutni ichib ko'rib ichmayman deb xarxasha qiladi. SHunda podsho nima qilsam tinchiysan deydi. Bola sutni suvga qo'shing deydi. Podsho noiloj suvga sutni qo'shadi. Bola bu suyuqlikni ichib ko'rib to'palon qila boshlaydi. Bobo buni ham ichmayman, bu suyuqlik bemaza ekan deydi. Bolam nima qilsam tinchiysan deydi podsho. Bola bobo suvdan sutni ajratib bering deb iltijo qiladi. Afsuski, suvga aralashib ketgan sutni endi ajratib bo'lmaydi.

1. Aytib o'tilgan malumotlardan qanday ilmiy xulosalar chiqarish mumkin?

2. Bu hodisalarni qanday tushuntirish mumkin? Bu hodisalar asosida qanday qonuniyatlar yotadi?

TALABALAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Keysni mustaqil echish uchun ko'rsatmalar va baholash mezonlari

Ishni tashkil qilish bosqichlari	Tavsiyalar	Bahola sh mezon (maksimal)
1. Keys bilan tanishish	Avvaliga keys bilan tanishing. O'qib chiqish paytida hayotiy muammolarga oid ma'lumot va axborotlarga e'tibor qarating.	-
2. Berilgan vaziyat bilan tanishish.	Berilgan axborotlarni yana bir bor diqqat bilan o'qib chiqing.	3
3. Muammoli vaziyatni hal qilish	Muammo ichidagi muammoga e'tibor qarating. Asosiy muammo nimaga qaratilganligini ajratish uchun quyidagilarga e'tibor qarating.	5 ball

	1.Suyuqlikdagi qonunlar.. 2. Diffuziya. 3. Suv va sutning aralashmasligi. Tavsiyalaringizni bir-biriga bog‘lashni biling.	
4.Muammoli vaziyatni echish usuli hamda vositalarni tanlash, asoslash.	Muammolar echimi variantlarini to‘g‘ri tanlang. Aniq echimini topib quyidagi keltirilgan jadvallarga tushiring. Keys natijalarini tahlil qilib bering.	2 ball

III. KEYSOLOGNING JAVOB VARIANTI

“Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldiring

/r	Vaziyatdagi muammolar turi	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari	Muammoli vaziyatning echimi
	Aytib o‘tilgan malumotlardan qanday ilmiy xulosalar chiqarish mumkin	Biroq suyuqlikning shakli, gazning shakli singari, idishning shakli bilan belgilanadi, Kristallardan farqli ravishda suyuqliklarda uzoq tartib bo‘lmaydi, faqat yaqin tartib bo‘ladi	Suyuq holat o‘zining ko‘p belgilariga ko‘ra qattiq va gazsimon holatlar orasida turadi. Suyuqliklarning yopishqoqligi qattiq jismlarning yopishqoqligidan ancha kichik, gazlarning yopishqoqligidan ancha katta. Gaz molekulalari orasidagi masofa molekulalar o‘lchamlaridan bir necha marta katta; suyuqlikda molekulalar

			bir-biriga tegib joylashadn. Shunnng uchun suyuqliklarnng zichligi gazlarnng zichligidan bir necha marta katta (normal bosimda) va qattiq jismlarnng zichligidan deyarli farq qilmaydi
	Bu hodisalarni qanday tushuntirish mumkin Bu hodisalar asosida qanday qurilmalar yaratish mumkin?	Suyuqliklar moddalarning juda keng sinfini o'z ichiga oladi: ular oddiy, haqiqatan kam izotrop va uzoq, tartibi yo'q sodda moddalardan tortib to murakkab, uzoq tartib va anizotropin elementlari mavjud bo'lgan polimerlardan iboratdir	Suyuqlikning eng xarakterli molekulalar xossasi sirt taranglikdir. Bu xossa suyuqlikning sirtki qatlamidagi molekulalarning ichidagi molekulalarga nisbatan alohida holatda bo'lishi bilan bog'liq. Suyuqlik ichidagi molekulalar barcha tomondan qo'shnilar bilan tekis o'ralgan, sirdagi molekulalar esa tekis o'ralgan emas. Shuning uchun ilashish kuchlarining teng ta'sir etuvchisi sirtki qatlamdagi molekularni ichkariga tortishga intiladi va sirtni kengaytirish, masalan, suyuq pardani cho'zish uchun molekulalarni ichkaridan sirtga tortib chiqarishga ish sarf qilishga to'g'ri keladi.

			Sirt birligini hosil qilishga sarflangan ish sirt tarangligi deb ataladi. Sirt tarangligi son jihatidan suyuqlik sirtini chegaralovchi chiziqning uzunlik birligiga ta'sir etuvchi va bu sirtni kichraytirishga intiluvchi kuchga teng

Keys bilan ishlashning baholash mezonlari

86-100% / 8,6 - 10 ballagacha – «a'lo»

71-85% / 7,1 – 8,5 ballgacha – «yaxshi»

55-70% / 5,6- 7 ballgacha – «qoniqarli»

Guruhlarning ishlarini baholash jadvali

uruh	G	Baholash mezonlari	
		Taqdimot (mazmuni, ma'nosi va xulosalarning isboti uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball	Muammoli masalaning echimi (to'g'riligi va echimning ketma-ketligi uchun) «a'lo» – 2 ball «yaxshi» – 1,5 ball «qoniqarli» – 1 ball «qoniqarsiz»- 0,5 ball
1	.		

2		

VI. MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI

“Fizika va agrometeorologiya” bo'yicha talabalarning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Talabalar auditoriya maashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, laboratoriya ishlarini olib boradilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni, laboratoriya mashg'ulotlari qo'llanmalarini konspekt qiladi, uy vazifa qilib berilgan topshiriqlarni bajaradi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. SHuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyatini samarali bo'lishi mkmkin emas.

Uy vazifalarini tekshirish va baholash laboratoriya mashg'ulotini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

“Fizika” fanidan mustaqil ish majmuasi fanning barcha mavzularini qamrab olgan va quyidagi 21 ta katta mavzu ko'rinishida shakllantirilgan.

Mustaqil ta'lim mavzulari

	Mustaqil ta’lim mavzulari	Berilgan topshiriqlar	ajar. muddat	B ajmi soatda)	
				archa	
I-semestr					
	O‘zbekistonda fizika fanining rivojlanishiga hissa	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni	1		

	qo'shgan olimlar	bajarish	-hafta		
	Olamni fizik manzarasi xaqida ma'lumot	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 -hafta		
	Moddaning tuzilishi haqida umumiy umumiy tushunchalar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	2 -hafta		
	Richag va bloklarning qo'lla-nilishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	2 -hafta		
	Harakat miqdorining o'zgarish qonunlari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	3 -hafta		
	Fizika qonunlaridan qishloq xo'jaligini avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashda foydalanish.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	3 -hafta		
	Koinotning tuzilishi xaqida haqida ma'lumotlar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	4 -hafta		
	Fizikani o'rganishda kompyuter-dan foydalanish. Fizik hodisalarni modellashtirish va ularni o'rganish.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	4 -hafta		
	Osmotik bosim xaqida ma'lu-motlar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	5 -hafta		
0	Qishloq xo'jalik mahsulot-larini etishtirish va saqlashda namlik va temperaturaning roli.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	5 -hafta		
	Suyuqlik va gazlar bosimidan qishloq xo'jalik	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni	6		

1	ishlab chiqarishida foydalanish.	bajarish	-hafta		
2	Gazning ichki energiyasi xaqida tushunchalar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	6 -hafta		
3	Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	7 -hafta		
4	Q/x ishlab chiqarishida elektr energiyasidan foydalanish turlari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	7 -hafta		
5	Elektr va magnit maydonlarining qishloq xo'jalik o'simliklari-ning urug'lari va rivojlanishiga ta'siri	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	8 -hafta		
6	Elektr tokining qishloq xo'jalik o'simliklari urug'lari va o'sishiga ta'siri	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	8 -hafta		
7	Erning magnit maydoni	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	9 -hafta		
8	Qishloq xo'jaligida elektr ener-an energiyasidan foydalanish istiqbol-lari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	9 -hafta		
9	Tranzistorlar va kuchaytirgichlarning qo'llanilishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	9 -hafta		
0	YArim o'tkazgichli termo va fotoelementlar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 0-hafta		
1	Lazer nurlarining q/x da qo'llanilishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 0-hafta		

2	Infraqizil va ultrabinafsha nurlardan qishloq xo'jaligida foydalanish.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 0-xafta		
3	O'zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 1-hafta		
4	Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 1-hafta		
5	Ko'z-optik sistema. Ko'zning spektral sezgirligi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 1-hafta		
6	YOrug'likning fiziologik ta'siri xaqida tushunchalar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 2-hafta		
7	O'zbekistonda atom yadrosi sohasida olib borilayotgan ishlar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 2-hafta		
8	Atom energiyasidan qishloq xo'ja- ligida foydalanish	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 2-hafta		
9	Ionlashtiruvchi nurlarning q/x da ishlatilishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 3-hafta		
0	Radioaktiv emirilish xaqida tushuncha	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 3-hafta		
1	O'zbekistonda gidrometeo-rologiya va agrometeorologiya xizmatlarining rivojlanishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 3-hafta		
2	Er yuzida atmosfera bosimini o'zgarishi. Gorizontalar barik gradienti	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 4-hafta		
3	Quyosh radiatsiyasining turli relefli erlarga va ekinlarga tushishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 4-hafta		

