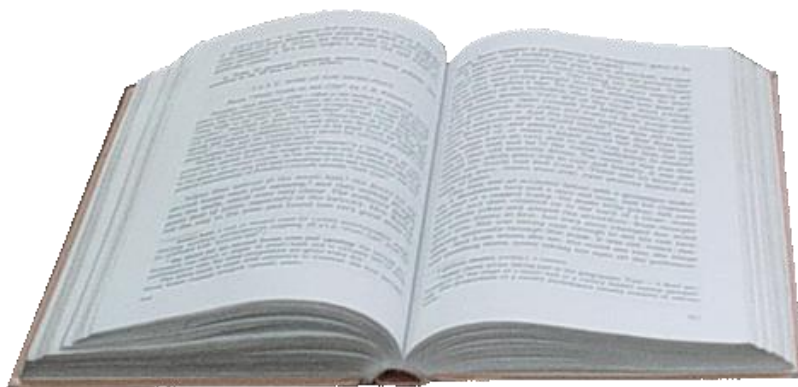


**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI O'RTA MAXSUS, KASB-XUNAR
TA'LIM MARKAZI**

Qo'qon pedagogika kolleji

**Fizika
fanidan
ma'ruzalar matni**

1 –qism.



Qo'qon

1-Dars.

Mavzu: Tabiatni o`rganishda fizikaning o`rni. Fizika va texnika taraqqiyoti. Fizikaning rivojlanish tarixiga oid ma`lumotlar. Tabiatni o`rganish ilmiga Markaziy Osiyo buyuk allomalarining qo`shgan hissalar. O`zbekistonda fizika va texnika sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar. Fizik kattaliklarning

Reja:

1. Tabiatda fizika.
2. Fizikaning rivojlanish tarixi.
3. Fizikaning boshqa fanlar taraqqiyotidagi ahamiyati.
4. Sharq allomalarining tabiatni o`rganishga qo`shgan hissalar.
5. O`zbekistonda fizika taraqqiyoti sohasida olib borilgan ishlar.
6. Fizik kattaliklar. Birliklar sistemasi.

Tayanch so`zlar: Asosiy fizikaviy kattaliklar, Fizika va texnika, fizikaning rivojlanishi, xalqaro birliklar sistemasi (SI), Abu Rayhon Beruniy, Geodeziya, Leonardo, Vinchi, Galileo Galiley, Iogann Kepler, kinematika, fizikaviy tushunchalar, mexanik harakat, ilgarilanma harakat, asosiy fizikaviy kattaliklar, fizikaviy kattaliklarning birliklari.

1. Fizikaning shakllanishi. Qadim zamonlardan insonni tabiat hodisalarining kyechishi, turli hodisalarning o`zaro bog`lanishi va ularning bir-biriga ta`siri qiziqtirib kelgan. Tabiatda kechadigan barcha jarayonlarning asosida harakat yotadi. Shunday ekan turli harakatlar asosida tabiatda kechadigan jarayonlar, hodisalar va voqealar tabiiy qonuniyatlarga bo`ysungan holda yuz beradi. Barcha tabiiy fanlar(kimyo, biologiya, geologiya va boshqalar)ning asosiy maqsadi bu qonuniyatlarni o`chish va o`rganishdir.

Fizika tabiiy fanlar orasida alohida fan sifatida shakllanib, hozirgi zamon fizikasi darajasiga yetishiga qadar bir qancha taraqqiyot bosqichlarini bosib o`tdi. Bu bosqichlarni shartli ravishda to`rtta asosiy davrlarga bo`lish mumkin:

- a) Qadimgi antik davrdan XVI asrgacha bo`lgan davr;
- b) Fizikaning fan sifatida shakllanish davri (1600 -1700 yillar);
- v) Mumtoz (klassik) fizikaning yaxlit nazariya sifatida shakllanishi (XVII asr oxiri XX asrning boshi) davri;
- g) Hozirgi zamon fizikasi davri.

Antik davr fizikasining asosini ko`proq yunon olimlarining tabiat hodisalarini ilmiy ravishda kuzatish va tekshirishlar natijasida yaratgan qonuniyatlar tashkil etdi.

Demokrit tomonidan moddalarning bo`linmas mayda zarrachalardan tashkil topganligi haqidagi fikrlari (yer.av.IV-III asr)ning olg`a surilishi, Arastu (Aristotel) tomonidan (yer.av. IV asr) o`sha davrdagi mexanik hodisalar haqidagi bilimlar majmuasi sifatida «Fizika» asarining yaratilishi, fizikaning fan sifatida boshqa tabiiy fanlardan ajralib chiqishiga sabab bo`ldi. Ayniqsa bu davrda olamning geliotsentrik tizimi to`g`risidagi fikrlarning paydo bo`lishi (yer.av. III asr), Evklid tomonidan

yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuniyatining kashf etilishi, Arximed tomonidan statika asoslari, parallel kuchlarni qo'shish va richaglar nazariyasining yaratilishi hamda uning nomi bilan bog'liq bo'lgan jismlarning suzish shartlarini o'z ichiga olgan gidrostatika qonunlarining yaratilishi fizikaning taraqqiyotiga muhim hissa qo'shdi.

O'rta asrlarga kelib Sharqiy Arab va O'rta Osiyo mamlakatlarida ilm-fan keskin rivojlana boshladi. Ayniqsa IX-XII asrlardan boshlab fizikaning optika, statika, gidravlika, mexanika va boshqa sohalari bo'yicha ko'plab ilmiy kuzatishlar va tekshirishlar olib borildi.

2. XI-XVI asrlarda O'rta Osiyoda o'zbek olimlarining fizikani rivojlantirishdagi hissasi. Sharqning buyuk allomasi Abu Ali ibn Sino (980-1037) tibbiyot, alximiya, matematika kabi sohalardan tashqari fizikaning rivojiga o'lgan hissa qo'shdi. U harakat, kuch, bo'shliq kabi falsafiy masalalar bilan shug'ullanish bilan birga yorug'lik to'g'risidagi fikrlarni ham rivojlantirdi. Jumladan, u inson ko'zining ko'rish sabablari haqida atroflicha ma'lumotlar berdi. Ibn Sinoning Beruniy bilan savol-javoblari moddalarning issiqlik ta'sirida kengayishi, soviganda esa torayishi, Yerning tortish kuchi, yorug'likning sinishi, linzalarning kattalashtirishi va ulardan foydalanish xaqidagi fikrlari uning fizika sohasida o'z davriga nisbatan bir necha asr ilgari ketganligini ko'rsatadi.

X-XI asrlarda Al Forobiy (980-1051) Arastuning «Fizika», «Osmon to'g'risida», «Metrologiya» kabi ilmiy ishlariga Batlimus (Ptolemey) va Evklidning matematika va astronomiya sohasidagi ishlariga sharhlar yozdi va ularning fikrini yanada kengaytirdi.

Abu Rayhon Beruniy (973-1048) ning ilmiy ishlari esa fizika fanining taraqqiyotida olamshumul tarixiy ahamiyatga ega. U tabiat hodisalari - yomg'ir, shudring, qirovning hosil bo'lishi, chaqmoq, kamalakning paydo bo'lish sabablarini, Quyosh nuridan hosil bo'ladigan shafaq hodisasini, jismlarning Erga tomon intilishini, Erning sharsimon shaklida ekanligini ilmiy asosda tahlil qildi. U o'zining «Tafhim» nomli asarida buloq suvining otilib chiqish sabablarini, dengiz suvining ko'tarilishi Oyning tortish kuchi ta'sirida ro'y berishini izohlaydi.

Beruniy «Geodeziya» kitobida o'zi yasagan asboblarning yordamida osmon yoritgichlarining holati va harakatini, joylarning kengliklarini aniqlaganligini bayon qiladi.

Beruniy o'z ilmiy izlanishlari bilan amaliy fizikaga ham ulkan hissa qo'shdi. U dunyoda birinchi bo'lib moddalarni mexanik, yorug'lik va boshqa xossalari qarang guruhlariga ajratdi. 50 ga yaqin moddaning solishtirma og'irliklarini hozirgi zamon aniqlik darajasida hisoblab chiqardi.

XV-XVI asrlarda italiyalik olimlar Leonardoda Vinchi (1452-1519) va Galileo Galilei (1564-1642) larning astronomiya va matematika sohasidagi ilmiy izlanishlari fizikaning muayyan tamoyillarga asoslangan fan sifatida shakllanishiga o'lgan zamin yaratdi.

Fizikaning fan sifatida shakllanish davri XVII-XVIII asrlarni o'z ichiga oladi. Bu davrda Iogann Kepler sayyoralarning harakat qonunlarini, Isaak Nyuton (1643-1727) butun olam tortishish qonunini, Ryomer tomonidan yorug'likning qutblanishi va Gyugens tomonidan to'lg'in nazariyalari yaratildi.

Mumtoz (klassik) fizika yaxlit nazariya sifatida XVII asr boshidan XX asr boshlariga kelib qurib bo'lindi.

XIX asrning oxiri XX asrning boshlariga kelib Ba'zi bir hodisalarni (masalan, mutlaq qora jismning nurlanishi, metallarning issiqlik sig'imi, atomlarning nurlanishi. va boshqalar) mumtoz fizika qonuniyatlari yordamida tushuntirib bo'lmay qoldi. Maks Plank, Yernst Rezerford, Alpbert Eynshteyn, Nilps Bor va boshqa olimlarning ilmiy izlanishlari natijasida fizika o'zining hozirgi zamon bosqichiga qadam qo'ydi. Yangi tasavvurlar mumtoz fizikani xususiy xol sifatida o'z ichiga oladi.

3. O'zbekiston Respublikasida fizika va texnikaning rivojlanishi. Fizikaning rivojlanishi har doim boshqa fanlar bilan chambarchas bog'lanib keldi. Hozirgi kunda tabiiy fanlar bilan uyg'unlashgan fizikaning yangi tarmoqlari: kimyoviy fizika, biofizika, astrofizika, geofizika, kabilar keskin rivojlanmoqda. Radiofizika va elektrofizikaning rivojlanishi radioastronomiyasining paydo bo'lishiga olib keldi. YArim o'tkazgichlarni o'rganish mikroelektronikaning rivojlanishiga va elektron hisoblash mashinalari (EHM) ning paydo bo'lishiga turtki bo'ldi. Fizika o'zining rivojlanishi bilan boshqa fanlarga ham chuqur kirib bormoqda.

Respublikamiz fizik olimlari ham fizikaning rivojlanishiga o'z hissalarini qo'shib kelmoqdalar. O'zbek fizika maktabining namoyandalaridan S.A.Azimov fizikaning eng «yosh» yo'nalishlaridan biri o'ta yuksak energiyalar va kosmik hamda yarim o'tkazgichlar fizikasi sohasida ilmiy izlanishlar olib bordi. Uning rahbarligida 1987 yilda «Quyosh» ilmiy ishlab chiqarish kompleksi qurildi. Akademik S.U. Umarov (1908-1964) ning kinetika, statistik fizika sohasidagi izlanishlari, P.Q.Habibullaevning issiqlik fizikasi sohasidagi ishlari, A.Q.Otaxo'jaev, S.V.Starodubuev (1914-1967) M.S. Saidov, U.O.Orifov (1909-1976) kabi o'zbek olimlarining molekulyar fizika, fizikaviy elektronika, kosmik nurlar fizikasi, yarim o'tkazgichlar fizikasi, geliotexnika, paxta fizikasi kabi sohalardagi ilmiy izlanishlari respublikamizda fizika fanining rivojlanishiga qo'shgan o'lkan hissalaridir. Fizika fani sohasidagi ilmiy izlanishlar yadro fizikasi instituti, issiqliklar fizikasi instituti, fizika - texnika instituti «Quyosh» ilmiy ishlab chiqarish kompleksi hamda respublikamizdagi barcha universitetlar va oliygohlarda yetakchi fizik olimlar rahbarligida olib borilmoqda. O'zbek olimlarining tashabbusi bilan respublikamizda bir qancha ilmiy-tekshirish institutlari, ilmiy ishlab chiqarish komplekslari qurildi va faoliyat ko'rsatmoqda.

4. Mexanika va uning tarkibiy qismlari. «Mexanika» so'zi yunoncha mechanike so'zidan olingan bo'lib, mashinalar va mashinalar qurish xaqidagi ta'limot degan ma'noni anglatadi. Mexanika atamasini dastlab yunon olimi Arastu (Aristotelp) o'zining «Fizika» nomli asari (e.a.III asr) da ishlatgan. Mexanika – makroskopik¹ jismlarning o'zaro ta'sirlashuvi va harakati haqidagi fandir.

Mexanikaning o'zi uchta qismdan iborat: kinematika, dinamika va statika.