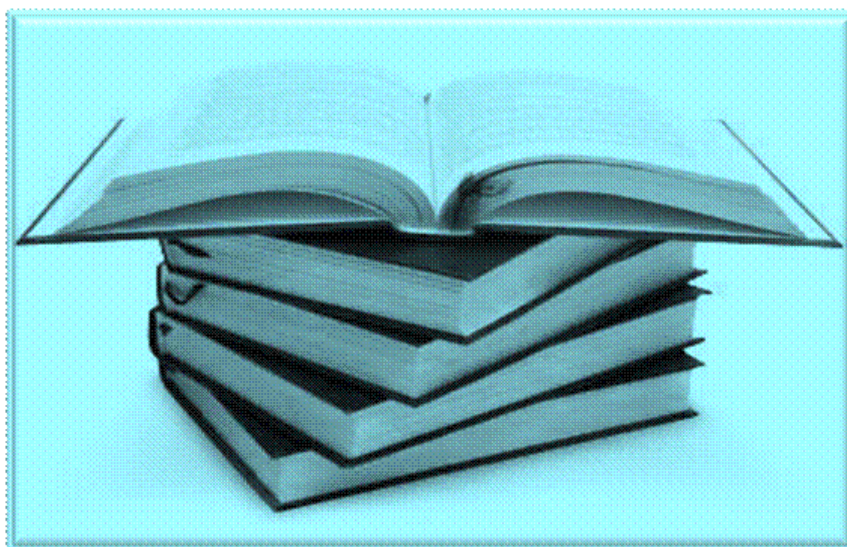
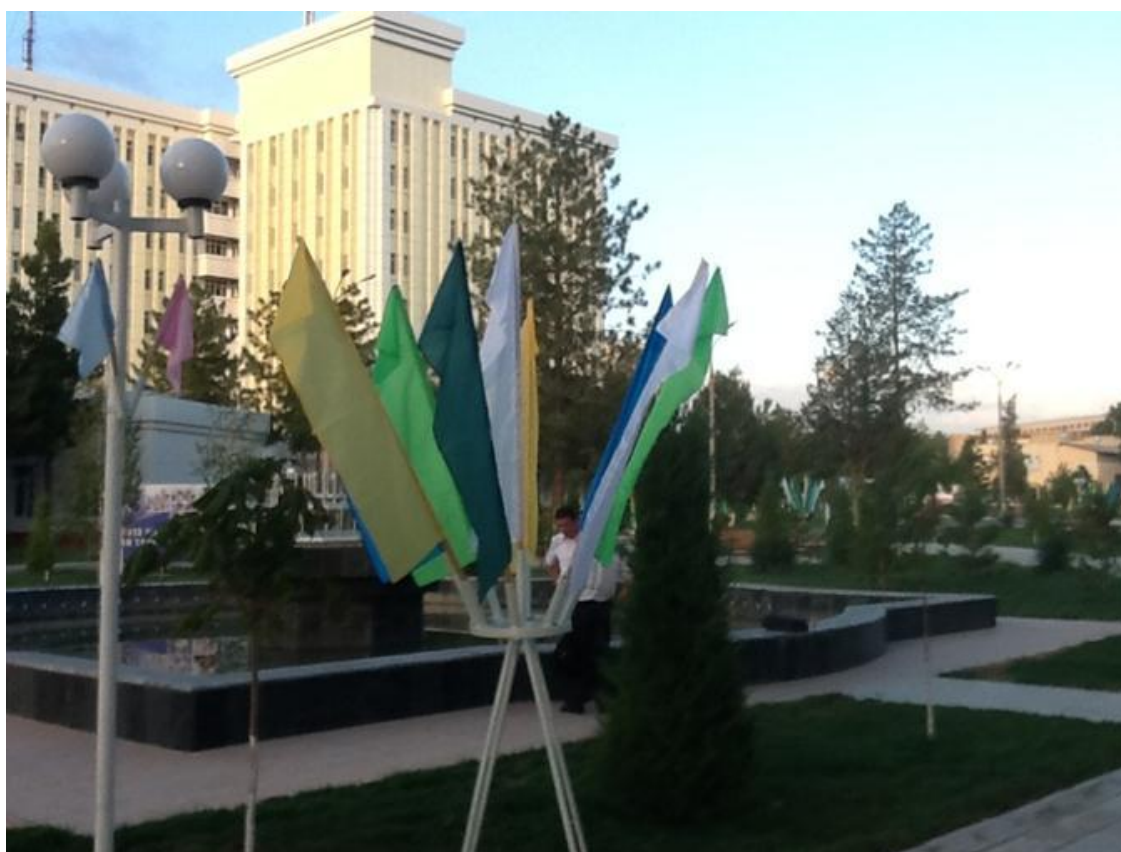
4	Tuproq termoizopletalari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 4-hafta		
5	Havo haroratining o'lchash usullari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 5-hafta		
6	SHudring, qirov, bulduruq, yaxmalak, tuman to'g'risida tushunchalar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 5-hafta		
7	Qor qoplaminig o'lchash usullari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 5-hafta		
8	Tuproq namligini o'lchash usullari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 6-hafta		
9	Mahalliy shamollar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 6-hafta		
0	Sinoptik xaritalar, Ob-havo bashoratlari haqida tushuncha. Ob-havo xizmati	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 6-hafta		
1	Qurg'oqchilik va garmsellar	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 7-hafta		
2	Iqlimning qishloq xo'jalik ekinlariga ta'siri	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 7-hafta		
3	Agrometeorologik kuzatish tarkibi va dasturi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 7-hafta		
4	Atmosferaning yuqori qatlamlarini kuzatish usullari	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 8-hafta		
5	Agrometeorologik xizmat ko'rsatish haqida umumiy tushuncha	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1 8-hafta		
	Jami				

				6	1

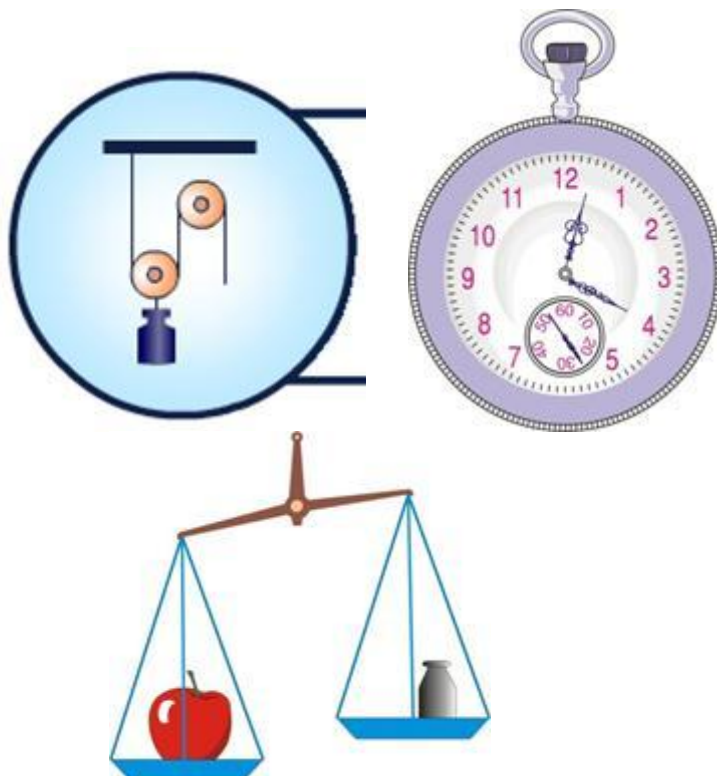
2.6. Dasturning informatsion uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo'llash nazarda tutilgan.

VII. GLOSSARIY



MEXANIKANING FIZIKAVIY ASOSLARI



	O'ZBEK HA	INGLIZ HA	
	Fizikaviy tushunchalar	Physical concepts	Ta'rif
	Mexanikaviy harakat	Mechanical movement	Jismlar yoki ular qismlari vaziyatining fazoda vaqt o'tishi bilan bir-biriga nisbatan o'zgarishi
	Mexanika	Mechanic	Fizikaning mexanikaviy harakatlar qonuniyatlarini va bu harakatlarni keltirib chiqaruvchi va o'zgartiruvchi sabablarni o'rganuvchi bo'limi
	Klassik fizika	Classical physics	G. Galiley va I. Nyuton tomonidan yaratilgan va yorug'likning bo'shliqda tarqalish tezligiga

			nisbatan juda ham kichik tezliklarda harakatlanuvchi makroskopik jismlar harakati qonunlarini o'rganuvchi mexanika
	Relyativistik mexanika	Relativistic mechanics	A. Eynshteyn tomonidan yaratilgan maxsus nisbiylik nazariyasiga asoslangan va yorug'likning bo'shliqda tarqalish tezligi bilan taqqoslanarli tezliklarda harakatlanuvchi makroskopik jismlar harakati qonunlarini o'rganuvchi mexanika
	Kvant mexanikasi	Quantum mechanics	Fizikaning alohida atom va elementar (subatom) zarralar kabi mikroskopik jismlar (ob'ektlar) tabiatini o'rganuvchi bo'limi
	Kinematika	Cinematics	Mexanikaning jismlar harakatini keltirib chiqaruvchi sabablarni hisobga olmagan holda bu xarakatlarni o'rganuvchi bo'limi
	Moddiy nuqta	the material point	Noldan farqli massaga ega bo'lgan va geometrik o'lchamlari qaralayotgan masofaga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan jism

	Erkinlik darajalari soni	The number of degrees of freedom	Nuqtaning fazodagi vaziyatini to'liq aniqlovchi o'zaro bog'liq bo'lmagan koordinatalari soni
	Harakat traektoriyasi	Trajectory	Jismning o'z harakati mobaynida bosib o'tgan nuqtalari to'plamidan iborat bo'lgan egri chiziq
0	Oniy tezlik	The instantaneous speed	Harakatlanuvchi jism ko'chishidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga miqdor jihatidan teng bo'lgan va harakat traektoriyasining har bir nuqtasiga urinma bo'ylab yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
1	Traektoriya egriligi	Trajectory Curvature	Traektoriyaning berilgan nuqtasidagi egrilik radiusiga teskari bo'lgan fizikaviy kattalik
2	Tangensial tezlanish	Tangential acceleration	Aylanma harakat chiziqli tezligi o'zgarishini miqdor jihatidan tavsiflovchi va harakat traektoriyasiga urinma bo'ylar yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
3	Normal tezlanish	Normal acceleration	Aylanma harakatda traektoriyaning berilgan nuqtasidan egrilik markazi tomon yo'nalgan va chiziqli tezlikning o'zgarishini

			miqdor jihatidan tavsiflovchi fizikaviy vektor kattalik
4	Burchak tezlik	Angular speed	Aylanma harakatda burilish burchagidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga miqdor jihatidan teng bo'lgan va yo'nalishi aylanish o'qi bo'ylab o'ng vint qoidasiga ko'ra aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
5	Markazga intilma tezlanish	Acceleratio n toward the center	Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning normal tezlanishi
6	Dinamika	Dynamics	Mexanikaning jismlar harakatini keltirib chiqaruvchi va bu harakatning o'zgarishi sabablarini o'rganuvchi bo'limi
7	Nyutonnin g birinchi qonuni	Newton's first law	Ilgarilanma harakatlanuvchi jismga boshqa jismlar ta'sir qilmagunicha yoki boshqa jismlar ta'siri o'zaro kompensatsiya- langan holida u o'z tezligini o'zgartirmasdan saqlaydigan shunday sanoq sistemalari mavjudligini tavsiflovchi qonun. Uni yana inersiya qonuni deb ham yuritiladi.

8	Inersiya	Inert	Jism tinch holati yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlay olish qobiliyatini tavsiflovchi fizikaviy tushuncha
9	Nyutonnin 2- qonuni	Newton's second law	Jismga ta'sir qilayotgan kuch, uning massasi va tezlanishlari orasidagi munosabatni miqdoriy ifodalovchi qonun
10	Nyutonnin 3- qonuni	Newton's third law	Jismlar o'zaro ta'sirlashganda miqdor jihatidan teng, lekin yo'nalishi jihatidan qarama-qarshi bo'lgan kuchlar bilan ta'sirlashuvini tavsiflovchi qonun. Uni yana ta'sir-aks ta'sir qonuni deb ham yuritiladi.
11	Butun olam tortishish qonuni	The law of universal gravita- tion	Noldan farqli massaga ega bo'lgan har qanday jismlar o'zaro tortishishini va bu tortishish jismlar massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, jismlar massa markazlari orasidagi masofaning kvadratiga esa teskari proporsional bo'lgan kuch bilan ifodalanishini miqdoriy jihatdan tavsiflovchi qonun
12	Ishqalanish kuchi	Friction	Jism boshqa bir jism sirtida

		force	harakatlanayotganda unga ta'sir qiluvchi va buning natijasida jismning mexanikaviy energiyasi ichki energiyaga aylanishiga sabab bo'luvchi mexanikaviy kuch
3	Elastik deformatsiya	The elastic deformation	Tashqi kuchlar ta'siri yo'qolganida jismning boshlang'ich shakli va o'lchamlari qayta tiklanishi hodisasi
4	Elastiklik kuchi	Elasticity	Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi va tashqi kuchlar ta'siriga teskari yo'nalgan mexanikaviy kuch
5	Guk qonuni	Law Guk	Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi kuchni deformatsiyalanish parametrlari bilan munosabatini miqdoriy va yo'nalish jihatidan ifodalovchi qonun
6	Kuchning elementar ishi	Elementary	Jismga qo'yilgan kuch va elementar ko'chishlarning skalyar ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy kattalik
7	Quvvat	Strength	Birlik vaqt mobaynida bajarilgan ishga son jihatidan teng bo'lgan fizikaviy kattalik
8	Kinetik energiya	Kinetic	Jismning o'z harakati tufayli ega

		energy	bo'ladigan energiyasi
9	Potensial energiya	Potential energy	Jismning boshqa biror jism (jismlar) yoki maydon bilan o'zaro ta'sirlashuvi tufayli ega bo'ladigan energiyasi
0	Mexanikaviy energiyaning saqlanishi qonuni	Law of the stored mechanical energy	Faqat konservativ kuchlar ta'sir qiluvchi sistemada to'liq mexanikaviy energiyaning vaqt o'tishi bilan o'zgarmasligini isbotlab beruvchi qonun
1	To'liq elastik zarba	Full elastic shock	O'zaro ta'sirlashayotgan jismlarda hech qanday qoldiq deformatsiya qolmaydigan va bu jismlarning to'liq mexanikaviy energiyasi saqlanadigan zarba
2	To'liq noelastik zarba	Completely inelastic impact	O'zaro ta'sirlashuvdan so'ng jismlar birlashib xuddi yaxlit bir jismdek harakatlanish yuz beradigan zarba
3	Qo'zg'alm as nuqtaga (o'qqa) nisbatan kuch momenti	Fixed point (fired) power were moments	Kuch vektorining uning qo'yilish nuqtasidan qo'zg'almas nuqttagacha (o'qqacha) bo'lgan (eng qisqa) masofaga vektor ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
4	Kuch momentining	The power to change the mo-	Kuch qo'yilgan nuqtani uning ta'sir

	o'zgarmaslik xususiyati	mentum feature	qilish chizig'i bo'ylab boshqa biror bir nuqtaga ko'chirilganda ham qo'zg'almas nuqtaga (o'qqa) nisbatan kuch momenti o'zgarmasdan qolaveradi
5	Jismning biror bir aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti	An inert moments when the axis of rotation of the object	Biror qo'zg'almas o'q atrofida aylanayotgan jismning uning ushbu harakatidagi inertlik xususiyatini miqdor jihatidan tavsiflovchi fizikaviy kattalik
6	Moddiy nuqtaning qo'zg'almas nuqtaga nisbatan impuls momenti	Financial index fixed point impulse moments when	Moddiy nuqta impulsi vektori va uning qo'yilish nuqtasidan qo'zg'almas nuqtagacha bo'lgan masofaga vektor ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
7	Momentlar tenglamasi	Moments equation	Jismning qo'zg'almas o'qqa nisbatan impuls momentidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasini shu jismning kuch momenti bilan ifodalovchi tenglama
8	Impuls momentining saqlanish qonuni	Law to avoid impulse momentum	YOpiq sistemadagi jismlar impuls momentlarining geometrik yig'indisi vaqt o'tishi bilan o'zgarmasligini isbotlovchi qonun

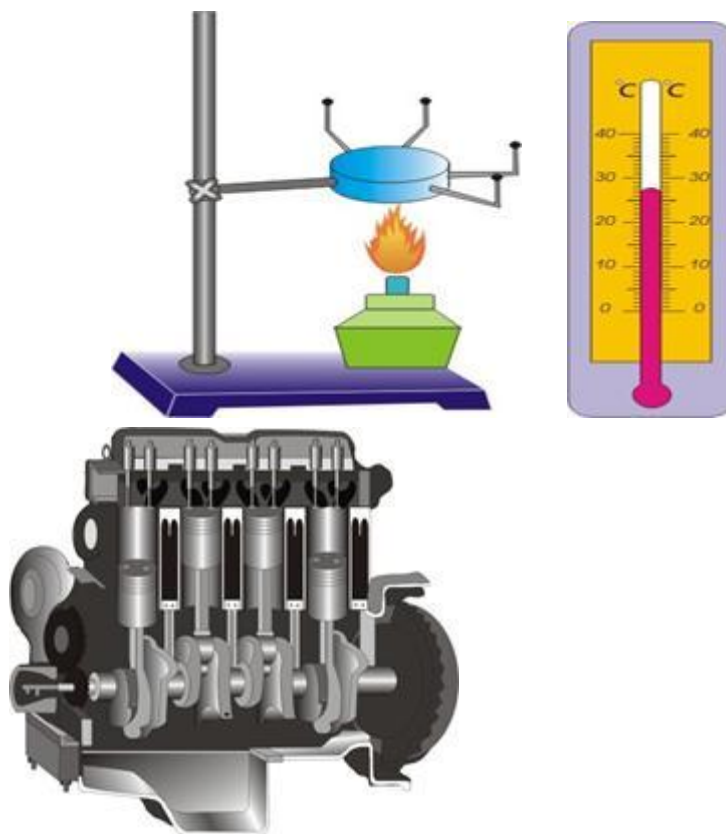
9	Xususiy yoki erkin tebranishlar	Private or fluctuations	Sistema tinch holatidan og‘dirib qo‘yib yuborilganida yuzaga keladigan tebranishlar
0	Garmonik tebranishlar	Harmonic vibrations	Tebranayotgan jismning ko‘chishi sinus yoki kosinus qonuniga muvofiq yuz beradigan davriy jarayon
1	Garmonik tebranishlar xususiyati	Harmonic vibration feature	Davrining qiymati uning amplitudasi bilan bog‘liq bo‘lmagan tebranishlar
2	Koriolis qonuni	Law Koriolis	Noinersial sanoq sistemasida o‘zgarmas burchas tezlik bilan harakatlanuvchi jismga ta’sir qiluvchi kuchni miqdor va yo‘nalish jihatidan tavsiflab beruvchi qonun
3	Galileynin g tezliklarni qo‘shish munosabati	Due to the speed of Galileo	Bir inersial sanoq sistemasidan boshqa bir inersial sanoq sistemasiga o‘tganda jism harakati tezligi o‘zgarishini ifodalovchi munosabatlar
4	Eynshteyn ning birinchi postulati	Einstein first postulati	Tabiatning barcha qonunlari barcha inersial sanoq sistemalarida bir xilda yuz berishini ta’kidlovchi ilmiy faraz
5	Eynshteyn ning ikkinchi postulati – yorug‘likning bo‘shliqda	Einstein kept in kinchi postulati - the dis- tribution of the light principle in-	YOrug‘likning bo‘shliqda tarqalish tezligining kuzatuvchiga va yorug‘lik manbaining harakatlanish

	tarqalish tezligi-ning invariantligi prinsipi	variant ligi	tezligiga bog'liq emasligi va bu hodisa barcha inersial sanoq sistemalarida bir xilda yuz berishini ta'kidlovchi ilmiy faraz
6	Jismning tinchlikdagi massasi	Body-mass	Tayin bir sanoq sistemasiga nisbatan tinch turgan jismning shu sanoq sistemasining o'zida o'lchangan massasi
7	Jism massasi va energiyasi o'rtasidagi munosabat	Body mass and energy on the occasion	Jismning massasi va energiyasini bog'lovchi munosabat
8	Jismning tinchlikdagi energiyasi	Kinetic energy of peace	Jismning tinchlikdagi massasi va energiyasini bog'lovchi munosabat
9	Gidroaerodinamika	Gidroaerodinamika	Mexanikaning suyuqlik va gazlar muvozanati va harakati, ular o'rtasidagi va qattiq jismlar sirti bo'ylab oqishidagi o'zaro ta'sirlarni o'rganuvchi bo'limi
10	Siqilmaydigan suyuqlik	Liquid Siqilmaydigan	Hamma nuqtalarda zichligining kiymati bir xil bo'lgan va vaqt mobaynida o'zgarmaydigan suyuqlik
1	Suyuqlik bosimi	Fluid pressure	Suyuqlik tomonidan birlik yuzaga ta'sir qiluvchi va shu

			suyuklik joylashgan idish sirtiga tik yoʻnalgan kuchga teng boʻlgan fizikaviy kattalik
2	Paskal qonuni	Pascal's law	Muvozanat holatidagi suyuqlikning oʻzi turgan idish devoriga bosimi idishning barcha nuqtalarida bir xilligini isbotlovchi qonun
3	Arximed qonuni	Archimede s	Suyuqlik yoki gazga botirilgan jismga shu suyuqlik yoki gaz tomonidan jism botirilgan qismining hajmiga teng miqdorda olingan suyuqlik yoki gaz ogʻirligiga teng va yuqoriga qarab tik yoʻnalgan kuch taʼsir qilishini isbotlovchi qonun
4	Uzluksizlik tenglamasi	Continuity equation	Siqilmaydigan suyuqlik oqimi tezligining shu suyuqlik oqayotgan truba koʻndalang kesimi yuzasiga koʻpaytmasi trubaning ixtiyoriy nuqtasida bir xilligini ifodalovchi munosabat
5	Statik bosim	Static pressure	Suyuqlik tomonidan oʻzi oqayotgan jism sirtiga beradigan bosimi
6	Dinamik bosim	Dynamic pressure	Suyuqlik zichligining uning oqimi tezligi kvadratiga

			ko'paytmasiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
7	Torrichelli formulasi	Torricelli's formula	Suyuqlikning o'zi joylashgan idish devori yoki tubining kichik teshigi orqali oqib chiqish tezligi suyuqlik ustuni balandligi va erkin tushish tezlanishiga ko'paytmasidan olingan kvadrat ildizga to'g'ri proporsional ekanligi ifodalovchi munosabat
8	Qovushqoq lik	Viscosity	Real yoki suyuqliklarning shu gaz yoki suyuqlik bir qismini boshqa kislmlariga nisbatan siljishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati
9	Ko'tarish kuchi	The power to raise	Suyuqlik yoki gazda harakatlanuvchi jismga ta'sir qiluvchi va suyuqlik oqimi yo'nalishiga tik yo'nalgan kuch