Kinematika – yunoncha kinematos so'zidan olingan bo'lib, harakat ma'nosini anglatadi.

¹ Makros-iyononcha katta, uzun degan maononi anglatadi. Bu holda jism juda ko'p sonli molekulalardan tashkil topgan

Ta'rif. Jismlarning harakatini bu harakatni vujudga keltiruvchi sabablarni eotiborga olmasdan o'rganiladigan mexanikaning bo'limiga kinematika deyiladi.

Masalan, kinematikada aravaning harakati o'rganilayotgan bo'lsa, aravani otmi yoki traktor tortib ketayaptimi, buning ahamiyati yo'q.

Dinamika –yunoncha dinamis so'zidan olingan bo'lib, kuch ma'nosini bildiradi.

Ta'rif. Jismlarning harakatini bu harakatni vujudga keltiruvchi sabablar bilan birgalikda o'rganuvchi mexanikaning bo'limiga dinamika deyiladi.

Yuqoridagi aravachaning harakati o'rganilganda unga ta'sir etuvchi (otning yoki traktorning tortishish kuchi og'irlik va ishqalanish kabi) kuchlar ta'siri ham eotiborga olinadi.

Statika yunoncha statos so'zidan olingan bo'lib, u tinch holatda turuvchi ma'nosini anglatadi.

Ta'rif. Jismlarning tinch holatda turish shartlarini o'rganuvchi mexanikaning bo'limiga statika deyiladi.

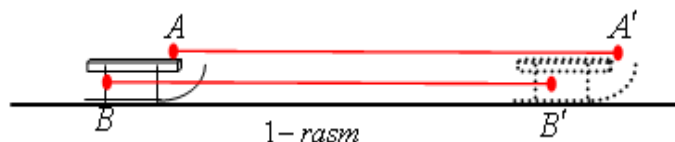
Jismning tinch holatda bo'lishi harakatlanayotgan jismning tezligi nolga teng bo'lgan xususiy holidir. Shuning uchun Ba'zi adabiyotlarda statika dinamikaning tarkibiy qismi sifatida o'rganiladi.

Jismning harakatini o'rganishda uning vaziyati vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini bilish muhimdir. Agar bu o'zgarish ma'lum bo'lsa, jismning istalgan paytdagi vaziyatini hisoblab chiqarish mumkin. Mexanikaning asosiy masalasi - jismning istalgan paytdagi fazoda egallagan vaziyatini aniqlashdan iborat. Masalan, astronomlar sayyoralarning harakat qonunlarini bilgan holda Quyosh va Oyning tutilishini oldindan juda aniq ayta oladilar. Kosmik kemalar, sayyoralararo stantsiyalar sunoiy yo'ldoshlarning harakatlari ham ular uchirilmasdan oldin mexanika qonunlari asosida hisoblab chiqiladi.

5. Fizikaviy tushunchalar. Barcha fanlar kabi fizika fani ham maxsus atamalar (tushunchalar) va kattaliklar bilan ish ko'radi. Fizikaviy tushunchalar jumlasiga mexanik harakat, koordinatalar tizimi, moddiy nuqta, sanoq tizimi, traektoriya kabi atamalar kiradi. Quyida bu tushunchalarning har biriga alohida ta'rif beriladi.

a) mexanik harakat. Jismlar vaqt o'tishi bilan fazodagi vaziyatini o'zgartirib turadi.

Ta'rif. Jismlarning boshqa jismlarga nisbatan fazodagi vaziyatni o'zgartirishiga mexanik harakat deyiladi. Lekin jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlashda Ba'zi qiyinchiliklar yuz beradi. Chunki har bir jism ma'lum o'lchamga ega. Uning turli qismlari fazoning turli joylarida bo'ladi. Jismning tashkil etuvchi qismlarining vaziyati qanday aniqlanadi?



b) ilgarilanma harakat. Ko'p hollarda harakatlanayotgan jismning barcha nuqtalari vaziyatini aniqlashga hojat qolmaydi. Jismning hamma nuqtalari fazoda bir xil harakatlansa, uning har bir nuqtasining vaziyatini aniqlash shart emas. Masalan, Farg'onadan yo'lga chiqqan poezdning lokomotivi tepasidagi chirog'i ham, oxirgi vagon orqasidagi chirog'i ham Toshkentga etib borguncha bir xil harakatlanadi.

Ta'rif. Harakat davomida hamma nuqtalari bir xil masofaga ko'chadigan jismning harakatiga ilgariylanma harakat deyiladi. Bunda jismning har bir nuqtasi harakatini ifodalovchi to'g'ri chiziqlar o'zaro parallel bo'ladi. 1-rasmdagi chananing A va V nuqtalari harakat davomida chizadigan chiziqlar o'zaro paralleldir. Bu chananing ilgariylanma harakat qilganligini bildiradi. Baozan jismning o'lchamlari uning harakat davomida bosib o'tgan yo'lga nisbatan eotiborga olmaydigan darajada kichik bo'lganda ham uning nuqtalari harakatini tavsiflamasa ham bo'ladi. Masalan, Er radiusi (6400 km) Erdan Quyoshgacha bo'lgan masofadan taxminan 24000 marta kichik. SHuning uchun Erning Quyosh atrofida harakatlanishi davomida uni nuqta deb qarash mumkin.

Ta'rif. Harakatning muayyan sharoitida o'lchamlarini eotiborga olmasa bo'ladigan jism moddiy nuqta deb ataladi.

Bir jismni bir harakatda moddiy nuqta deb qarash mumkin, ikkinchi bir harakatda esa u moddiy nuqta bo'la olmaydi. Masalan, sportchi 1 km masofaga yugurganda uni moddiy nuqta deb qarash mumkin, lekin o'sha sportchi gimnastika mashqlarini bajarayotganda esa moddiy nuqta bo'la olmaydi.

6. Asosiy fizikaviy kattaliklar. Biz tabiatda kechadigan jarayonlarni o'rganish davomida shunday atamalardan foydalanamizki, bu atamalarni faqat ta'riflar yordamida izohlash bilan bir qatorda ular son qiymatlariga ham ega bo'ladilar.

Ta'rif. Ta'riflar yordamida izohlanishdan tashqari son qiymatlari bilan ifodalanadigan atamalarga fizikaviy kattaliklar deyiladi. Masalan, yo'l, tezlik, tezlanish, kuch, mexanik ish, quvvat va hokazo atamalar fizikaviy kattaliklardir.

Fizika fanida uchraydigan barcha kattaliklar Xalqaro Birliklar Tizimi (XBT) SI da qabul qilingan 7 ta asosiy va 2 ta qo'shimcha kattaliklar yordamida ifodalanadi (1-jadval).

Bu kattaliklarning XBT (SI) dagi birliklarining ta'rifi 1-ilovada keltiriladi.

Fizikaning mexanika bo'limini o'rganishda asosiy fizikaviy kattaliklardan faqat 3 tasi: uzunlik, massa, vaqt dan foydalaniladi.

Ta'rif. Asosiy va qo'shimcha kattaliklar yordamida ifodalanadigan (hosil qilinadigan) barcha fizikaviy kattaliklar hosilaviy fizikaviy kattaliklar deb ataladi. Bu ta'rifdan shu narsa maolom bo'ladiki, fizikada uchraydigan asosiy va qo'shimcha kattaliklardan tashqari barcha kattaliklar hosilaviy kattaliklardir.

**1-jadval. Asosiy va qo'shimcha fizikaviy kattaliklar
va ularning XBT dagi birligi.**

No	Kattalikning nomi	Belgisi	Birligi
Asosiy kattaliklar			
1.	Uzunlik	L	metr (m)
2.	Vaqt	t	sekund (s)
3.	Massa	m	kilogramm (kg)
4.	Modda miqdori	M	molp (molp)
5.	Termodinamik harorat	T	Kelpvin (K)
6.	Tok kuchi	I	Amper (A)
7.	Yorug'lik kuchi	J	kandela (kd)

Qo'shimcha kattaliklar			
1.	Yassi burchak	$\alpha, \beta, \gamma, \dots$	radian (rad)
2.	Fazoviy burchak	Ω (omega)	steradian (sr)

Fizikaviy kattaliklarning birliklari. Barcha fizikaviy kattaliklarning birliklari to'rt guruhga ajratiladi: asosiy, karrali, ulushli, boshqa birliklar.

Ta'rif. Asosiy fizikaviy kattaliklarining birliklari yordamida ifodalanadigan birliklarga fizikaviy kattalikning asosiy birliklari deyiladi va bu birliklar XBT (SI) da qabul qilingan birliklardir. Masalan, hosilaviy kattalik tezlikning birligi - m/s bo'lib, u uzunlik va vaqtning XBT (SI) dagi birliklari metr va sekund yordamida ifodalangan, kuch birligi npyuton esa uzunlik, vaqt va massa birliklari yordamida $1N = \frac{1kg \cdot 1m}{(1s)^2} = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$ kabi ifodalanadi.

Ta'rif. Asosiy birliklarning 10 ga karrali bo'lgan qiymatlariga karrali birliklar deyiladi. Masalan, uzunlikning birliklari 1km (kilometr), 1Mm (megametr), 1 Gm (gigametr) va xokazolar mos holda

$$1km = 1000 m = 10^3 m, 1Mm = 1000000 m = 10^6 m, 1Gm = 1000000000 m = 10^9 m$$

Ta'rif. Asosiy birlikdan 10 ga karrali marta kichik bo'lgan qiymatlarga ulushli birliklar deyiladi. Masalan, metr ning ulushli birliklari

$$1dm = \frac{1m}{10} = 0,1m \quad 1sm = \frac{1m}{10^2} = 0,01m \quad 1mm = \frac{1m}{10^3} = 0,001m$$

Karrali va ulushli birliklarni hosil qilish uchun asosiy birlik nomiga old qo'shimcha qo'shib o'qiladi va birliklarni asosiy birliklar yordamida ifodalash uchun old qo'shimchaga mos ko'paytuvchiga ko'paytiriladi. Masalan, $1dequumemp = 10^{-1} memp (1dM = 10^{-1} M)$. Detsi – old qo'shimchasining ko'paytuvchisi - 10^{-1} . 2-jadvalda karrali va ulushli birliklarni hosil qilishda ishlatiladigan old qo'shimchalar va ularning ko'paytuvchilari keltirilgan.

Misollar:

$$1 TGts (1 teragerts) = 10^{12} Gts (trillion gerts)$$

$$1 MVt (1 megavatt) = 10^6 Vt (million vatt)$$

$$1 pf (1pikofarad) = 10^{-12} F (trilliondan bir farad)$$

$$1 fs (1 femtosekund) = 10^{-15} s (kvadrilliondan bir sekund)$$

Fizikada kattaliklarning boshqa birliklari ham ishlatilishi mumkin. Masalan, juda katta masofalarni (astronomiya va kosmonavtikada) o'lchashda uzunlikning astronomik birligi (Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa), yorug'lik yili (yorug'likning bir yilda bosib o'tadigan masofasi), parsek (Er orbitasi radiusi 1 sekund burchak ostida ko'riladigan masofa) kabi uzunlikning boshqa birliklari ham ishlatiladi. Bu birliklarning 1 a.b.(astronomik birlik) = $1.496 \cdot 10^{11} m$, 1 yoy. (yorug'lik yili) = $9.460 \cdot 10^{15} m$, 1 pk (parsek) = $3,086 \cdot 10^{16} m$ qiymatlaridan ko'rinadiki, bu kattaliklar karrali ham, ulushli ham emas. Shuning uchun bu kabi birliklar kattaliklarning

boshqa birliklar guruhini tashkil etadi. Kundalik turmushda ishlatiladigan qarich, en, quloq, qadam, qadoq, pud kabi birliklar sizga tanishdir.

Fizikaviy tushunchalar, kattaliklar va ularning birliklarini bilish tabiatda kechadigan jarayonlarni sifat va miqdor jihatdan o'rganishda muhim ahamiyatga egadir.