STATISTIK FIZIKA VA TERMODINAMIKA



	Molekulya r fizika	Molecular physics	Fizikaning uzluksiz xaotik harakatlanuvchi juda ko‘p miqdordagi atom va molekulalardan iborat modda tuzilishi va hossalarini o‘rganuvchi bo‘limi
	Molekulya r-kinetik nazariya	Molecular- kinetic theory	Molekulyar fizikaning sistemalarni statistik o‘rganish usuliga asoslangan bo‘limi
	Termodina mika	Thermodyn amics	Fizikaning makroskopik sistemalar hossalarini ularda sodir bo‘ladigan mikroskopik jarayonlarni hisobga olmagan holda fenomenologik

			yondashuv usulidan foydalanib o'rganuvchi bo'limi
	Nisbiy molekulyar massa	The relative molecular mass	Modda molekulasidagi massasining uglerod S_{12} izotopi molekulasidagi massasining 1/12 qismiga nisbati bilan aniqlanuvchi massa birligi
	Mol	Mol	0,012 kg miqdorida olingan uglerod S_{12} izotopidagichalik molekular soniga ega bo'lgan modda miqdori
	Ideal gaz	Ideal gas	Gazning uni tashkil qilgan molekullari xususiy hajmi shu gaz joylashgan idish hajmiga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan, molekullararo o'zaro ta'sirlar yo'q deb hisoblanadigan va hamda molekullarning o'zaro va idish devorlari bilan to'qnashuvlari to'liq elastik deb ideallashtirilgan fizikaviy modeli
	Ideal gaz holati tenglamasi (Mendeleev-Klapeyron tenglamasi)	The ideal gas equation of state (Mendeleev equation Klapeyron)	Ideal gazning bosimi, hajmi va haroratlarini o'rtasidagi umumiy munosabatni tavsiflovchi tenglama

	Statistik fizika	Statistical physics	Nazariy fizikaning juda ham ko'p miqdordagi zarralardan tashkil topgan sistemalar hossalari statistik usullar bilan o'rganuvchi bo'limi
	Maksvell taqsimoti	Maxwell distribution	Gaz molekulalarining tezliklari bo'yicha taqsimoti. Bu munosabat gaz molekulasining massasi va harorati orqali ifodalanadi va u vaqtga bog'liq emas.
0	Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi	Molecular-kinetic theory is the basic equation	Gaz bosimining molekulalar konsentratsiyasi, massasi va o'rtacha kvadratik tezligiga to'g'ri proporsional bog'lanishini ifodalovchi tenglama
1	Bolsman qonuni	Boltzmann law	Gaz molekulalari energiyasining erkinlik darajalari bo'yicha teng taqsimlanishi haqidagi qonuni. Bunda har bir ilgarilanma va aylanma erkinlik darajalariga mos keluvchi energiya ga, har bir tebranma erkinlik darajasiga mos keluvchi energiya esa kT ga teng.
2	Muvozanat holati	Balance	Sistemaga tashqi ta'sirlar bo'lmaganda undagi barcha termodinamik

			parametrlar etarlicha uzoq vaqt mobaynida ma'lum bir o'zgarma qiymatlarni qabul qiladigan holati
3	Nomuvozat holati	State of imbalance	Sistemada xech bo'lmaganda bitta termodinamik parametr ma'lum bir o'zgarma qiymatni qabul qilmaydigan holati
4	Termodinamikaning birinchi qonuni	The first law of Thermodynamics	Sistemaga berilgan issiqlik miqdori, sistema ichki energiyasining o'zgarishi va shu sistema tomonidan tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishlar o'rtasidagi munosabatni ifodalovchi qonun
5	Issiqlik sig'imi	Heat capacity	Jism haroratini bir kelvinga oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
6	Izojarayonlar	Izoprocess	Ideal gazlarning massasini va hech bo'lmaganda bitta termodinamik parametrini vaqt o'tishi bilan o'zgartirmasdan olib boriladigan jarayonlar
7	Adiabatik jarayon	The process adiabatically	Ideal gazlarning tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan boradigan jarayoni
8	Qaytar jarayonlar	Return	Sistemaning teskari yo'nalishini ham

		process	xuddi to'g'ri yo'nalishida bosib o'tgan oraliq holatlari orqali olib borish mumkin bo'lgan jarayonlar
9	Karno sikli	Carney cycle	Sistemaning ikkita adiabata va ikkita izotermadan iborat berk jarayonlari majmui
0	Termodinamikaning ikkinchi qonuni	The second law of Thermodynamics	Tabiatdagi jarayonlarning sodir bo'lishi yo'nalishi va xarakterini aniqlovchi qonuniyat
1	Entropiya	Entropy	Sistemaning uning differensial jarayonning juda ham kichik bo'lgan qismida jismga uzatilgan issiqlik miqdorini issiqlik uzatuvchi jism haroratiga nisbati bilan aniqlanuvchi holat funksiyasi
2	Klauzius teoremasi	Klauzius theorem	Ideal gazni bir holatidan boshqa bir holatiga o'tishida keltirilgan issiqliklar yig'indisi o'tishlar yo'liga bog'liq bo'lmasligini isbotlovchi ilmiy hulosasi
3	Fizikaviy kattaliklarning fluktuatsiyalari	Physical size fluctuations,	Fizikaviy kattaliklarning ularning o'rtacha qiymatlaridan og'ishlari
4	Absolyut fluktuatsiya	Sbsolute fluktuatsiya	Berilgan fizikaviy kattalikning haqiqiy va o'rtacha qiymatlari farqi

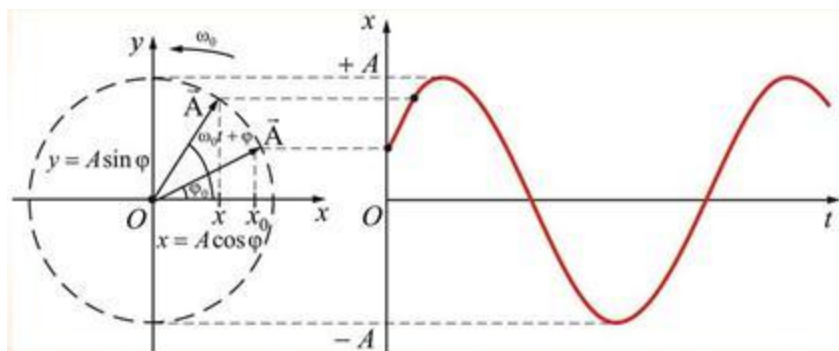
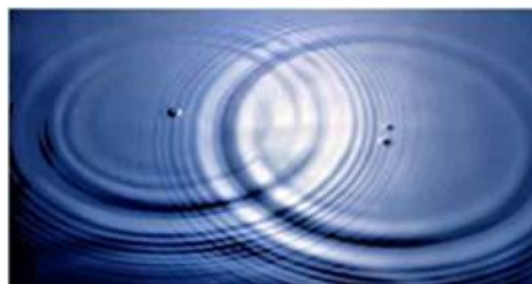
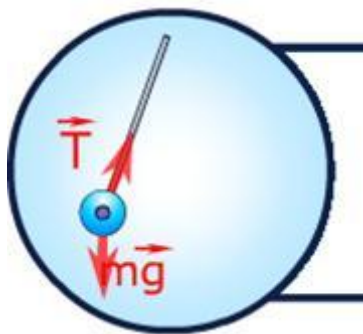
			kvadratining o'rtacha qiymatidan olingan kvadrat ildizga teng miqdor
5	Nisbiy fluktuatsiya	Relative fluktuatsiya	Berilgan fizikaviy kattalik absolyut fluktuatsiyasining shu kattalik o'rtacha qiymatiga nisbatiga teng bo'lgan miqdor
6	Van-der-Vaals tenglamasi	Van-der-Vaals equation	Real gaz holatining gaz molekulalari xususiy hajmi va molekulalararo o'zaro ta'sir kuchlarini hisobga olib yozilgan tenglamasi
7	Kritik harorat	Critical temperature	Real gazning parametrlariga bog'liq bo'lgan, Van-der-Vaals tenglamasi faqat bitta haqiqiy echimga ega bo'lgan va gazning ideal gazga yaqinligidan dalolat beruvchi harorat
8	Faza	Phase	Modddaning o'zining mumkin bo'lgan boshqa muvozanat holatlaridan fizikaviy xossalari bilan farqlanuvchi termodinamik muvozanat holati
9	Fazaviy o'tish	Phase	Modddaning bir fazaviy holatdan ikkinchi fazaviy holatga o'tishi hodisasi

0	I-tur fazaviy o'tishi	I group phase	Issiqlik yutilishi yoki ajralishi bilan sodir bo'luvchi fazaviy o'tish
1	II-tur fazaviy o'tishi	II phase transitions	Issiqlik yutilishi yoki ajralishi bilan bog'liq bo'lmagan va issiqlik sig'imining sakrab o'zgarishi bilan sodir bo'luvchi fazaviy o'tish
2	Sublimatsiya yoki "vozgonka"	Sublimation or "vozgonka"	Qattiq jism molekulalarining molekulalararo tortishish kuchini engib ularni atrof-muhitga o'tishi bilan sodir bo'luvchi jarayon
3	Klapeyron-Klauzius tenglamasi	Klapeyron-equation Klauzius	Biror bir modda ikki xil fazasi muvozanati funksiyasini hisoblashga imkon beruvchi tenglama
4	Uchlik nuqtasi	Three point	Moddaning bir vaqtning o'zida uch xil fazasi muvozanati shartlarini aniqlab beruvchi, fazaviy muvozanat funksiyalari tutashuvchi nuqtasi
5	Suyuqlikning molekulyar bosmi	Molecular liquid Print	Suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchlarining shu suyuqlik sirt qatlamiga ko'rsatadigan bosimi
	Sirt	Surface	Suyuqlik sirti

6	taranglikenergiyasi	taranglikenergiyasi	qatlami molekulalarienergiyasi
7	Sirt taranglik	Surface tension	Sirt taranglik energiyasi zichligi bilan bog'liq bo'lgan fizikaviy hodisa
8	To'liq ho'llanish	Full-wetting	Suyuqlikning qattiq jism sirtiga yoyilib ketishi hodisasi
9	To'liq ho'llanmaslik	Full wet	Suyuqlikning qattiq jism sirtiga yoyilmasdan unga tegish joyida tomchi kabi birlashib turishi hodisasi
0	Kapillyarli k	Capillaries	Suyuqlik bilan kapillyar devorlari ho'llanishi tufayli yuz bergan kapillyarlardagi suyuqlik sirtining egrilanishi sababli kapillyardagi suyuqlik sathi balandligi o'zgarishi hodisasi
1	Kristall panjara	The crystal lattice	Uchala yo'nalishlar bo'ylab zarralarning davriy ravishda takrorlanib joylashuvi bilan bog'lik bo'lgan tuzilish
2	Mono kristallar	Mono crystals	Zarralari yagona kristall panjarani tashkil qiluvchi qattiq jismlar
3	Izotrop moddalar	Isotropic	Barcha yo'nalishlarda xossalari

			bir xil bo'lgan moddalar
4	Dyulong va Ptqonuni	Dyulong law and Pti	Kristallar issiqlik sig'imining haroratga bog'lik emasligini isbotlovchi qonun
5	Amorf moddalar	Amorphous substance	O'ta tez sovutilgan suyuqlikda qovushqoqlik ortishi tufayli o'z shaklini o'zgartirmaydigan moddalar
6	Fure qonuni	Furen Law	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra issiqlik oqimi harorat gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
7	Fin qonuni	Finnish law	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra oqim zichligi modda zichligi gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
8	Ichki ishqalanish qonuni	The law of internal friction	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra oqim zichligi tezlik gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
9	Plazma	Plasma	Musbat va manfiy zaryadlarning hajmiy zichligi deyarli bir xil bo'lgan, qisman yoki to'la ionlashgan gaz

TEBRANISHLAR



	Tebranishlar	Oscillations	Ma'lum bir qonuniyatga muvofiq davriy ravishda takrorlanib turuvchi jarayonlar
	Garmonik ossillyator	Harmonic ossillyator	Garmonik tebranishlar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan sistema
	Tebranishlar amplitudasi	Oscillations amplitude	Tebranayotgan fizikaviy kattalikning muvozanat holatidan eng katta og'ishi
	"Bienie"	"Bienie"	Pulslanuvchi amplitudali garmonik tebranishlar
	Tebranish spektri	Vibration spectrum	Murakkab tebranishni garmonik tebranishlar majmuasidan iborat

			holda tasvirlanishi
	Xususiy chastota	Private frequency	Qarshilik kuchlari bo'lmaganida sodir bo'ladigan erkin tebranishlar chastotasi
	Majburiy tebranishlar	Forced vibrations	Tashqi kuch ta'sirida sodir bo'ladigan tebranishlar
	Rezonans	Resonance	Majburiy tebranishlar chastotasining sistema erkin tebranishlari chastotasiga yaqinlashganida majburiy tebranishlar amplitudasining keskin ortib ketishi hodisasi
	Rezonans chastotasi	Resonance frequency	Majburiy tebranishlar amplitudasining tashqi kuchlar chastotasiga bog'lanishini tasvirlovchi grafik
	To'lqin	Wave	Tebranishlarning fazoda tarqalishida yuzaga keladigan ob'ekt
0	To'lqin sirti	The surface wave	Bir xil fazada tebranuvchi nuqtalarning to'plamidan iborat geometrik shakl
1	To'lqin uzunligi	Wave length	Tebranishlar davriga teng bo'lgan vaqt oralig'i mobaynida to'lqin tarqaladigan

			masofa
2	To‘lqinlar soni	The number of waves	2π sonining to‘lqin uzunligiga nisbatiga teng bo‘lgan fizikaviy kattalik
3	Energiya oqimi zichligi (Umovvektori)	Energy flow density (Umovvektori)	Birlik yuzadan uzatilayotgan energiya okimiga son jihatidan teng bo‘lgan va energiya uzatilishi yo‘nalishiga tik yo‘nalgan fizikaviy vektor kattalik
4	To‘lqin intensivligi	The intensity of the wave	To‘lqin tomonidan uzatilayotgan energiya oqimi zichligining vaqt bo‘yicha o‘rtacha qiymati
5	Kogerent to‘lqinlar	Coherent waves	Fazalar farqi o‘zgarmasdan saqlanadigan to‘lqinlar
6	Interferensiya	Interference	Kogerent to‘lqinlar qo‘shilishi tufayli yuzaga kelgan natijaviy to‘lqinlarning fazoning bir qismida kuchayib, boshqa qismlarida esa susayib ketishi hodisasi
7	Turg‘un to‘lqinlar	Fixed stations	Bir xil amplituda va chastotaga ega bo‘lgan ikki qarama-qarshi yassi to‘lqinlarning to‘qnashuvi natijasida yuzaga keladigan to‘lqinlar

8	Turg'un to'liqlar dastaligi	Support for fixed stations	Turg'un to'liqin amplitudasi o'zining maksimal qiymatiga erishadigan nuqtasi
9	Tovush to'liqlari (tovush)	Sound waves (sound)	16-20000 Gs oralig'idagi chastotaga ega bo'lgan elastik to'liqlar
0	Bel	Bel	Tovush balandligi birligi
1	Doppler effekti	Doppler effect	Tebranishlar manbai va qabul qiluvchi (priyomnik) larning bir-biriga nisbatan harakatlanishi tufayli qabul qiluvchi tomonidan qayd qilingan tebranishlar chastotasining tebranishlar manbaidagi chastotaga nisbatan o'zgarishi hodisasi
2	Poynting vektori	Poynting vector	Elektromagnit energiyasi oqimi zichligi vektori
3	Nur dastasi	Light switch	YOrug'lik to'liqini energiyasi tarqalayotgan chiziq
4	Yorug'lik oqimi	Light	Kuzatuvchi xissiyoti tufayli baholanayotgan yorug'lik energiyasi oqimi
5	Kandela	Candela	YOrug'lik kuchi deya ataluvchi fizikaviy

	(kd)	(KD)	kattalikning SI sistemasi- da qabul qilingan birligi (o‘zbek tilida ba’zi adabiyotlarda bu birlik “sham” deb ham yuritiladi)
6	Lyumen (lm)	Lumens (lm)	YOrug‘lik oqimi deya ataluvchi fizikaviy kattalikning SI sistema- sida qabul qilingan birligi. U miqdor jihatidan 1 kd yorug‘lik kuchiga ega bo‘lgan izotrop manbaning nurlanishida 1 steradianga teng fazoviy burchak orqali tarqatadigan yorug‘lik oqimiga teng.
7	Yoritilganl ik	Light	Sirtga tushayotgan yorug‘lik oqimining shu sirt yuzasiga nisbatiga teng bo‘lgan fizikaviy kattalik
8	Yorqinlik	Brightn ess	YOrug‘lik manbai sirti tomonidan har tomonga tarqalayotgan yorug‘lik oqimining shu sirt yuzasiga nisbatiga teng bo‘lgan fizikaviy kattalik
9	Ravshanlik	The clarity	Berilgan yo‘nalishda yoritilayotgan sirt yorug‘lik kuchining yoritilayotgan sirt tekisligiga tik yo‘nalgan

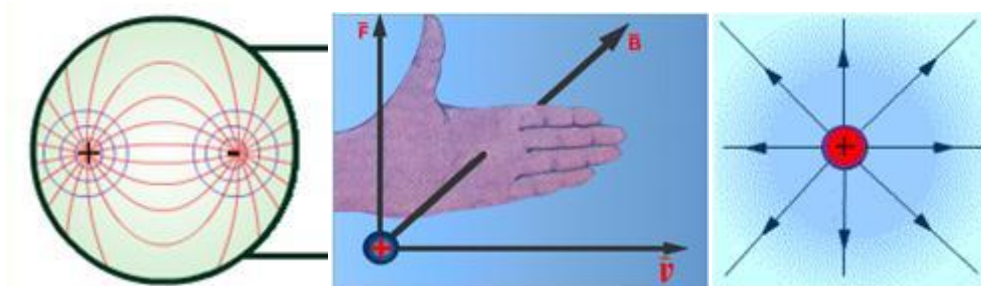
			tekislikka proeksiyasi yuzasiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
0	Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi qonuni	A line of light the law spread across the	Optik jihatdan bir jinsli bo'lgan muhitda yorug'lik nuri to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini isbotlovchi ilmiy xulosa. Bu xulosa Fermi prinsipi bilan tushuntiriladi
1	Tushish burchagi	Angle of fall	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nuri tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va tushgan nur orasidagi burchak
2	Qaytish burchagi	Back angle	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nurining tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va qaytgan nur orasidagi burchak
3	Sinish burchagi	Angle	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nurining tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va singan nur orasidagi burchak
4	Gyuygens Prinsipi	Back angle Huygens principle	t vaqt lahzasida to'lqin fronti o'tgan sirtning barcha nuqtalarini ikkilamchi to'lqinlar manbai dab

			qarash mumkin, vaqt lahzasidagi ikkilamchi front holati esa ikkilamchi to‘lqinlar tarqatuvchi sirt bilan ustma-ust tushadi.
5	Kogerentlik	Kogerentlik	Bir necha tebranish va to‘lqinlar jarayonlarining bir vaqtning o‘zida sodir bo‘lishi
6	Monoxrom atikto‘lqin	Monoxrom atikto‘lqin	Ma’lum va o‘zgarmas chastotali to‘lqin
7	Yorug‘lik difraksiyasi	Light diffraction	YOrug‘lik to‘lqin tabiati bilan bog‘liq bo‘lgan va yorug‘likning keskin bir jinsli bo‘lmagan muhit orqali tarqalishida kuzatiladi- gan hodisa
8	Fraungofer difraksiyasi	Fraungofer difraksiyasi	Parallel nurlarda kuzatiladigan difraksiya hodisasi
9	Frenel qonuni	Frank Act of	To‘lqin sirtidagi zonalar shunday joylashganki, bunda har bir zona chekkasidan tebranishlar amplitudasi aniqlanadigan nuqtagacha bo‘lgan masofalar bir- biridan λ ga teng oraliq bilan farq qiladi (λ – to‘lqinning tarqalayotgan muhitdagi