2 – jadval .Old qo'shimchalar va ularning ko'paytuvchilari

Old qo'shimcha nomi	Belgisi		Ko'paytuvchisi	O'qilishi
	O'zbekistonda	Xalqaro		
Eksa	<i>E</i>	<i>E</i>	$1000000000000000000=10^{18}$	Kvintillion
Peta	<i>P</i>	<i>R</i>	$1000000000000000=10^{15}$	Kvadrillion
Tera	<i>T</i>	<i>T</i>	$1000000000000=10^{12}$	Trillion
Giga	<i>G</i>	<i>Sg</i>	$1000000000=10^9$	Milliard (billion)
Mega	<i>M</i>	<i>M</i>	$1000000=10^6$	Million
kilo	<i>k</i>	<i>k</i>	$1000=10^3$	Ming
hekto	<i>g</i>	<i>h</i>	$100=10^2$	Yuz
deka	<i>da</i>	<i>da</i>	$10=10^1$	O'n
detsi	<i>d</i>	<i>d</i>	$0,1=10^{-1}$	O'ndan bir
santi	<i>s</i>	<i>c</i>	$0,01=10^{-2}$	Yuzdan bir
milli	<i>m</i>	<i>m</i>	$0,001=10^{-3}$	Mingdan bir
mikro	<i>mk</i>	<i>mk</i>	$0,0000001=10^{-6}$	Milliondan bir
nano	<i>n</i>	<i>n</i>	$0,000000001=10^{-9}$	Milliarddan bir
piko	<i>p</i>	<i>r</i>	$0,0000000000001=10^{-12}$	Trilliarddan bir
femto	<i>f</i>	<i>f</i>	$0,000000000000001=10^{-15}$	Kvadrilliondan bir
atto	<i>a</i>	<i>a</i>	$0,000000000000000001=10^{-18}$	Kvintiliondan bir

Savollar:

1. *Fizika fanining rivojlanishi qanday davrlarni o'z ichiga oladi?*
2. *Antik davr olimlaridan kamlarni bilasiz?*
3. *O'rta Osiyolik olimlarning fizika sohasida olib borgan izlanishlariga misollar keltiring.*
4. *Fizikaning fan sifatida shakllanishi davrida ijod etgan yana qaysi olimlarni bilasiz?*
5. *Hozirgi zamon fizikasining yaratilishi va uning rivojiga hissa qo'shgan olimlarni sanab bering.*
6. *O'zbek olimlari hozirgi zamon fizikasining qaysi sohalariga o'z hissalarini qo'shgan?*
7. *Mexanika qanday fan va u nimani o'rganadi ?*
8. *Mexanika qanday qismlardan iborat ?*
9. *Mexanikaning bosh masalasi deganda nimani tushunasiz ?.*
10. *Fizikaviy tushunchalarga misollar keltiring va ularga ta'rif bering.*
11. *Mavzuda qayd etilgan hosilaviy kattaliklardan tashqari yana qanday fizikaviy kattaliklarni bilasiz?*
12. *Quyidagi hollarning qaysi birida jismlarni moddiy nuqta deb bo'lmaydi ?*
 - a) *futbolchi to'pni tepdi, shu to'pni barmog'ining ustida aylantirmoqda;*
 - b) *o'quvchi maktabdan uyga ketayapti, o'quvchi turnikda mashq bajarayapti;*
 - v) *kesilgan daraxt yiqilayapti, yiqilgan daraxtni traktor tortib ketayapti.*

2 –Dars.

Mavzu: Kinematikaning vazifasi. Jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlash. Koordinatalar va sanoq sistemasi. Vektorlarni qo'shish va ayirish. Vektor kattaliklarning koordinata o'qlaridagi proyeksiyasi. Tekis harakat tezligi. O'rtacha va oniy tezligi. Ko'chish va tezliklarni nisbiyligi.

Reja:

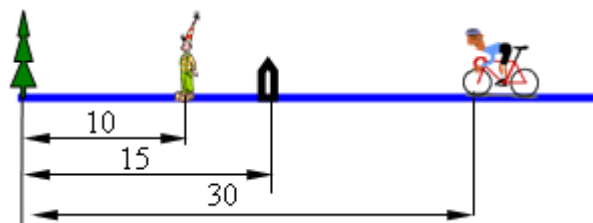
1. Harakat haqida umumiy tushuncha. Sanoq sistemasi
2. Moddiy nuqtaning harakati
3. Vektor kattaliklar. Vektorlar ustida amallar bajarish
4. To'g'ri chiziqli tekis harakat.
5. Notekis harakat.
6. O'rtacha tezlik.
7. Oniy tezlik.

Tayanch so'zlar: Koordinatalar tizimi, sanoq boshi, Ox va Oy koordinata o'qlari, sanoq tizimi, fizikaviy kattalikning o'zgarishi, traektoriya va yo'l, Karrali birliklari, ulushli birliklari, ko'chish, to'g'ri chiziqli va egri chiziqli harakat, tekis va notekis harakat, to'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik, to'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l tezlik grafigidan foydalanib yo'lni hisoblash, yo'l grafigidan foydalanib tezlikni hisoblash, to'g'ri chiziqli notekis harakatda o'rtacha tezlik va yo'l, tezlanish va uning grafigi, oniy tezlik.

1. Jismning fazodagi vaziyati.

Ta'rif. Jismning fazodagi vaziyatini aniqlash deb bu jismning fazodagi o'rnini boshqa jismlarga nisbatan aniqlanishiga aytiladi.

Faraz qiling, Siz qop-qorong'i xonaga kirib qoldingiz. Siz qorong'i xonada hech narsani ko'ra olmaganingiz uchun o'zingizni xonaning qayerida turganligingizni aytib bera olmaysiz. Chiroq yoqilgandan keyingina: «Men derazaning oldida yoki kitob javonining yonida turibman», - deb ayta olasiz. Siz o'z vaziyatingizni boshqa jismlar (dereza yoki kitob javoni) ga nisbatan aytdingiz. Ular sizning xonadagi vaziyatingizni aniqlashga yordam berdi.

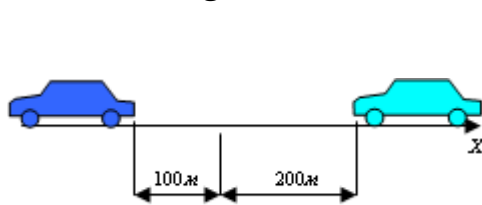


Ta'rif. O'rganilayotgan jismning fazodagi vaziyatini aniqlashga imkon beruvchi ixtiyoriy jismga sanoq jismi deyiladi. Fizikada doimo o'rganilayotgan jismning vaziyati sanoq jismiga nisbatan

aniqlanadi. rasmda ko'rsatilgan har bir jism (daraxt, to'sin, odam, velosiped) sanoq jismi deb qaralishi mumkin. Bu rasmda daraxt sanoq jismi deb qaralib, unga nisbatan odam - 10m, to'sin - 15m, velosiped esa 25 m masofada turganligi ko'rsatilgan. Umuman ixtiyoriy jism - mashina, Yer, Quyosh, yulduzlar sanoq jismi sifatida qaralishi mumkin.

2. Koordinatalar tizimi. Jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun sanoq jismning o'zi etarli emas. Agar sanoq jismi tanlab olingan bo'lsa, o'rganilayotgan jismning vaziyatini aniqlash uchun sanoq jismining biror nuqtasidan o'tuvchi koordinatalar o'qi o'tkaziladi. Koordinatalar boshi sanoq jismi bilan bog'lanadi. So'ngra jismning ixtiyoriy nuqtasining fazodagi vaziyati uning koordinatalari orqali aniqlanadi. Masalan, yo'lda turgan ikki avtomobilning vaziyatini aniqlash talab etilsin (rasm).

Buning uchun:

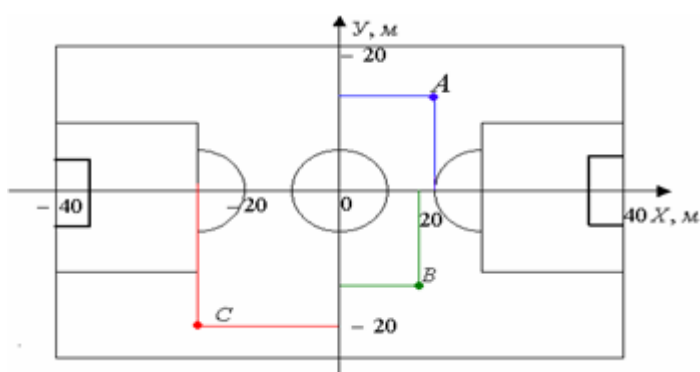


a) sanoq boshi (to'sin) tanlanadi;

b) koordinatalar boshi sanoq boshiga mos tushadigan qilib, OX koordinata o'qi kiritiladi;

v) A va V avtomobillarning koordinatalari aniqlanadi, ya'ni, A avtomobilp koordinata (sanoq)

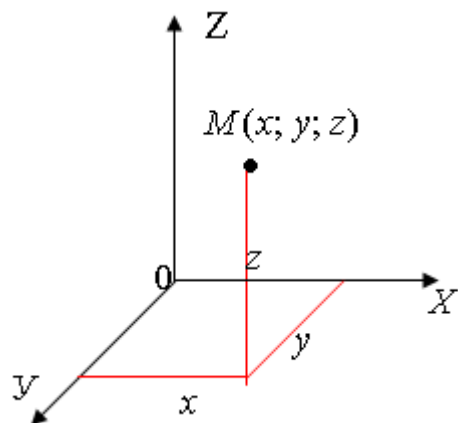
boshidan 200 m o'ng tomonda turganligi uchun uning koordinatasi A(200), V avtomobilp esa sanoq boshidan 100 m chap tomonida turganligi uchun uning koordinatasi V (-100) deb belgilanadi. Umuman, to'g'ri chiziqda joylashgan ixtiyoriy M moddiy nuqtaning koordinatasi (vaziyati) $M(x)$ ko'rinishida ifodalanadi. Agar x ning qiymati manfiy bo'lsa, moddiy nuqta sanoq boshi (0) dan Ox o'qining yo'nalishiga qarama-qarshi tomonda joylashganligini, musbat bo'lsa, Ox o'qi yo'nalishida joylashganligini bildiradi.



Ta'rif. Sanoq boshi va unga bog'langan koordinata o'qlari koordinatalar tizimi deb ataladi. Koordinatalar tizimi bir o'lchovli, ikki o'lchovli, uch o'lchovli bo'lishi mumkin.

Bir o'lchovli koordinatalar tizimi ixtiyoriy jismning to'g'ri chiziqdagi vaziyatini aniqlash imkonini beradi.

Moddiy nuqta tekislikda joylashgan bo'lsa, uning vaziyatini aniqlash uchun bitta koordinata o'qining o'zi etarli bo'lmaydi. Buning uchun sanoq boshidan o'tuvchi va Ox o'qiga tik (perpendikulyar) yo'nalgan ikkinchi - Oy o'qi o'tkaziladi va ikki o'lchovli koordinatalar tizimi kiritiladi.



Aytaylik, futbol maydonchasidagi uchta A, V, S o'yinchining vaziyatini aniqlash talab etilayotgan (rasm). Buning uchun

a) sanoq boshi qilib maydon markazi olinadi va koordinata boshi u bilan bog'lanadi;

b) Ox va Oy koordinata o'qlari² kiritiladi;

v) har bir o'yinchining Ox va Oy o'qlaridagi

² Koordinata o'qlarining har biri o'z nomiga ega bo'lib, Ox-abstsissa o'qi, Oy-ordinata o'qi va Oz-applikata o'qi deb kiritiladi.

koordinatalari aniqlanadi: A o'yinchi uchun $x_1 = 20\text{m}$; $y_1 = 10\text{m}$, V o'yinchi uchun $x_2 = 10\text{m}$; $y_2 = -15\text{m}$, S o'yinchi uchun esa $x_3 = -25\text{m}$; $y_3 = -20\text{m}$;

g) uchchala o'yinchining maydondagi vaziyati ularning koordinatalari orqali quyidagicha ifodalanadi: A(20;10), V(10;15), S(-25;-20).

Umuman moddiy nuqtaning tekislikdagi vaziyati OX va OU o'qlariga mos keluvchi ikkita son qiymati bilan aniqlanadi va u $M(x;u)$ ifoda bilan belgilanadi.

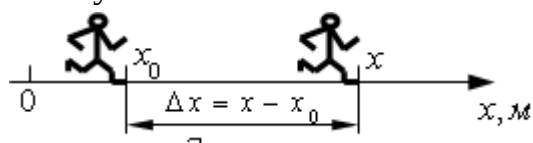
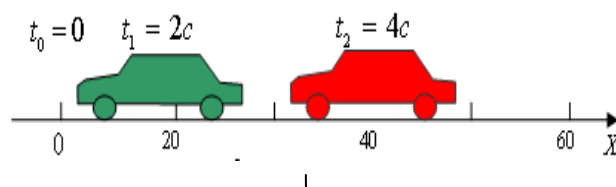
Turmushda baʼzan fazoda joylashgan jismlarning vaziyatini aniqlashga to'g'ri keladi. Masalan, xona shipida osilib turgan elektr chirog'i, xona o'rtasida joylashgan archaning uchidagi o'yinchoq yoki partaning ustidagi kitob xonaning biror burchagi(sanoq boshi)ga nisbatan to'g'ri chiziqda ham, tekislikda ham, joylashgan emas. Fazoda joylashgan bunday jismlarning vaziyatini aniqlash uchun yana bitta koordinata o'qi kiritiladi. Natijada uch o'lchovli koordinatalar tizimi hosil bo'ladi.

Uch o'lchovli koordinatalar tizimida moddiy nuqtaning vaziyati uchta son qiymati bilan aniqlanadi va $M(x;u;z)$ ko'rinishida yoziladi.

3. Sanoq tizimi. yuqorida keltirilgan koordinatalar tizimlari yordamida qo'zg'almas jismlarning vaziyatlari aniqlanadi. Moddiy nuqtaning fazodagi vaziyati o'zgarib tursa, uning vaziyatini aniqlasa bo'ladimi?

Ta'rif. Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning vaziyatini aniqlash deb uning ixtiyoriy vaqt momentidagi fazoda joylashgan o'rnini aniqlovchi koordinatalarini topishga aytiladi. Masalan, harakatlanayotgan avtomobilp koordinata boshidan mana shuncha masofada turibdi, deya olmaydiz. Bunda avtomobilp 2 s dan keyin koordinata boshidan 20 m masofada turibdi, deyish mumkin. Demak, avtomobilning harakati davomidagi vaziyatini aniqlash uchun koordinatalar tizimi bilan vaqtni ham bilish kerak ekan. Bu misol yordamida quyidagi xulosa chiqariladi: Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun sanoq jism, koordinata o'qlari va vaqtni o'lchaydigan asbob kerak.

Ta'rif. Sanoq jism, unga bog'langan koordinata o'qlari va vaqtni o'lchaydigan asboblarning hammasi birgalikda sanoq tizimi deyiladi.



Sanoq tizimi kiritilgandan so'ng mexanikaning bosh masalasi – jismning istalgan vaqt momentidagi vaziyatini aniqlash masalasini yechish imkoni tug'iladi.

4. Fizikaviy kattalikning o'zgarishi. Moddiy nuqta harakatlanayotganda uning koordinatasi vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Masalan, yo'lovchi $t_0 = 10\text{s}$ bo'lgan boshlang'ich vaqtda koordinata boshidan 30 m masofada turibdi. 20s o'tgandan keyin esa u harakatlanib, koordinata boshidan 60m masofaga borib qoldi. Uning koordinatasi bu vaqt davomida qanchaga o'zgarganligini hisoblash kerak bo'lsin.

Ta'rif. Fizikaviy kattalikning o'zgarishi deb kattalikning oxirgi qiymatidan boshlang'ich qiymatini ayirmasiga teng kattalikka aytiladi va u shu kattalik belgisining oldiga Δ (delpta) xarfini qo'shib yozish bilan ifodalanadi.

Yuqoridagi misolda vaqtning o'zgarishi

$$\Delta t = t - t_0,$$

koordinataning o'zgarishi esa

$$\Delta x = x - x_0$$

formulalar yordamida topiladi. Bu ifodalarga asosan

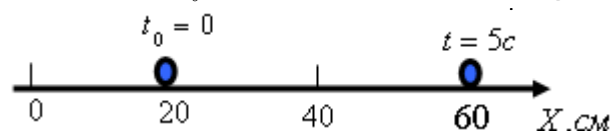
$$\Delta t = t - t_0 = 20\text{ s} - 10\text{ s} = 10\text{ s}, \quad \Delta t = 10\text{ s},$$

$$\Delta x = x - x_0 = 60\text{ m} - 30\text{ m} = 30\text{ m}, \quad \Delta x = 30\text{ s}.$$

Demak, yo'lovchining harakati davomida vaqtning o'zgarishi 10s ga, koordinatasining o'zgarishi esa 30 m ga teng.

Kattaliklarning o'zgarishini bilish fizikada muhim ahamiyatga ega. Jism koordinatasining o'zgarishini bilgan holda u tinch turibdimi, yoki harakatlanyaptimi, harakatlanayotgan bo'lsa, u qanday harakatlanayapti, degan savollarga oson javob topish mumkin. Agar moddiy nuqta koordinatasining vaqt o'tishi bilan o'zgarish $\Delta x = 0$ bo'lsa, u tinch holatda turibdi, deyiladi.

Agar harakatni o'rganishda boshlang'ich vaqt to'g'risida aloqida aytilgan bo'lmasa, $t_0 = 0$ deb olinadi. maxagoni



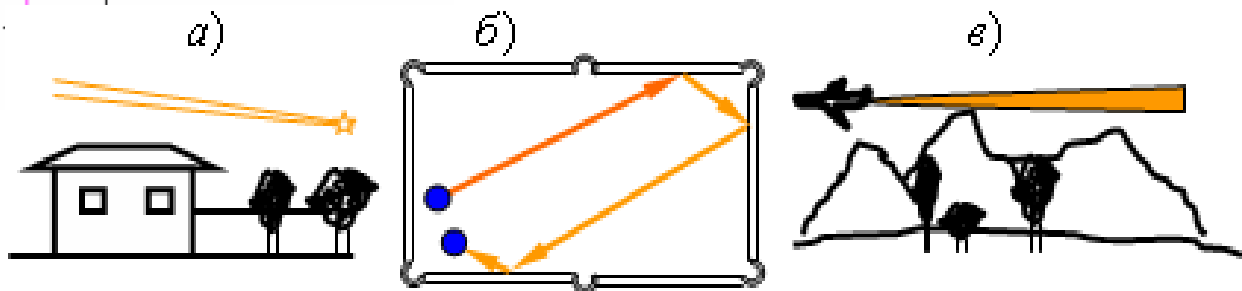
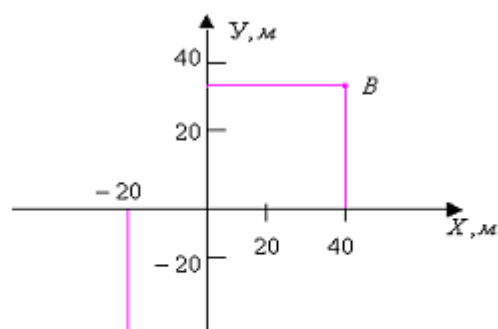
Misol. Koordinata boshidan 20 sm uzoqlikda turgan sharchaning koordinatasi 5s dan keyin 60 sm ga teng bo'lsa, sharcha koordinatasi va harakat vaqtining o'zgarishini toping. Bu masalaning shartida boshlang'ich vaqt to'g'risida hech narsa deyilmagan. Shuning uchun boshlang'ich vaqt $t_0 = 0$, boshlang'ich koordinatasi $x_0 = 20\text{ cm}$ gateng. Sharchaning oxirgi vaziyati uchun esa mos holda $t = 5\text{ s}$ va $x = 60\text{ cm}$. U holda vaqtning o'zgarishi $\Delta t = t = 5\text{ s}$ va koordinataning o'zgarishi $\Delta x = x - x_0 = 60\text{ cm} - 20\text{ cm} = 40\text{ cm}$. Demak boshlang'ich vaqt $t_0 = 0$ bo'lganda vaqt va koordinataning o'zgarishi mos holda

$$\Delta t = t \quad (3)$$

$$\Delta x = x - x_0 \quad (4)$$

formulalar yordamida hisoblanadi.

1. Traektoriya va yo'l. Jism harakat davomida fazoning turli nuqtalaridan o'tadi. Bu nuqtalar bir-biri bilan tutashtirilganda biror ko'rinishdagi chiziq hosil bo'ladi. Bu chiziq



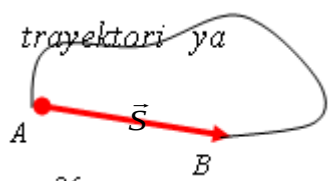
jismning harakat traektoriyasini bildiradi.

Ta'rif. Traektoriya deb moddiy nuqtaning harakat davomida fazoda qoldirgan izini ifodalovchi chiziqqa aytiladi. Masalan, tungi osmonda tushayotgan meteorit ko'zga ko'rinadigan traektoriya – yorug' iz qoldiradi. Bilyard soqqasining harakat

traektoriyasi siniq chiziqlardan iborat bo'ladi. Havo ochiq kunlari juda baland uchayotgan samolyot orqasida oppoq iz qolishini ko'p marta kuzatgansiz. Bu iz samolyotning harakat traektoriyasidir. Jismlarning harakat traektoriyasi ixtiyoriy ko'rinishidagi chiziqdan iborat bo'ladi. Jism harakatni boshlagunga qadar uning traektoriyasi ma'lum bo'lishi mumkin. Masalan, poezd, tramvay, trolleybuslarning traektoriyasi oldindan ma'lum bo'ladi. Fizikada jismlarning harakat traektoriyasini oldindan hisoblab topish muhim ahamiyatga egadir. Masalan, olimlar fazoga uchirilayotgan kosmik kema, sunoiy yo'ldoshlarning harakat traektoriyalarini harakat haqidagi boshqa ma'lumotlardan foydalanib oldindan hisoblab qo'yishadi.

Jism biror traektoriya bo'ylab harakatlanayotganda ma'lum masofani bosib o'tadi.

Ta'rif. Moddiy nuqtaning traektoriya bo'ylab ma'lum vaqt davomida bosib o'tgan masofasiga yo'l deyiladi. Yo'lni o'lchash mumkin, shuning uchun u fizikaviy kattalikdir. Yo'l L va S harfida belgilanib, u uzunlik birliklarida o'lchanadi.



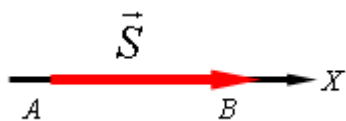
Yo'lning asosiy birligi¹: $[L]=1m$

Karrali birliklari: km, Mm, Tm, Gm va $x.k$

Ulushli birliklari: dm, sm, mm, mkm va $h.k$

Yo'l-skalar kattalikdir.

2. Ko'chish. Ko'p hollarda jismning harakat traektoriya unchalik ahamiyatga ega bo'lmaydi. Harakat to'g'risida to'la tasavvur hosil qilish uchun jismning boshlang'ich va oxirgi vaziyatini bilish etarli bo'ladi.

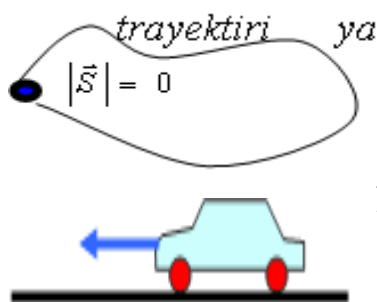


Ta'rif. Moddiy nuqtaning harakati davomidagi boshlang'ich va oxirgi vaziyatlarini tutashtiruvchi vektorga ko'chish deyiladi va u $\vec{S}$ bilan belgilanadi.

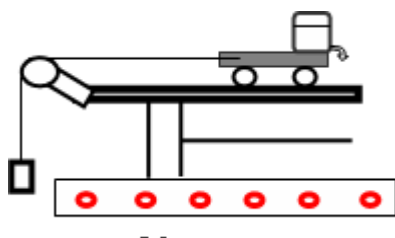
Ko'chish vektor kattalikdir. Moddiy nuqta harakatlanib, biror vaqt oralig'ida o'z vaziyatini A dan V ga o'zgartirganligi tasvirlangan. Ko'chish doimo jismning boshlang'ich vaziyatidan oxirgi vaziyatiga yo'nalgan bo'ladi. Ko'chishning birligi uzunlik birligida ifodalanadi, yaoni $[S]=1m$. Ko'chish vektor kattalik bo'lganligi uchun uning son qiymati koordinatalar o'qidagi proektsiyalari yordamida aniqlanadi. Ko'rinib turibdiki, ko'chish hech qachon traektoriyasidan katta bo'la olmaydi, lekin ko'chish traektoriyaga teng bo'lishi mumkin. Traektoriya va ko'chish uchun doimo $L \geq |\vec{S}|$ tengsizlik o'rinli bo'ladi. Agar harakatlanayotgan jism ma'lum vaqtdan so'ng boshlang'ich vaziyatiga qaytib kelsa, uning ko'chishi nolga ($|\vec{S}|=0$) teng bo'ladi.

3. To'g'ri chiziqli va egri chiziqli harakat. Tabiatda harakatlar xilma-xildir. rasmda bir nechta jismning harakatlari ko'rsatilgan. Mashinaning harakat traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa, pildiroq chetki nuqtasining traektoriyasi - aylanadan, parmalash stanogidagi parmaning harakat traektoriyasi esa murakkab ko'rinishdagi traektoriyadan iboratdir. Umuman tabiatda mavjud bo'lgan barcha harakatlar traektoriyasining ko'rinishiga qarab ikki xil bo'ladi: to'g'ri chiziqli va egri chiziqli harakat.

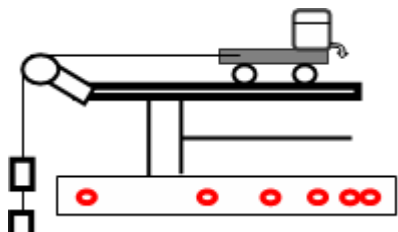
¹ Bundan keyingi mavzularda fizikaviy kattalikning asosiy birligi deyilganda uning XBT (SI) dagi birligi tushuniladi.