			uzunligi)
0	Difraksion panjara	Difraksion grid	Ko'p miqdordagi bir xil bo'lgan va bir- biridan bir xil masofada joylashgan tirqishlar to'plami
1	Reley kriteriysi	Starting with the criteria for	Agar bir manbadan (chiziqdan) hosil bo'lgan difraksion manzara markaziy maksimumi boshqa manba difraksion manzarasining birinchi minimumi bilan mos tushsa, shu ikkita bir xil nuqtaviy manba yoki ikkita spektr chiziqlari tasvirlari ajraladi (ajrata olish mumkin)
2	Golografiy a	Holo	Intenferension manzarani qayd qilishga asoslanib biror bir predmetdan qaytgan yorug'lik to'qlini shaklini fiksirlash va qayta tiklashning maxsus usuli
3	Yorug'lik dispersiyasi	Dispersion of light	Modda sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'qlini uzunligiga bog'liqligi tufayli sodir bo'ladigan hodisa
4	Qutblanga n yorug'lik	Polarizing light	Tebranishlar yo'nalishi ma'lum bir qoidaga ko'ra

			tartiblangan yorug'lik nuri
5	Qutblagich	Qutblagich	Tabiiy (qutblanmagan) nurni yassi qutblangan nurga aylantirib beruvchi pribor
6	Qutblanish darajasiga teng bo'lgan kattalik	The degree of polarity equal size	$P = \frac{(I_{max} - I_{min})}{(I_{max} + I_{min})}$ bunda va lar mos holda qutblagich o'tkazayotgan qisman qutblangan nur maksimal va minimal intensivliklari
7	Bryuster burchagi	Brewster angle	Qaytgan nur yassi qutblanib qoladigan tushish burchagi
8	Oddiy nur	ordinary light	Ikki marta sindirilganidan keyin singan nurlarning xossalari sinish qonuniga bo'ysunadigani
9	Murakkab nur	equal size	Ikki marta sindirilganidan keyin singan nurlarning xossalari sinish qonuniga bo'ysunmaydigani

ELEKTR



	Elektr zaryadi	Electric charge	Zarralar elektromagnit o'zaro ta'siri intensivligini aniqlovchi fizikaviy kattalik
	Elektrik izolyatsiyalangan sistema	Electrical system izolyatsiya Lang	CHegarasidan zaryadlangan zarralar o'ta olmaydigan sistema
	Elektr zaryadining saqlanishi qonuni	Law of the stored electric charge	Elektrik izolyatsiyalangan sistemada zaryadlar yig'indisi o'zgarmasligini izohlovchi qonun
	Nuqtaviy zaryad	Roughest charge	Geometrik o'lchamlari undan boshqa zaryadlangan jismlargacha bo'lgan masofaga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan zaryadlangan jism
	Kulon qonuni	Kulan law	Bo'shliqda joylashgan ikkita qo'zg'almas nuqtaviy

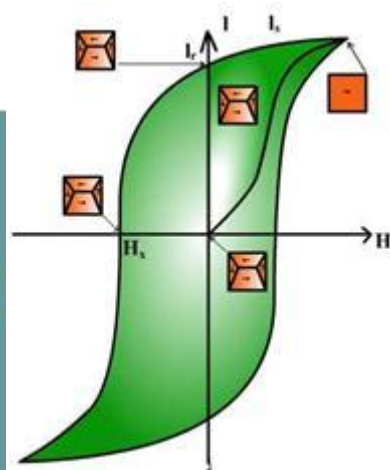
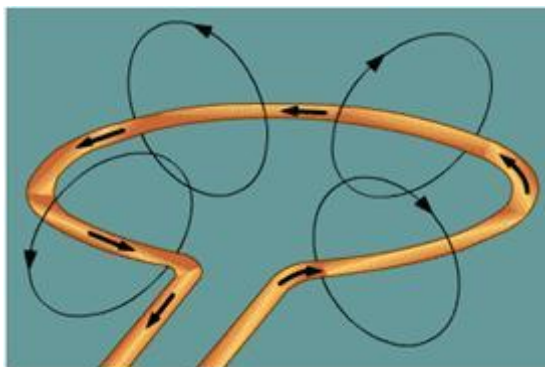
			zaryadlar orasida vujudga keladigan elektromagnit o'zaro ta'sir kuchini tavsiflovchi qonun
	Berilgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi	A given point on the electric field	Elektr maydonining berilgan nuqtasiga kirib qolgan qo'zg'almas birlik zaryadga shu maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchga son jixatidan teng bo'lgan fizikaviy vektor kattalik
	Bo'shliqdagi elektrostatik maydon uchun Gauss teoremasi	Electrostatic field in the cavity for Gauss theorem	Ixtiyoriy berk sirt bo'ylab maydon kuchlanganligi vektori E ning oqimi shu sirt ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisini ϵ_0 ga nisbatiga teng $E = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$
	Ikki nuqtaviy zaryadlar o'zaro ta'sir potensial energiyasi	Two of the roughest charges interaction potential energy	$W_p = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r}$
	Elektr maydonning berilgan nuqtadagi potentsiali	The point of view of the electric field potential	SHu nuqtaga joylashgan birlik musbat zaryadning potensial energiyasiga teng bo'lgan skalyar kattalik: $\varphi = \frac{W_p}{q}$

0	Potensiallar farqining kuchlanganlik orqali ifodalanishi	Two of the charges interaction potential energy	$\varphi_1 - \varphi_2 = \int E dl$
1	Kuchlanganlikning potensial orqali ifodalanishi	Potential expressed	$\vec{E} = -grad\varphi$
2	Elektrostatik induksiya	Electrostatic induction	Tashqi elektr maydoni ta'sirida musbat va manfiy ishorali zaryadlarning qarama-qarshi tomonlariga ko'chishi tufayli moddada xususiy elektr maydonining yuzaga kelishi hodisasi
3	Elektr dipolmomenti	The electric dipole moment	Zaryadning zaryadlar orasidagi masofaga ko'paytmasiga son jihatidan teng bo'lgan, dipolning manfiy zaryadidan musbat zaryadigacha bo'lgan radius-vektor bo'ylab yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
	D vektori uchun Gauss teoremasi	D vector of Gauss' theorem	Berk sirt bo'ylab elektr induksiyasi vektori oqimi shu sirt bilan qamrab olingan erkin zaryadlar yig'indisiga teng
4	Elektr	Electrostatic potential	Jismning zaryadlanganidan so'ng

	sigʻimi		fazoda elektr maydoni hosil qila olishi qobiliyatini tavsiflovchi fizikaviy kattalik
5	Zaryadlang an Kondensator energiyasi	Electrical capacity	Kondensatorni zaryadlash uchun bajarish lozim boʻlgan ish: $W = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C}$
6	Elektr toki	Electric shock	Zaryadlangan zarralarning tartiblangan harakati
7	Tok kuchi	Current strength	Birlik vaqt oraligʻi mobaynida qaralayotgan sirt boʻylab oqib oʻtgan zaryad miqdoriga teng boʻlgan fizikaviy kattalik: $I = \frac{dq}{dt}$
8	Elektr yurituvchi kuch	Acting on electric power	Birlik musbat zaryadni koʻchirishda tashqi kuchlar bajargan ishga son jihatidan teng boʻlgan fizikaviy katta- lik: $E = \frac{A}{q}$
9	Om qonuni	Om law	Bir jinsli boʻlgan oʻtkazgichdan oqayotgan tok kuchi I oʻtkazgich uchlaridagi potensial tushishi U ga toʻgʻri proporsionalligini koʻrsatuvchi qonun: $I = \frac{U}{R}$ (R – oʻtkazgich qarshiligi)

0	R elektr qarshiligi-ga ega bo'lgan zanjirning bir qismida dt vaqt oralig'i mobaynida elektr tokining bajargan elementar ishi	An electric resistance R chain in a time interval dt performed during the electric shock ELEMENTARY	$dA = I^2 R dt$
1	Kirxgofning birinchi qoidasi	The first rule of Kirxgof	Zanjirning tarmoqlangan nuqtasida tok kuchlarining algebraik yig'indisi nolga teng (bunda tarmoqlanish nuqtasiga keluvchi va ketuvchi toklar qarama-qarshi ishoralar bilan olinishi lozim)
2	Kirxgofning ikkinchi qoidasi	Kirxgofning second rule	O'tkazgichlardan iborat ixtiyoriy berk konturdagi EYUKlar yig'indisi bu konturning alohida kismalaridagi tok kuchining shu qism qarshiligiga ko'paytmalari yig'indisiga teng: $\sum \varepsilon_i = I \sum R_i$

MAGNITEZM



	Bio-Savar-Laplas qonuni	Bio-Savar-Laplas law	I tok oqayotgan dl uzunlikdagi o'tkazgich elementidan r radius-vektor bilan aniqlanuvchi ma'lum bir nuqtada hosil qilgan magnet induksiyasi vektorini miqdoriy va yo'nalish jihatidan aniqlab beruvchi qonun
	Magnit	Magnet	Magnet maydoni ta'sirida magnetlanib qola oladigan modda
	Magnetlanish J	Magnetizatsiya J	Magnetning magnetlanish tavsifi bo'lib, u birlik hajm magnet momentiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
	Muhitning magnet singdiruvchanligi μ	Environmental magnetic μ	Fazoni makrotoklar bilan to'ldirilganda magnet maydon induksiyasi (muhitning molekulyar toklari maydoni)

			hisobiga) bo'shliqdagiga nisbatan necha marta ortishini ko'rsatuvchi fizikaviy kattalik
	Magnit maydon kuchlanganligi	The magnetic field strength	Makrotoklar magnit maydoni tavsifi: $H = \frac{B}{\mu_0} - J$
	Amper qonuni	Law Ampere	I tok oqayotgan dl uzunlikdagi o'tkazgichga elementi V induksiya magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi kuch dF ni miqdoriy va yo'nalish jihatidan aniqlab beruvchi qonun: $d\vec{F} = I[d\vec{l} \times \vec{B}]$
	Magnit kuchi	Magnetic force	V induksiya magnit maydonida v tezlik bilan harakatlanuvchi q zaryadga ega bo'lgan jismga magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi kuch: $\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$
	Lorens kuchi	Loren force	V induksiya magnit maydoni va E kuchlanganlikka ega bo'lgan elektr maydonida v tezlik bilan harakatlanuvchi q zaryadga ega bo'lgan jismga ta'sir qiluvchi natijaviy kuch: $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{v} \times \vec{B}]$