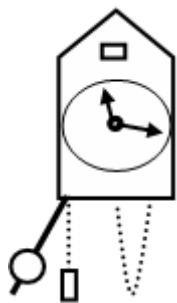
Ta'rif. Traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan moddiy nuqtaning harakatiga to'g'ri chiziqli harakat deyiladi. Tabiatda mutloq (absolyut) to'g'ri chiziqli harakat yo'q. Jismlar faqat harakatning maolom qismidagina to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanishi mumkin.



soqqasining harakati bir nechta to'g'ri chiziqli harakatlar yig'indisidan iborat bo'lsa, 29-rasmdagi parmaning harakati to'g'ri chiziqli va aylanma harakatlar yig'indisidan iboratdir.



4. Tekis va notekis harakat. Mexanik harakat traektoriya shaklidan tashqari harakat jadalligi (tezligi) ga qarab ham ikki xil bo'ladi: **t e k i s** va **n o t e k i s** harakat.



Ta'rif. Istalgan bir xil vaqt orliqlarida bir xil masofani bosib o'tadigan moddiy nuqtaning harakatiga tekis harakat deyiladi. Masalan, avtomobil birinchi sekundda 15 m, ikkinchi sekundda ham 15 m, uchinchi sekundda ham 15 m va h.k. masofani bosib o'tayapti. Bunday harakat tekis harakatdir. rasmda tomizgich o'rnatilgan aravacha harakati ko'rsatilgan. Tomizgichdan bir xil vaqt oraliqlarida tomchilar tomib turadi. Aravacha harakatlenganda tomchilar orasidagi masofa bir xil, yaoni aravacha bir xil vaqt

oraliqlarida bir xil masofani bosib o'tayapti. Jumrakni burab, tomchilar tez-tez tomadigan qilinsa, tomchilar orasidagi masofa qisqarganligi bilan ular bir-biridan yana bir xil uzoqlikda joylashganligini ko'rish mumkin. Demak, ikkala holda ham aravacha teng vaqt oraliqlarida teng masofalarni bosib o'tadi. SHuning uchun uning harakati tekis harakat hisoblanadi.

Ta'rif Istalgan bir xil vaqt oraliqlarida turli xil masofalarni bosib o'tadigan moddiy nuqta harakatiga notekis harakat deyiladi. Masalan, poezd bekatdan jo'nayotib bir xil vaqt oraliqlarida borgan sari ko'proq masofani bosib o'tadi. Aksincha, bekatga yaqinlashayotganda esa bir xil vaqt oraliqlarida bosib o'tilayotgan masofa borgan sari kamaya boradi. Notekis harakatni kuzatish imkonini beruvchi qurilma ko'rsatilgan. Tomchilar izidan ko'rinib turibdiki, aravacha bir xil vaqt oraliqlarida turli xil masofalarni bosib o'tgan.

Umuman, harakatning nomidan uning qanday harakat ekanini bilib olish mumkin. Masalan, «egri chiziqli tekis harakat» deganda, traektoriyasi egri chiziqdan iborat va bir xil vaqt oraliqlarida bir xil yo'lni o'tadigan jism harakati tushuniladi.

1. **To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik.** Jismlarning harakati bir-biridan harakat jadalligi bilan farqlanadi. Masalan, yo'lda tekis harakatlanayotgan avtomobilp tekis harakatlanayotgan odamni quvib o'tadi, samolyot esa avtomobilni quvib o'tadi. Bunda avtomobil odamdan tezroq, samolyot esa avtomobildan tezroq, yaoni jadalroq harakatlanayapti, deyiladi. Bu jismlarning harakati bir-biridan tezligi bilan farq qiladi.

Ta'rif: moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli tekis harakatagi tezligi deb moddiy nuqta bosib o'tgan yo'lining shu yo'lni o'tish uchun sarflagan vaqtiga nisbatini ifodalovchi fizikaviy kattalikka aytiladi.

Aytaylik, jism t_0 vaqt davomida $\vec{s}_0$ ga, t vaqt davomida esa $\vec{s}$ ga ko'chgan bo'lsin. U holda jismning $\Delta t = t - t_0$ vaqt ichidagi ko'chishi $\Delta s = \vec{s} - \vec{s}_0$ bo'lib, ta'rifga asosan tezlik formulasining vektor ifodasi

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{\vec{s} - \vec{s}_0}{t - t_0} \quad (1)$$

skalar ifodasi esa

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \quad (2)$$

ko'rinishga ega bo'ladi. Agar bo'lsa, uholda (1) ifodadan tezlik

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{t} = \frac{\vec{s} - \vec{s}_0}{t} \quad (3)$$

Tezlikning birligi (2) ifoda yordamida keltirib chiqariladi:

$$[v] = \frac{[s]}{[t]} = \frac{1m}{1s} = 1 \frac{m}{s} \quad [v] = 1 \frac{m}{s}$$

Tezlik birligi qilib shunday jismning tekis harakatdagi tezligi qabul qilinganki, u har bir sekunda 1m masofani bosib o'tadi.

Misol. To'g'ri chiziqli tekis haraktlanish natijasida 15s vaqt davomida odam 19.5 m, avtomobil 300 m, samolyot esa 3750 m masofni bosib o'tsa, ularning tezliklarini hisoblang.

Berilgan:

Yechish:

$$t_1 = t_2 = t_3 = 15s$$

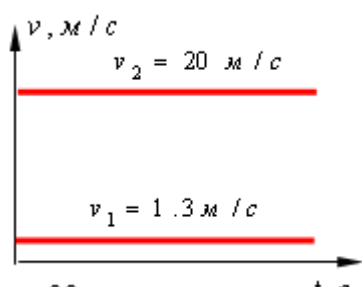
Uchchala jism uchun ham tezlikning vektor ifodasi (3) ga

$$\Delta s_1 = 19.5m \quad \text{asosan} \quad \vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{t} = \frac{\vec{s} - \vec{s}_0}{t}. \text{ Endi har bir jismning tezligini}$$

$$\Delta s_2 = 300m \quad \text{hisoblaylik: odamning tezligi} \quad v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{19.5m}{15s} = 1.3m/s; \quad \Delta s_3 = 3750m$$

$$\text{avtomobilning tezligi} \quad v_2 = \frac{\Delta s}{t_2} = \frac{300m}{15s} = 20m/s. \quad \text{Xuddi shu kabi} \quad v_1 - ? \quad v_2 - ? \quad v_3 - ?$$

hisoblashlardan so'ng samolyotning tezligi $v_3 = 25m/s$ ekanligi kelib chiqadi.



Bu misol yordamida tezlikning ma'nosini keltirib chiqarish mumkin, yaoni tezlik moddiy nuqtaning vaqt birligi ichida qancha yo'l bosishini ifodalovchi kattalikdir. Demak, yuqoridagi misolda tekis harakatlanayotgan odam 1 s da 1.3 m, avtomobil - 20 m, samolyot esa 250 m yo'lni bosib o'tar ekan. Baolan harakatlanayotgan

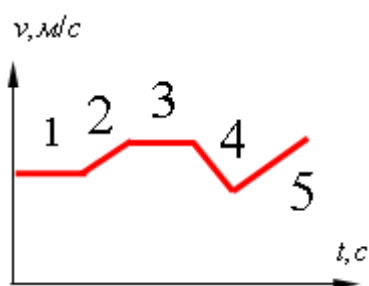
jismning tezligi km/soat da yoki tezlikning boshqa birliklarida ham berilishi mumkin. Quyida tezlikning asosiy birligi bilan boshqa birliklari o'rtasidagi bog'lanishlar keltirilgan:

$$1 \frac{km}{s} = 1000 \frac{m}{s} = 10^3 \frac{m}{s}; \quad 1 \frac{dm}{s} = 10^{-1} \frac{m}{s}; \quad 1 \frac{sm}{s} = 10^{-2} \frac{m}{s}; \quad 1 \frac{km}{soat} = \frac{1000 m}{3600 s} \approx 0.28 \frac{m}{s};$$

$$1 \frac{m}{s} = \frac{1m}{1s} = \frac{10^{-3} km}{\frac{1}{3600} soat} = 3.6 \frac{km}{soat}$$

Tezlikning grafigini chizish uchun ikki o'lchamli koordinatalar tizimi olinib, uning abstsissa o'qi bo'ylab vaqtning qiymatlari, ordinata o'qi bo'ylab esa tezlikning qiymatlari qo'yiladi. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik o'zgarmas bo'lganligi ($v = const$)¹ uchun uni ifodalovchi chiziq vaqt o'qiga parallel bo'ladi. Yuqoidagi misolda topilgan odam va avtomobilning tezlik grafiglari keltirilgan. Demak, jism harakat tezligining grafigi berilgan bo'lsa, uning tekis yoki notekis harakatlanayotganligini aniqlash mumkin bo'ladi. Masalan, grafik asosida jism I va III uchastkalarda tekis, qolganlarida esa notekis harakatlanganini aniqlash mumkin.

Tezlikni o'lchash uchun maxsus asboblarda mavjud. Ulardan eng keng tarqalgani spidometr¹ bo'lib, u harakatlanuvchi transportlarga o'rnatiladi. Hozirgi paytda DAN xodimlari tinch turgan yoki harakatlanayotgan avtomobilda turib har qanday harakatlanayotgan jismning tezligini aniqlab beruvchi maxsus asboblarda bilan qurollangan.



2. To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli tekis harakatdagi tezligini bilgan holda uning ma'lum vaqt ichida bosib o'tgan yo'lini hisoblash mumkin. (1) ifodadan foydalanib ko'chishning vektor ifodasini topaylik:

$$\Delta \vec{s} = \vec{s} - \vec{s}_0 = \vec{v} \cdot (t - t_0) \quad (4)$$

To'g'ri chiziqli tekis harakatda ko'chish vektorining uzunligi bosib o'tilgan yo'lga tengligi uchun yo'lni hisoblash formulasi

$$\Delta s = s - s_0 = v \cdot (t - t_0) \quad (5)$$

Jismning ixtiyoriy t vaqtda bosib o'tgan yo'li esa (5) ga asosan

$$s = s_0 + v \cdot (t - t_0) \quad (6)$$

formula yordamida hisoblanadi. Harakatni o'rganishda sanoq boshini $t_0 = 0$ qilib tanlash mumkin. U holda ko'chish formulasi

$$\vec{s} = \vec{s}_0 + \vec{v} \cdot t \quad (7)$$

ko'rinishga keladi. Oxirgi formula moddiy nuqtaning harakat tenglamasi deb ataladi. Masalan, boshlang'ich vaziyati $s_0 = 5$ m va tezligi $v = 2$ m/s bo'lgan jismning harakat tenglamasi (7) ifodaga asosan

$$s = 5 + 2t$$

bo'lib, bu ifoda yordamida jismning ixtiyoriy vaqtda bosib o'tgan yo'li topiladi.

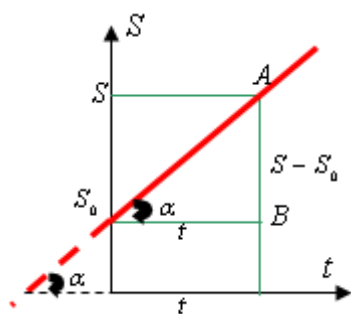
Tajribalar o'tkazilganda harakatni jadval yordamida ifodalash qulay bo'ladi. Fizikadagi ko'plab qonuniyatlar tajribalarda olingan jadvallardan foydalanib

¹ const – lotincha constantus so'zidan olingan bo'lib, doimiy, o'zgarmas degan maononi anglatadi.

¹ spidometr - inglizcha speed-tezlik va lotincha metro-o'lchayman so'zlaridan olingan

yaratilgan. Yuqoridagi misolda keltirilgan harakat tenglamasidan foydalanib, jadval tuzaylik. Buning uchun t ga turli qiymatlar berilib, s ning bu qiymatlarga mos qiymatlari jadval ko'rinishida yoziladi.

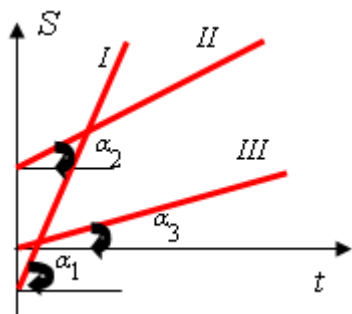
t, s	0	1	2	3	4	5	6	7
$s=5+2t,$ m	5	7	9	11	13	15	17	19



Juda ko'p hollarda harakatni grafikda ifodalashga to'g'ri keladi. grafik yordamida harakatni «ko'zga ko'rinarli» qilib tasvirlash mumkin (36-rasm). Grafik bir nechta jismlar harakatini taqqoslash va harakatni tavsiflovchi boshqa kattaliklarni aniqlash imkonini beradi.

3. Tezlik grafigidan foydalanib yo'lni hisoblash. To'g'ri chiziqli harakatda yo'l grafigi berilgan bo'lsa, undan foydalanib moddiy nuqtaning ixtiyoriy vaqt oralig'ida bosib o'tgan yo'lni hisoblash mumkin. Sizga ma'lumki, tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l (7) ifoda yordamida ifodalanadi. Bu formuladan foydalanib, ixtiyoriy Δt vaqt oraliqda moddiy nuqta bosib o'tadigan yo'lni

$$\Delta s = v \cdot (t - t_0)$$



ifoda yordamida hisoblanadi. Tenglikning o'ng tomonidagi ko'paytma rasmda keltirilgan grafikda bo'yalgan to'g'ri to'rtburchakning yuzini ifodalaydi. Bu to'rtburchakning tomonlari koordinata o'qlaridagi v va $t - t_0$ ga mos keluvchi kesmalardan iborat.

4. Yo'l grafigidan foydalanib tezlikni hisoblash.

rasmda $s = s_0 + v \cdot t$ tenglamaning grafigi tasvirlangan. Bu grafikdan foydalanib, tezlikni topish talab etilsin. Buning uchun ixtiyoriy t ga mos keluvchi s ning qiymati aniqlanadi, ya'ni A nuqtadan O_s va O_t o'qlariga perpendikulyar o'tkaziladi. Hosil bo'lgan to'g'ri burchakli uchburchakdan foydalanib, α burchakning tangensi aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{s_0 B} = \frac{s - s_0}{t} = v$$

Demak, to'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l grafigining vaqt o'qi bilan hosil qilgan burchagining tangensi shu harakatning tezligini ifodalaydi, ya'ni

$$\operatorname{tg} \alpha = v = \frac{s - s_0}{t} \quad (8)$$

rasmdagi grafikdan foydalanib tezlikning 2 m/s ga tengligini topishni o'quvchining o'ziga havola qilamiz.

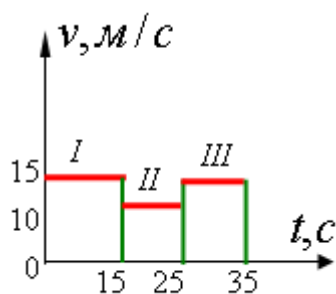
Trigonometriyadan ma'lumki, $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ oraliqda burchak qancha katta bo'lsa, bu burchakning tangensi ham shuncha katta bo'ladi. Bir nechta jism uchun yo'lning grafiklarini solishtirib, ularning tezliklarini taqqoslash mumkin. Rasmdagi grafikdan foydalanib,

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$$

yaoni $v_1 > v_2 > v_3$ ekanligidan birinchi jismning tezligi eng katta ekanligi kelib chiqadi. Demak, yo'l grafigida qaysi jismning harakatini ifodalovchi chiziq katta burchak ostida yo'naltirilgan bo'lsa, shu jismning tezligi eng katta bo'ladi.

Yo'lning vaqtga bog'liqligini formula, jadval va grafik yordamida ifodalash tabiatda uchraydigan barcha harakatlarni o'rganishda muhim ahamiyatga ega.

5. To'g'ri chiziqli notekis harakatda o'rtacha tezlik va yo'l. To'g'ri chiziqli notekis harakatda jism bir xil vaqt oraliqlarida turli xil masofani bosib o'tadi. SHuning uchun uning harakat davomidagi tezligi o'zgarib turadi. Notekis harakatni o'rganishda o'rtacha tezlik kattaligi kiritiladi.



Ta'rif. O'rtacha tezlik deb moddiy nuqtaning harakat davomida bosib o'tgan umumiy yo'lining shu yo'lni bosib o'tish uchun sarflagan umumiy vaqtga nisbatini ifodalovchi kattalikka aytiladi.

O'rtacha tezlikning vektor ifodasi

$$\vec{v}_{o'r} = \frac{\vec{s}_{um}}{t_{um}} = \frac{\vec{s}_1 + \vec{s}_2 + \vec{s}_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots} \quad (9)$$

skalar ifodasi esa

$$v = \frac{s_{um}}{t_{um}} \quad (10)$$

So'nggi ikki ifodadan notekis harakatlanayotgan jismning bosib o'tgan umumiy yo'lini hisoblash formulasining vektor ifodasi

$$\vec{s}_{um} = \vec{v}_{o'r} \cdot t \quad (11)$$

skalar ifodasi

$$s_{yum} = v_{o'r} \cdot t \quad (12)$$

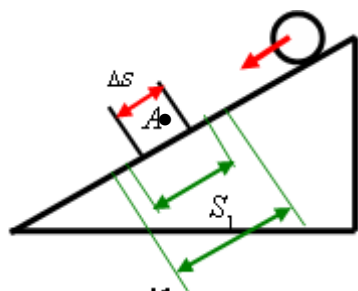
ekanligiga ishonch hosil qilish qiyin emas. (9) – (12) ifodalar traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan ixtiyoriy harakat uchun o'rinalidir.

Shilliqqurt	0.0014	Kalashnikov avtomatining o'qi	
Toshbaqa	0.05 - 0.14	(stvoldan uchib chiqishda)	715
Piyoda	5	Oyning Er atrofida harakati	1000
Engil shamol	4 – 5	Erning sunoiy yo'ldoshi	8000
Konkida yuguruvchi	13gacha	Erning Quyosh atrofidagi	
Chug'urchuq	20	harakati	30000
Tuyaqush	22	YOrug'lik va radioto'lqinlar	3·10 ⁸ ga
«Jiguli» avtomobili	40		yaqin
Tovushning havoda	332		
(t=10 ⁰ C) tarqalishi			

1. Oniy tezlik. Tabiatda mutlaq (absolyut) tekis harakat yo'q. Barcha jismlar vaqt o'tishi bilan o'z tezligini o'zgartirib turadi. O'tgan mavzuda jismning o'rtacha

tezligi haqida gapirilgan edi. O'rtacha tezlik traektoriyaning maolom qismidagi harakatni tavsflaydi. Lekin bu tezlik traektoriyaning maolom nuqtasidagi (maolom vaqt momentidagi) harakati to'g'risida maolomot bermaydi. Harakat qonunlarini o'rganishda esa jismning berilgan vaqt momentidagi tezligini bilish muhim ahamiyatga ega.

Ta'rif. Oniy tezlik deb moddiy nuqtaning muayyan vaqt momentidagi yoki traektoriyaning muayyan bir nuqtasidagi tezligiga aytiladi.



Qiya tekislikdan dumalab tushayotgan sharchaning harakatini o'rganaylik (41-rasm). Jismning A nuqtadagi oniy tezligini hisoblash uchun uning kichik t_1 vaqt oralig'idagi kichik $\vec{s}_1$ ko'chish ajratiladi. Lekin bu qismda sharchaning tezligi maolom qiymatga o'zgaradi. Agar ko'chish yanada qisqaroq olinsa ($\vec{s}_2$), tezlik birinchi qismdagiga nisbatan kamroq o'zgaradi. Ammo ikkinchi ko'chish davomida ham tezlik qiymati A nuqtadagi tezlik qiymatidan farq qiladi.

Ko'chish qancha kichik olinsa, bu qismdagi tezlik shuncha A nuqtadagi oniy tezlik qiymatiga intila boradi. Demak, oniy tezlik – juda kichik ko'chishni shu ko'chish sodir bo'lgan vaqtga nisbatini ifodalovchi vektor kattalik bo'lib, u

$$\vec{v}_{\text{oniy}} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

ifoda yordamda aniqlanadi.

2. Notekis harakat turlari. Jismlarning notekis harakati tahlil qilinganda ularning tezliklari vaqt o'tishi bilan uzluksiz o'zgarib turadi. Shuning uchun tezlikning qay tarzda o'zgarishiga qarab to'g'ri chiziqli notekis harakat ikki guruhga: o'zgaruvchan va tekis o'zgaruvchan harakatlarga ajratiladi.

Ta'rif. Bir xil vaqt oraliqlarida tezligini turli qiymatlariga o'zgartiradigan moddiy nuqtaning harakatiga o'zgaruvchan harakat deyiladi.

Masalan, jism o'z tezligini birinchi 2 s da 2 m/s ga, ikkinchi 2 s da 0.5 m/s ga, uchinchi 2 s da 5 m/s ga va h.k. o'zgartirib harakatlanayapti. Jismning bunday harakati o'zgaruvchan harakatdir.

Ta'rif. Bir xil vaqt oraliqlarida o'z tezligini bir xil qiymatga o'zgartirib boradigan moddiy nuqtaning harakatiga tekis o'zgaruvchan harakat deyiladi.

O'z tezligini har bir sekundda 2 m/s ga o'zgartiradigan jismning harakati tekis o'zgaruvchan harakatdir. Lekin jism o'z tezligini bir xil vaqt oraliqlarida bir xil qiymatga orttirib borishi ham, va aksincha kamaytirib borishi ham mumkin. Shuning uchun tekis o'zgaruvchan harakatning o'zi yana ikki guruhga: **tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan** harakatlarga bo'linadi.

Ta'rif. Bir xil vaqt oraliqlarida o'z tezligini bir xil qiymatga orttirib boruvchi moddiy nuqtaning harakatiga tekis tezlanuvchan harakat deyiladi.

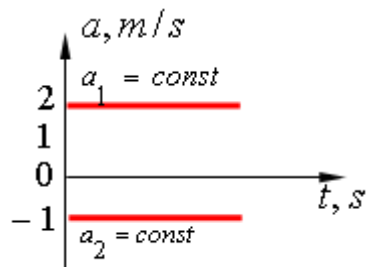
Masalan, tinch turgan jism 1 s dan so'ng 0.5 m/s, 2 s dan so'ng 1 m/s, 10 s dan so'ng 5 m/s tezlik bilan harakatlana boshladi. Ko'rinib turibdiki, bu jism har bir sekundda o'z tezligini 0.5 m/s ga orttirib borgan. Tekis tezlanuvchan harakatga bekatdan harakatni boshlagan avtobus, qiya tekislikdan dumalab tushayotgan

sharcha, startdan qisqa masofaga yugurishni boshlagan sportchi harakatlarini misol keltirish mumkin.

Ta'rif. Bir xil vaqt oraliqlarida o'z tezligini bir xil qiymatga kamaytirib boruvchi moddiy nuqtaning harakatiga tekis sekinlanuvchan harakat deyiladi.

Bu harakatga misol qilib tormozlanayotgan avtomobil, poezd harakati, qiya tekislikdan yuqoriga erkin harakatlanayotgan sharchaning harakatini ko'rsatish mumkin.

3. Tezlanish va uning grafigi. To'g'ri chiziqli harakat turlarini bir-biridan farqlash va bu harakatlar qonuniyatlarini izchilroq o'rganish uchun yana bir fizikaviy



kattalik – **t e z l a n i s h** kiritiladi. Tezlanish jismning istalgan paytdagi oniy tezligini, tezlikning qanchalik tez o'zgarishini hisoblash imkonini beradi.

Ta'rif. Tezlanish deb moddiy nuqta tezligi o'zgarishining shu o'zgarish sodir bo'lgan vaqtga nisbatini ifodalovchi vektor kattalikka aytiladi va u « $\vec{a}$ » harfi bilan belgilanadi.

$\vec{v}_0$ boshlang'ich tezlik bilan harakatlanayotgan jism t vaqtda o'z tezligini $\vec{v}$ ga o'zgartirsa, ta'rifga asosan tezlanishning vektor ifodasi

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (2)$$

skalar ifodasi

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3)$$

ko'rinishga ega bo'ladi. Tezlanishning qiymatini bilgan holda jismning harakati haqida fikr yuritish osonlashadi:

a) $a=0$ bo'lsa, $v-v_0=0$ yoki $v=v_0$ bo'lib, harakat davomida jisning tezligi o'zgarmas ($v=\text{const}$) ekanligi kelib chiqadi. Bunday harakat to'g'ri chiziqli tekis harakatdir;

b) $a=\text{const}>0$, $v-v_0>0$ yoki $v>v_0$ bo'lib, jismning tezligi vaqt o'tishi bilan tekis ortib borishini va harakat to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat ekanligini bildiradi;

v) $a=\text{const}<0$, $v-v_0<0$ yoki $v<v_0$ esa vaqt o'tishi bilan tezlikning tekis kamayishi va harakat to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakat ekanligini bildiradi;

g) $a=f(t)$ bo'lganda harakat o'zgaruvchan yuo'lib, bu harakat qonuniyatlari oliy o'quv yurtlarida batafsil o'rganiladi.