	Elektromagnit induksiya	Electromagnetic induction	O'tkazgichdan yasalgan berk konturda shu kontur bilan chegaralangan sirt bo'ylab magnit induksiya oqimi vaqt oralig'i mobaynida o'zgarganida elektr toki hosil bo'lishi hodisasi
0	Faradeynin g elektromagnit induksiya qonuni	Faraday the law of electromagnetic induction	Konturdagi elektromagnit induksiya EYUK magnit oqimini o'zgartirish usuliga bog'liq emas va son jihatidan shu kontur bilan chegaralangan sirt bo'ylab magnit oqimi o'zgarishi tezligining teskari ishora bilan olingan qiymatiga teng: $E_i = -\frac{dF}{dt}$
1	Kontur induktivligi L	Induktiv contour L	Magnit oqimi va tok orasidagi proporsionallik koeffitsienti (konturning o'zida induksion toklar yuzaga keltira olishi qobiliyati)
2	O'zinduksiya EYUK	Induktion thing	Konturdagi tok kuchi o'zgarishi tezligiga to'g'ri proporsional va ishorasi qarama-qarshi bo'lgan fizikaviy kattalik: $E_i = -L\frac{dI}{dt}$
	Magnit	Magnetic	SHu maydonni yuzaga keltirish uchun

3	maydoni energiyasi	field energy	bajarilishi lozim bo'lgan ishga teng bo'lgan fizikaviy kattalik: $W = \frac{LI^2}{2}$
4	Elektromagnit to'lqin	Electromagnetic waves	O'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarining o'zaro bog'liq ravishda fazoda tarqalishi
5	Tebranish konturi	Vibration contour	Erkin elektromagnit tebranishlar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan g'altak va kondensatorlardan iborat elektr zanjiri
6	Erkin elektromagnit tebranishlar davri uchun Thomson formulasi	Electromagnetic period Thomson fluctuations	$T = 2\pi\sqrt{LC}$
7	O'zgaruvchan tok	Alternating current	Vaqt mobaynida o'zgaradigan elektr toki
8	To'liq elektr qarshilik yoki impedans	Full electrical resistance yoki impedans	$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
9	O'zgaruvchan tokning oniy quvvati	Changing a snapshot of current capacity	Kuchlanish va tok kuchi oniy qiymatlarining ko'paytmasi $P(t) = I(t) \cdot U(t)$
	Issiqlikdan	Heat	Atom va molekulalar issiqlik

0	nurlanish	radiation	harakati hisobiga sodir bo'ladigan elektromagnit nurlanish
1	Lyuminessensiya	Luminous	Ichki (issiqlik) energiyasidan tashqari har qanday energiya hisobiga sodir bo'ladiganelektromagnit nurlanish
2	Jismning chiqara olish qobiliyati (energetik yorqinlikning spektral zichligi)	The ability to remove an object(Energy is usually bright spectral density)	Birlik chastotalar intervalida jism sirtining birlik yuzasidan chiqayotgan energiya oqimi
3	Jismning yuta olish qobiliyati	The subject is the ability to swallow	Jism tomonidan uning sirti birlik yuzasiga birlik chastotalar intervalida tushayotgan yorug'lik energiyasi oqimining qancha qismi yutilishini ko'rsatuvchi o'lchamsiz kattalik: $\alpha_{(\nu,T)} = \frac{dF'_\nu}{dF_\nu}$ bu erda dF'_ν - yutilgan oqim, dF_ν – tushayotgan oqim
4	Absolyut qattiq jism	Absolute rigid body	O'ziga tushyotgan barcha chastotalar nurlanishini to'la yutadigan jism, ya'ni uning uchun $\alpha_{(\nu,T)} = 1$
5	Kulrang jism	Gray body	YUtish qobiliyati birdan kichik, lekin hamma chastotalar

			uchun bir xil qiymatli bo'lgan jism, ya'ni $R' = \sigma T^4$
6	Kirxgof qonuni	Law Kirxgof	CHikarish va yutish qobiliyatlari nisbati jism tabiatiga bog'liq emas, u barcha jismlar uchun chastota va haroratning bir xil (universal) funksiyasidir
7	Stefan-Bolsmanqonuni	Stefan Bolsman law	Absolyut qora jismning energetik yoritilganligi uning haroratining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional: , bu erda σ – o'zgarmas kattalik
8	Vin siljish qonuni	Vin law	Muvozanat holatidagi nurlanish spektriga nurlanayotgan jism absolyut haroratiga teskari proporsional bo'lgan energiya maksimumi mos keladigan to'lqin uzunligi: $\lambda_m = \frac{b}{T}$, bunda b – Vin doimiysi.
9	Reley–Jins formulasi	RELAY-Jins equation	$f(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT,$ bu erda $f(\nu, T)$ – Kirxgof funksiyasi, ν – chastota, c – yorug'likning

			bo'shliqdagi tezligi, k – Bolsman doimiysi, T – harorat. Bu munosabat faqatgina katta to'lqin uzunliklari uchungina tajriba ma'lumotlari bilan mos keladi
0	Kvant	Quantum	Modda tomonidan nurlanayotgan yoki yutilayotgan energiyaning chekli porsiyasi. U nurlanish chastotasiga to'g'ri proporsional: $E = h\nu$, bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Dj* s – Plank doimiysi
1	Plank formulasi	Planck's equation	Kirxgof funksiyasi ni aniqlovchi formula $f(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \left(\frac{h\nu}{e^{-\frac{h\nu}{kT}}} - 1 \right)$
2	Tashqi fotoelektreffekti	Fotoelektr effekt	YOrug'lik nuri ta'sirida moddadan elektronlarning uzilib chiqishi hodisasi
3	Eyn-shteynning fotoeffekt uchun formulasi	Einstein's equation for mirages	Fotoeffekt hodisasida energiya saqlanishi qonunini ifodalovchi formula: $h\nu = A_{chiq} + \frac{mv_m^2}{2}$, bu yerda m – elektron massasi, v_m^2 – uzilib chiqqan elektronlarning maksimal tezligi

			kvadrati, A- chiqish ishi, ν – nurlanish chastotasi
4	Foton	Foton	Elektromagnit nurlanish kvanti; massasiz va spini 1 ga teng bo'lgan neytral elementarzarra; zaryadlangan zarralar orasidagi elektromagnit o'zaro ta'sir uzatuvchisi.
5	Balmerning umumlashgan formulasi	Balmes general equation	Vodorod atomi spektrini ifodalovchi formula: $\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, bu erda ν – spektral chiziqlik chastotasi, m va n – butun sonlar, $m = 1, 2, \dots, 6$ (chiziqlar seriyasi tartibi), $n = m + 1, m + 2, \dots$, $R = 3,29 \cdot 10^{-15} \text{ s}^{-1}$ – Ridberg doimiysi
6	Borning birinchi postulati	Born in the first postulati	Ichki energiyaning ma'lum kvantlangan qiymatlariga mos keluvchi atom statsionar holatlarining mavjudligini ta'kidlovchi ilmiy faraz
7	Borning ikkinchi postulati (chastotalar qoidasi)	Born the second postulati (frequencies policy)	Atomning bir statsionar holatdan boshqa statsionar holatga o'tishi shartlarini izohlovchi ilmiy faraz
	Kvant	Quantum	Kvant sistemalari

8	sonlari	numbers	(atom yadrosi, atom, molekula va boshqalar) va alohida subatom zarralarni tavsiflovchi fizikaviy kattaliklarning mumkin bo'lgan diskret qiymatlarini aniqlovchi butun yoki kasr sonlar
9	De-Broyl to'liqini	De-Broiler wave	Materiyaning universal zarra-to'liqin dualizmining namoyon bo'lishi: har qanday energiya va impulsiga ega zarraga to'liqin uzunligi $\lambda_{DB} = \frac{h}{p}$ va chastotasi $\nu = \frac{E}{h}$ ga teng de-Broyl to'liqini deb ataluvchi to'liqin mos keladi. Bu erda h — Plank doimiysi. De-Broyl to'liqlari ehtimollik to'liqlari deb izohlanadi; ularning mavjudligi haqida 1924 yilda L. de Broyl fikr bildirgan. Bu fikr xususan elektronlar difraksiyasini kuzatish orqali tasdiqlangan.
0	To'liqin paketi	Wave packet	CHastotalari bo'yicha bir-biridan kam farqlanuvchi to'liqlar superpozitsiyasi
	Gruppaviy	When	To'liqin paketi

1	tezlik	issuing speed	amplitudasi maksimal bo'lgan nuqtaning ko'chish tezligi
2	To'lqin funksiyasi (psi-funksiya)	Wave function (Psi-function)	Holat vektori. Kvant mexanikasida sistema holatini ifodalovchi va ehtimollikni va uni tavsiflovchi fizikaviy kattaliklar o'rtacha qiymatlarini topishga imkon beruvchi asosiy kattalik. To'lqin funksiyasi modulining kvadrati berilgan holat ehtimolligiga teng, shuning uchun to'lqin funksiyasini ehtimollik amplitudasi deb ham atashadi.
3	To'lqin funksiyasining normirovka sharti	Wave function provided	Butun fazo bo'ylab to'lqin funksiya moduli kvarratidan olingan integral 1 ga teng: $\int \psi^* \psi dV = 1$
4	To'lqin funksiyalarisuperpozitsiyaprinsipi	Principle of the wave functions of the super position	Agar ψ_1 va ψ_2 lar zarraning qandaydir ikkita holatini ifodalovchi to'lqin funksiyalari bo'lsa, u holda bu funksiyalarning ixtiyoriy chiziqli kombinatsiyasi $C_1\psi_1 + C_2\psi_2$ ham shu zarraning qandaydir boshqa holatini ifodalovchi to'lqin funksiyasi

			hisoblanadi (C_1 va C_2 lar ixtiyoriy kompleks sonlar).
5	Geyzenbergning noaniqlik prinsipi	Principle of Uncertainty Geyzenberg	Mikrozarra bir vaqtning o'zida ma'lum bir koordinata (x, y, z) va ma'lum bir mos impuls (p_x, p_y, p_z) ga ega bo'la olmaydi. Bu kattaliklarning noaniqligi quyidagi shartlarga bo'ysunadi: $\Delta x \Delta p_z \geq h, \quad \Delta y \Delta p_y \geq h, \quad \Delta x \Delta p_x \geq h$
6	Shredinger tenglamasi	Shredinger equation	Norelyativistik kvant mexanikasining asosiy tenglamasi. Bu tenglama kuch maydonidagi zarra to'lqin funksiyasini aniqlaydi va $U(x, y, z, t)$ funksiyasi bilan ifodalanadi: $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + U \psi = i \hbar \frac{d\psi}{dt},$ bu yerda m – zarra massasi, i – mavhum birlik, Δ – Laplas operatori.
7	Statsionar holatlar uchun Shredinger tenglamasi	Fixed cases equation Shredinger	tatsionar $U(x, y, z)$ kuch maydoni uchun Shredinger tenglamasi