Tezlanishning XBT dagi birligi (3) ifodadan keltirib chiqariladi:

$$[a] = \frac{[v]}{[t]} = \frac{1 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Tezlanishning birligi qilib har bir sekunda tezligini 1m/s ga o'zgartiradigan moddiy nuqtaning tezlanishi qabul qilingan.

Misol. Agar jism 20 s da o'z tezligini 5m/s dan 13 m/s ga o'zgartirsa, u qanday tezlanish bilan harakatlangan?

Berilgan:

$$V_0 = 5 \text{ m/s}$$

$$V = 13 \text{ m/s}$$

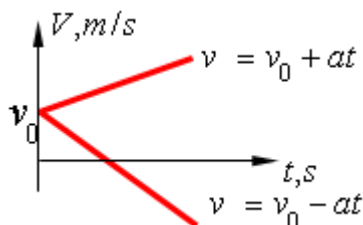
Yechish:

$$\text{Tezlanishning vektor ifodasi: } \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}.$$

Tezlanishning qiymati:

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{13 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{20 \text{ s}} = 0.4 \text{ m/s}^2 \quad \Delta t = 2$$

Javobning ma'nosi: jism har bir sekunda o'z tezligini $a = 0.4 \text{ m/s}$ ga o'ttirib borgan. Demak, jismning buharakati tekis tezlanuvchan harakatdir.



Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlanishning qiymati vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi, ya'ni $\vec{a} = \text{const}$. SHuning uchun tezlanishning vaqtga bog'liq grafigi tekis harakatdagi tezlik grafigiga o'xshash bo'ladi. rasmda

tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan harakatlanayotgan jismlarning tezlanishlari bitta grafikda berilgan.

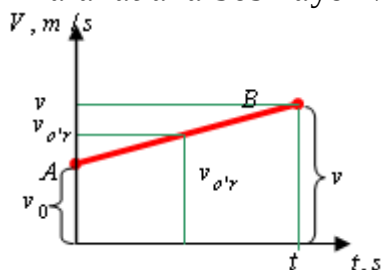
Harakatlanuvchi jismlarning tezlanishi akselerometr¹ deb ataluvchi maxsus asbobda o'lchanadi.

4. Tekis o'zgaruvchan harakatda oniy va o'rtacha tezlik. Aytaylik $t_0 = 0$ da jismning boshlang'ich tezligi $\vec{v}_0$ ga teng bo'lsin. t vaqtdan so'ng esa u tekis tezlanuvchan harakat qilib, $\vec{v}$ tezlikka yerishdi. U holda jism ifodaga asosan $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ tezlanish bilan harakatlanadi. Uning ixtiyoriy vaqt momentidagi tezligi uchun so'nggi ifodadan

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$$

formula kelib chiqadi. Bu ifoda oniy tezlik formulasi bo'lib, u tezlik tenglamasi deb ham ataladi.

Agar $t_0 = 0$ da boshlang'ich tezlik ham $v_0 = 0$ bo'lsa, jism tinch vaziyatdan harakatlana boshlaydi va bunday harakat uchun oniy tezlik



$$\vec{v} = \vec{a} \cdot t$$

Agar, harakat tekis tezlanuvchan ($a > 0$) bo'lsa, oniy tezlikning skalar ifodasi

$$v = v_0 + a \cdot t$$

tekis sekinlanuvchan ($a < 0$) bo'lsa,

$$v = v_0 - a \cdot t$$

ko'rinishga ega bo'ladi. Tekis o'zgaruvchan harakat tezligining vaqtga bog'liq o'zgarishini ifodalovchi grafiklari keltirilgan. Tekis o'zgaruvchan harakat tezligining

¹ akselerometr – lotincha acceleare – «tezlanish» va metro – «o'lchayman» so'zlarining birikmasidir.

grafikdan foydalanib jismning ixtiyoriy t vaqt davomidagi o'rtacha tezligini keltirib chiqarish mumkin. Tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jismning tezlik grafigi keltirilgan. Bu grafikdan foydalanib o'rtacha tezlik quyidagicha topiladi. Sizga ma'lumki, o'rtacha tezlik, harakatning qanday ko'rinishda bo'lishidan qat'iy nazar,

$v_{yp} = \frac{s_{ym}}{t_{ym}}$ formula yordamida topiladi. Umumiy yo'l grafigdagi OABS trapetsiyaning yuziga teng, yani:

$$s_{ym} = \frac{OA + BC}{2} \cdot OC$$

$OA = v_0$; $VS = v$ va $OS = t$ ligidan

$$s_{ym} = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$$

bo'lib, o'rtacha tezlik

$$v_{yp} = \frac{v_0 + v}{2}$$

bu esa trapetsiyaning o'rta chizig'idir. Demak, tekis o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlik boshlang'ich va oxirgi tezliklarining o'rta arifmetik qiymatiga teng bo'lar ekan.

6. Tekis o'zgaruvchan harakatda yo'l va uning grafigi. Tekis o'zgaruvchan harakatda jismning t vaqtda bosib o'tgan yo'li

$$s = v_{yp} \cdot t$$

Tekis o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlikning ifodasi eotiborga olinsa, yuqoridagi formula

$$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$$

Agar bu formulaga tezlikning qiymati qo'yilsa, yo'lning tezlanish ishtirok etgan

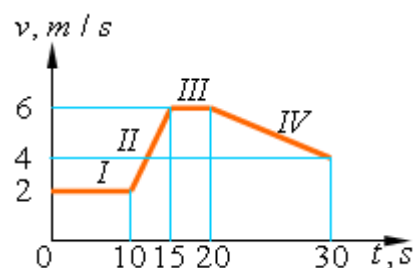
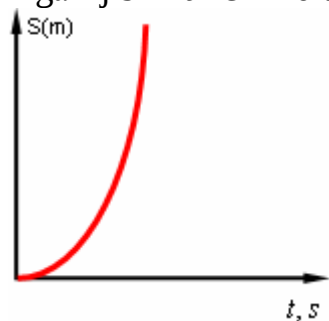
$$s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

formulasi hosil bo'ladi. Yo'lning bu formulasiga asosan tekis o'zgaruvchan harakatdagi ko'chishning vektor ifodasini

$$\vec{s} = \vec{s}_0 + \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$$

shaklida yozish mumkin. Bu erda $\vec{s}_0 - t_0=0$ dagi ko'chishning boshlang'ich qiymati.

Agar jism tinch holatdan harakatni boshlasa ($v_0=0$) va $t=0$,da $s_0=0$ bo'lsa, bosib



o'tilgan yo'l $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$ yordamida aniqlanadi.

Yo'lning vaqtga bog'liqlik grafigi to'g'risida yaqqolroq tasavvur hosil qilish uchun quyidagi misolni echaylik.

Misol. Boshlang'ich tezligi 4m/s ga teng bo'lgan jism 1 m/s^2 tezlanish bilan harakatlana boshladi. Jism bosib o'tgan yo'lning vaqtga bog'liq grafigini chizing. Buning uchun dastlab yo'lning vaqtga bog'liqligini ifodalovchi tenglama, yaoni jismning harakat tenglamasini tuzamiz. Ifodaga $v_0=4 \text{ m/s}$ va $a=1\text{m/s}^2$ qiymatlarni qo'yib, $s= 4t+ 0.5t^2$ harakat tenglamasini hosil qilamiz. Bu tenglamadan foydalanib jadvalni tuzamiz.

Bu jadval yordamida yo'l grafigi chiziladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki , yo'l grafigi parabola ko'rinishida bo'lar ekan. Haqiqatan ham algebra kursidagi

$y=bx+kx^2$ funktsiya

$$s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

formula bilan solishtirilsa, yo'lning grafigi parabola ko'rinishida bo'lishi yanada oydinlashadi.

T,s	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$S=4t+0.5t^2$,m	0	4.5	10	16.5	24	32.5	42	52.5	64

Savollar.

1. *Jismning fazodagi vaziyatini aniqlash deganda nimani tushunasiz ?*
2. *2.Koordinatalar tizimi nima va u nima uchun kerak ?*
3. *Jismning fazodagi vaziyatini necha o'lchovli koordinatalar tizimi yordamida aniqlanadi?*
4. *Fizikaviy kattalikning o'zgarishi nima ?*
5. *Traektoriya nima? Yo'l-chi?*
6. *Erning Quyosh atrofidagi harakat taektoriyasi qanday ko'rinishga ega?*
7. *37-rasmdagi soat tebrangichi (mayatnik) ning traektoriyasi qanday bo'ladi? Minut strelkasining traektoriyasi-chi?*
8. *Ko'chish deb nimaga aytiladi?*
9. *Ko'chish qanday kattalik? Uning o'qlardagi proektsiyalari-chi?*
10. *Biror o'qdagi ko'chish proektsiyasining qiymati manfiy son chiqdi. Bu son nimani ifodalaydi?*
11. *O'zgaruvchan harakat bilan tekis o'zgaruvchan harakatning farqi nimada?*
12. *Tezlanishga ta'rif bering va uning ma'nosini tushuntiring.*
13. *Masala yechilganda $a=-1.5 \text{ m/s}^2$ javob chiqdi. Tezlanishning bu qiymati nimani bildiradi?*
14. *Tinch holatdan tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jism bosib o'tgan yo'li qanday formula yordamida aniqlanadi?*
15. *$v_0=0$ bo'lganda tekis o'zgaruvchan harakatdagi oniy tezlik formulasi qanday bo'ladi? Uning grafigi qanday ko'rinishda bo'ladi?*
16. *To'g'ri chiziqli tekis harakat deb qanday harakatga aytiladi?*
17. *Tezlikka ta'rif bering va uning ma'nosini tushuntiring.*

18. «Sportchi 5m/s tezlik bilan yugurayapti»,-degan fikr nimani anglatadi?
19. Notekis harakat deb qanday harakatga aytiladi?
20. Jism 20 s davomida 2 m/s o'rtacha tezlik bilan notekis harakatlanayapti. Bu jismning birinchi va oxirgi sekunddagi tezliklari ham 2 m/s ga teng bo'ladi, degan xulosa to'g'rimi? Nima uchun?

Mashq

1. Moddiy nuqta koordinatasining o'zgarish $\Delta x = 0$. Moddiy nuqtaning bunday holati to'g'risida nima deyish mumkin ?
2. To'pning koordinatasi 2 s davomida 1m dan 20 m gacha o'zgardi. Koordinataning o'zgarish qanchaga teng ?
3. Odam harakatlanishi tufayli o'z koordintasini 20 m ga o'zgartirdi. Agar u harakati koordinata boshidan 4m uzoqlikda boshlagan bo'lsa, uning oxirgi koordinatasini toping. (rasmda)
4. Jismning harakati davomidagi boshlang'ich (A) va oxirgi (V) vaziyatlari grafikda ko'rsatilgan. Jism koordinatalarining o'zgarishi qanchaga teng ?
5. Harakatning 4 – sekundida jismning koordinatasi 15 m ga teng edi. 10- sekundda esa koordinataning o'zgarishi 11 m ga ga teng bo'ldi. Vaqtning o'zgarishi va jismning oxirgi va vaziyatini hisoblang.
6. Jismning boshlang'ich va oxirgi vaziyatlari A(6;-3) va V(-4;-8) nuqtalar bilan berilgan jismning bu vaziyatini grafikda ifodalang. Koordinatalar o'zgarishini toping Δx va Δu ning manfiy qiymatlari nimani bildiradi?

7. Jism o'z vaziyatini A dan V ga o'zgartirdi. Quyidagi hollar uchun ko'chishning proektsiyalarini hisoblang. Ularni grafikda tasvirlang a) $A(-3); V(6)$ v) $A(0;3); V(4;10)$ b) $A(0); V(-8)$ g) $A(0;-3); V(-5;-5)$.
8. Masala echganda jismning bosib o'tgan yo'li 10 m , ko'chishi esa $11,5\text{ m}$ chiqdi. Masala to'g'ri yechilganmi? Nima uchun?
9. 100 m masofaga yugurayotgan sportchining harakati qanday harakat bo'ladi? Uning traektoriyasi-chi?
10. Tezlikning quyidagi qiymatlarini m/s da ifodalang: 60 km/soat , 10 sm/s , 40 m/s .
11. To'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan avtomobilning tezligi 90 km/soat bo'lsa, u 10 s davomida qancha masofani bosib o'tadi?
12. $0,5\text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanayotgan moddiy nuqtaning boshlang'ich (t_0) vaqtdagi koordinatasi $x_0 = 20\text{ m}$ ga teng bo'lsa, uning 20 s dan keyingi koordinatasini aniqlang. Harakat tenglamasini yozing.
13. Jism dastlabki 5 s da 10 m , ikkinchi 10 s da 20 m va uchinchi 15 s da 30 m yo'l bosdi. Yo'lning har bir uchastkasidagi va batun harakat davomidagi o'rtacha tezliklarni hisoblang. Moddiy nuqtaning bunday harakati to'g'risida nima deyish mumkin?
14. Moddiy nuqta yo'lning birinchi qismini 10 m/s tezlik bilan 10 s da, qolgan 75 m qismini esa 15 s da o'tsa, uning harakat davomidagi o'rtacha tezligi qanchaga teng bo'ladi?