			$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U)\psi$; bu yerda E – zarraning to‘liq energiyasi
8	Tunnel effekti	Tunnel effect	Zarraning potentsial to‘siq orqali o‘tishi hodisasi
9	Potensial to‘siqning shaffoflik koeffitsienti	Engel's coefficient of transparency of the potential	To‘siqdan o‘tgan de-Broyl to‘lqini amplitudasi moduli kvadratining to‘siqqa tushayotgan de-Broyl to‘lqini amplitudasi moduli kvadratiga nisbatiga teng bo‘lgan fizikaviy kattalik: $D = \frac{ A_{o't} ^2}{ A_{tush} ^2}$
0	Nolinchi energiya	Zero energy	Garmonik ossillyator energiyasining mumkin bo‘lgan eng kichik qiymati: $E_0 = \frac{1}{2\hbar\omega}$
1	Orbital kvantsoni l	Orbital quantum numbers	Berilgan bosh kvantsoni n uchun $l=0,1,\dots(n-1)$ qiymatlarni qabul qiluvchi va atomdagi impuls momentini aniqlovchi butun son
2	Magnit kvantsoni m_l	Magnetic quantum m_l	Berilgan l soni uchun $m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots \pm l$ qiymatlarni qabul qiluvchi va elektronning

			ma'lum yo'nalishga impuls momenti proeksiyasini aniqlovchi butun son
3	Spin	Spin	Mikrozarraning kvant tabiatiga ega va zarraning butunligicha harakati bilan bog'liq bo'lmagan xususiy harakat miqdori momenti; Plank doimiysi ga karrali qiymatlarda butun (0, 1, 2,...) yoki yarim butun bo'lish mumkin(1/2, 3/2,...).
4	Magnit spin kvant soni	The magnetic spin quantum number	Tashqi magnit maydoniga spin proeksiyasini aniqlaydi
5	Pauli prinsipi	Pauli principle	Tabiatning fundamental qonuni.Unga ko'ra kvant sistemasida ikkita (yoki undan ko'p) yarim butun spinga ega bo'lgan aynan bir xil zarralar bir xil holatda joylasha olmaydilar.
6	Molekulya r kristallar	molecular crystals	Panjara tugunlarida ma'lum bir tartibda orientatsiyalangan, bir-birlari bilan Van-der-Vaals kuchlari bilan ta'sirlashuvchi molekulalar joylashgan

			kristallar
7	Fermi-Dirak taqsimoti funksiyasi	Fermi-Dirac distribution function	Turli energiyaga ega bo'lgan holatlar bo'yicha elektronlar taqsimotini ifodalovchi funksiya: $f(E) = \frac{1}{e^{\frac{(E-E_F)}{kT}} + 1}$, bu yerda k – Bolsman doimiysi, T – harorat, E_F – Fermi sathi.
8	Yarim o'tkazgichlar	Semiconductors	Normal haroratlarda $10^5 \div 10^8$ Om·m diapazonidagi solishtirma qarshiligiga ega bo'lgan, lekin harorat ortishi bilan bu parametri tez kamayuvchi moddalar
9	Kovak	Koval	Elektronning o'tkazuvchanlik sohasiga o'tishi natijasida valent sohasida hosil bo'lgan vakant joy
0	n– tipdagi yarim o'tkazgich	n-type semi-conductor	Elektron mexanizmli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan kirishmali yarim o'tkazgich
1	P – tipli yarim o'tkazgich	p-type semi-conductor	Kovak mexanizmli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan kirishmali yarim o'tkazgich
2	p–n o'tish	p n	Kristallning kirishmali o'tkazuvchanlik tiplari

			bilan farqlanuvchi ikki sohasi oralig‘i chegarasidagi yupqa qatlam
3	Massa atom birligi (m.a.b.)	Atomic mass unit (m.a.b.)	Massaning yadro fizikasida yadrolar massalarini taqqoslash maqsadida qabul qilingan hosilaviy birligi. U $6C^{12}$ izotopi massasining 1/12 qismiga teng bo‘lgan qiymati bilan aniqlanadi: 1 m.a.b. $\sim 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg
4	Yadro massasining defekti	Nuclear mass defect	YAdroni tashkil qilgan nuklonlar massalari yig‘indisidan yadro massasining ayirmasini tavsiflovchi fizikaviy kattalik
5	Radioaktivlik	Radioactivity	Atom yadrolarining o‘z-o‘zidan elementar zarralar chiqarib boshqa yadrolarga aylanishi
6	Emirilish doimiysi	Decay constant	Berilgan radiaktiv moddaning vaqt birligi mobaynidagi emirilishi ehtimolligiga teng bo‘lgan o‘zgarmas miqdor
7	Yarim emirilish davri	Half-decay period	boshlang‘ich holatdagi yadrolar miqdorining teng yarmi emirilishi uchun zarur

			bo'lgan vaqt oralig'i
8	Radioaktiv preparat aktivligi	Prep-rat activity radioactive	Birlik vaqt oralig'i mobaynidagi preparatdagi parchalanishlar soni
9	Yadro reaksiyasi	Nuclear reaction	Atom yadrosining elementar zarra yoki boshqa yadro bilan kuchli o'zaro ta'sirlashishi natijasida boshqa bir yadro (yoki yadrolar)ga aylanishi jarayoni
0	Kritik massa	Critical mass	Bo'linayotgan moddaning zanjir bo'linish reaksiyasi boshlanadigan minimal massasi

VIII ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy adabiyotlar:

1. Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS" Printed in the United States of America 2008 y 1583 p
2. Paul A. Tipler, Ralph A. Llewellyn "Modern Physics" W.H. Freeman and company New York. 2007 y 497 p
3. Грабовский Р.И.- Физика курси.- т.: Санкт-Петербург 2002
4. Норбоев Н. Арғинбоев Х. Абдуллаев Х.- Физикадан амалий машғулотлар.- Т.: Халқ мероси, 2001
5. И.В. Савельев-Умумий физика курси. Москва.:Астрель. 2004
6. М. Исмоилов, П.Ҳабибуллаев, М.Халиуллин. "Физика курси". Т. Ўзбекистон. 2000. Harpal S. Mavi, PhD Graeme J. Tupper, MAgSc, DipEdin "Agriculture of Climate Studies Agrometeorology Principles and Applications" Food Products Press® New York London Oxford An Imprint of The Haworth Press, Inc. 2004y
7. Alexius J. Hebra "The Physics of Metrology" Springer-Verlag / Wien Printed in Germany 2010y
8. A.Q. Abdullaev, H. Arg'unboev, H.U. Abdullaev "Fizika va Agrometeorologiya" (Agrometeorologiya). Toshkent 2015
9. H. Arg'unboev, H.U. Abdullaev, Ya. Yusupova "Meteorologiya" (o'quv qo'llanma) Toshkent 2011y
10. I.A. Karimov "Barcha reja va dasturlarimiz vatanimiz taraqqiyotini yuksaltirish, xalqimiz farovonligini oshirishga xizmat qiladi"

Qo'shimcha adabiyotlar.

1. У. Абдурахмонов, М.М. Русак, Б.Ж. Юсупов. Электростатика. Т. Университет. 1993
2. У. Абдурахмонов, М.М. Русак, Б.Ж. Юсупов. Механика. Молекуляр физика ва термодинамика асослари. Т. Университет. 1996
3. Рахматуллаев М.- Умумий физика курси, Механика.- Т.: «Ўқитувчи» 1995
4. Қосимов А., Жўракулов Х., Сафаров А.- Физика курси, Механика, Т.: Ўзбекистон, 1994.
5. Назаров Ў.Қ. ва б.- Умумий физика курси, 1-том, Механика ва молекуляр физика.- Т.: Ўзбекистон, 1992.
6. В.С. Волькенштейн. умумий физика курсида масалалар тўплами. 2001
7. Б.Д. Юсупов. Fizika fanini o'qitish jarayonida zamonaviy ta'lim metodlarini qo'llash. Методик қўлланма. Т. Университет 2005

8. U.Adurahmonov, M.N.Zohidova, A.A.Mo'minov, B.D.Yusupov/ ELEKTR (uslubiy qo'llanma). T.Университет 2010
9. Бойдадаев А.,Шодиев Д.- Махсус нисбийлик назарияси.-Т.: 1993.Ўқитувчи.
10. В.Сивухин “Общий курс физики” оптика,-Москва 1980 г
11. Бекжонов Р.Б. “Ядро физикаси ” Т-Ўқитувчи 1975 й
12. Бекжонов Р.Б. “Элементар ядро физикаси” Т-Ўқитувчи 1982 й
13. Бекжонов Р.Б., Аҳмеджанов Б.“Атом физикаси” Т.Ўқитувчи 1978
14. Аҳмеджанов О.И. “Физика курси 3 том Оптика, атом ва ядро физикаси” Т.Ўқитувчи 1984.

Elektron resurslar

1. Наноструктуры могут привести к созданию нового типа памяти /Internet// С. Нанотехнологии толкают мир к революции /Internet сайт WashingtonProFile. 01. docum. 2003. 12.
2. Нанотехнологияинаночипы /Internet. File://c: document and Setting/Acyc/Pa.../ 01. 2004.
3. www. phys. ru.
4. www. google. ru.
5. http: // ru. Wikipedia. org/wiki/ Устройство виды и применение лазеров.
6. http: //www. foresight. org/EOC/index. Html
7. http: //nano. xerox. com/nanotech/nanosystems. html.
8. http: //www. foresight. org/UTF/ Unbound LBM/index. Htm
9. Fizika “Phusicon”www
- 10.Phusicon. ru-« Molekulyarnaya fizika na kompyuter»
11. ww.chemweb.com
12. E-mail:vkravets@naukapro.ru http”//www. naukapro.ru
13. www.scirus. com
14. www. aqua.freenet.uz
15. www. infor.meco.ru,
16. www. uznature.uz , www.enwl.net.ru
17. www. Ecoforum.sk.uz_www. cawater-info.net,