3 – Dars.

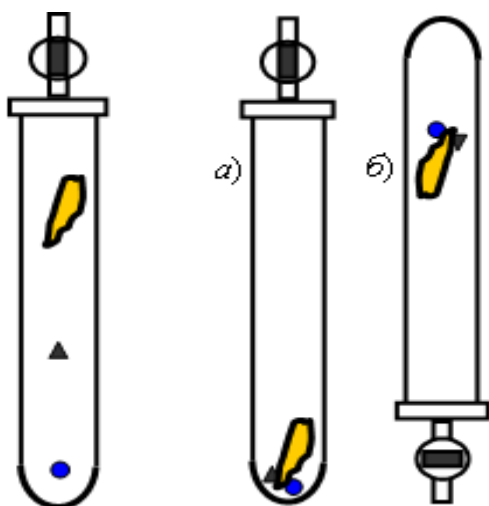
Mavzu: Yuqoriga tik otilgan va gorizontga qiya otilgan jism harakati. Egri chiziqli harakatga ko'chish, tezlik va tezlanish. Aylana bo'ylab tekis harakatni tavsiflovchi kattaliklar orasidagi bog'lanish.

Reja:

1. Vertikal tik yuqoriga otilgan harakat.
2. Egri chiziqli va aylanma harakat.
3. Burchakli ko'chish.
4. Aylana bo'ylab tekis harakat.
5. Aylana bo'ylab tekis harakatda ko'chish va yo'l.
6. Aylanish davri va chastotasi.
7. Burchakli tezlik, aylanish davri va aylanish chastotasi orasidagi bog'liqlik.
8. Burchakli ko'chishni burchakli tezlikni aylanish davri va chastotasi yordamida ifodalash.

Tayanch so'zlar: Galileo Galiley, Pize minorasi, jismlarning erkin tushishi, moddiy nuqta, tezlanish va uning yo'nalishi, tezlanish va uning yo'nalishi, chiziqli tezlik aylanish davri, chiziqli tezlik, burchakli tezlik, aylanish chastotasi, aylana bo'ylab tekis harakatda ko'chish va yo'l, aylana bo'ylab tekis harakat, burchakli ko'chish, aylanma harakat, uchish uzoqligi, maksimal ko'tarilish balandligi, jismning harakatlanish vaqti.

1. Jismlarning erkin tushishi. Jismlarning erkin tushishi va yuqoriga tik otilgan jismlarning harakati to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatining tabiatda kuzatiladigan eng qiziq misolidir. Jismlarning erkin tushishi asrlar davomida insonlarni qiziqtirib kelgan. Bu harakatni italiyalik olim Galileo Galiley (1564-1642) XVI asrning oxiriga kelib izchil o'rgandi. Pize minorasidan turli xil jismlarni tashlab, ularning harakatlarini o'rgangan Galiley erkin tushayotgan jismlarning tekis



tezlanuvchan harakat qilishini topdi. O'zining tajribalari yordamida esa jismlarning o'lchami, qanday moddadan tashkil topganligi va massalari qanday bo'lishidan qat'iy nazar havosiz bo'shliq (vakuum)da barchasi 9.81 m/s^2 tezlanish bilan harakatlanishini aniqladi. Bu tezlanish boshqa tezlanishlardan farqli o'laroq erkin tushish tezlanishi deb ataladi.

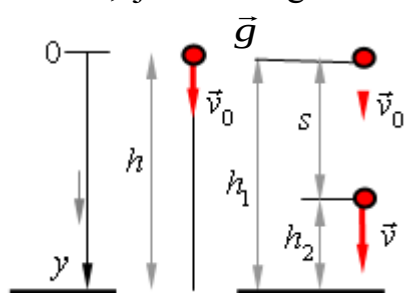
Bu tezlanishning barcha jismlar uchun bir xil ekanligi uzoq vaqt davomida olimlar uchun jumboq bo'lib keldi.

Odatda po'lat shar, yoyilgan varaq, qush pati va boshqa xilma-xil narsalar biror balandlikdan tashlansa, ularning tezlanishlari turlicha qiymatga ega bo'lishini ko'rish qiyin emas.

Bunga sabab jismlar erga tushayotganda ularning harakatiga havo qarshilik ko'rsatadi. Agar havoning qarshiligi yo'qotilsa, jismlarning hammasi bir xil tezlanish bilan harakatlanadi. Buni tajribada ko'rish uchun uzunligi 1 m ga yaqin qalin devorli, bir uchi kavsharlangan va ikkinchi uchida jumragi bor shisha nay olinadi. Nay ichiga uch xil narsa, masalan, po'lat sharcha, po'kak va qush pati solinadi. Agar nay tezda ag'darilsa, uning ichidagi uchchala jism turli vaqtlarda nay tubiga tushadi. Nay tubiga dastlab po'lat sharcha, so'ngra po'kak va nihoyat qush pati etib keladi.

Nay ichidagi havo nasos yordamida so'rib olinib, so'ngra nay to'ntarilganda uchala jism ham nay tubiga bir vaqtda tushadi.

Bo'shliqda jismlarning bunday harakatini boshqa tezlanuvchan harakatlardan farqlash uchun erkin tushish tezlanishi $\vec{a}$ o'rniga $\vec{g}$ bilan belgilash qabul qilingan. Demak, jismlarning bo'shliqdagi erkin tushish tezlanishi qiymati bo'lib, u doimo



Erga tomon yo'nalgan bo'ladi.

2. Boshlang'ich tezlik bilan tik vertikal tashlangan jism harakati. Yuqorida qayd etilganidek bu harakat ham to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat bo'lgani uchun unga o'tgan mavzudagi harakat qonunlarini qo'llash mumkin.

Aytaylik, jism biror balandlikdan $\vec{v}_0$ boshlang'ich tezlik bilan Yerga tik tashlangan bo'lsin. U holda jism $\vec{a} = \vec{g}$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Jismning oniy tezligi

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} \cdot t \quad (1)$$

yordamida aniqlanadi. Jismning harakat tenglamasi esa

$$h = y = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

ko'rinishga ega bo'ladi. Agar jismning erkin tushish jarayonida uning boshlang'ich va oxirgi tezliklari berilgan bo'lsa, u holda bosib o'tgan yo'li

$$s = h_1 - h_2 = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} \quad (3)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Agar yuqoridan tushayotgan jismning boshlang'ich tezligi $v_0=0$ bo'lsa, (1), (2) va (3) ifodalar mos holda

$$v = g \cdot t ; \quad h = y = \frac{gt^2}{2} ; \quad s = h_1 - h_2 = \frac{v^2}{2g}$$

ko'rinishni oladi.



3. Boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jism harakati.

Jismning bunday harakati (51-rasm) tekis sekinlanuvchan harakat bo'lib, $\vec{a} = -\vec{g}$ ekanligidan uning oniy tezligi

$$\vec{v} = \vec{v}_0 - \vec{g}t \quad (4)$$

harakat tenglamasi

$$y = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad (5)$$

ifodalar yordamida aniqlanadi. Bu erda shuni aytib o'tish kerakki, boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning harakat tenglamasi jismning ixtiyoriy vaqt

momentidagi (u yuqoriga harakatlanayaptimi yoki pastga harakatlanayaptimi, qat'iy nazar) koordinatasini topish imkonini beradi.

Agar jismning boshlang'ich tezligidan tashqari uning $v \neq 0$ oxirgi tezligi ham berilgan bo'lsa, u holda (3) ifoda yordamida uning ko'chishini topish mumkin. Jismning bu harakatida traektorianing eng yuqori nuqtasi uchun $v=0$ va $h=y_{\max}=h_{\max}$ shartlar o'rinli bo'lganligi uchun jismning maksimal balandlikka ko'tarilish vaqti $0 = v_0 - gt$ tenglikdan

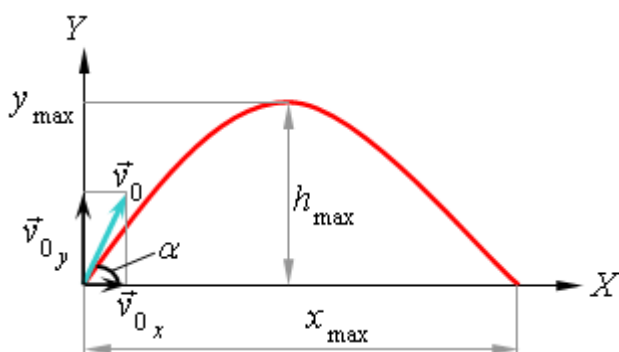
$$t = \frac{v_0}{g} \quad (6)$$

va uning maksimal ko'tarilish balandligi esa, (5) va (6) ifodalardan

$$y_{\max} = h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \quad (7)$$

tenglik yordamida aniqlanishi kelib chiqadi.

Gorizontga α burchak ostida otilgan jism tezligini tashkil etuvchilarga ajratish. O'tgan mavzularda jismning faqat to'g'ri chiziqli bo'ylab harakati o'rganildi. Jismning harakat traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lmaganda uning harakat tenglamasi qanday ko'rinishga ega bo'lishini ko'rib chiqaylik.



Misol. Snaryad zambarak og'zidan gorizont bilan α burchak hosil qilgan $\vec{v}_0$ boshlang'ich tezlik bilan otilib chiqdi.

- snaryadning harakatlanish vaqtini;
- uning maksimal ko'tarilish balandligini;
- maksimal uchish uzoqligini toping.

Bu masalani yechish uchun sanoq boshi sifatida zambarak olinib, unga nisbatan xou koordinatalar tizimi kiritiladi. So'ngra $\vec{v}_0$ tezlikning Ox va Oy o'qlaridagi proektsiyalari topiladi, ya'ni $\vec{v}_0$ ikkita tashkil etuvchilarga ajatiladi:

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$$

Bu ikkala tenglama snaryadning bir vaqtning o'zida Ox va Oy o'qlari bo'ylab mustaqil to'g'ri chiziqli harakatlarda ishtirok etishini bildiradi. Bu ikkala harakat uchun x va y koordinatalari uchun t ga bog'liq tenglamalari snaryadning Ox bo'ylab harakati tekis bo'lganligi uchun

$$x = v_{0x} \cdot t$$

Oy o'qi bo'ylab harakati tekis o'zgaruvchan bo'lganligi uchun

$$y = v_{0y} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

1. Jismning harakatlanish vaqti. Bu vaqtni hisoblash uchun ifodagani qo'yib va bunda $g_y = -g$ ligi uchun

$$y = v_{0y} \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

tenglamani hosil qilamiz. Uchish oxirida snaryadning koordinatasi $y = 0$ ligidan

$$0 = v_{0y} \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

kvadrat tenglamaga ega bo'lamiz. Bu tenglamani t ga nisbatan echamiz:

$$t_1 = 0 ; \quad t_2 = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

t_1 qiymat snaryadning uchish boshlanishi ($y=0$) paytiga mos kelsa, t_2 snaryadning uchish vaqtini bildiradi:

$$t_{yuu} = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

2. Maksimal ko'tarilish balandligi. Snaryad traektoriyaning eng yuqori qismiga ko'tarilishi uchun ketgan vaqt t_{uchish} vaqtdan ikki marta kam, ya'ni

$$t_{k\max} = \frac{t_{yuu}}{2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

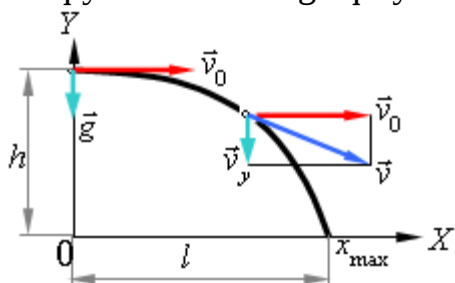
Bu vaqtning qiymatini ifodaga qo'yib, snaryadning maksimal ko'tarilish balandligini topamiz:

$$h_{\max} = y_{\max} = v_0 \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \cdot \sin \alpha - \frac{g}{2} \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2$$

Demak,

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

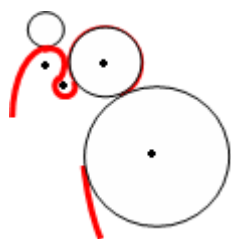
3. Uchish uzoqligi. Zaryadning uchish uzoqligini topish uchun t uchishning qiymati va ifodaga qo'yamiz va x koordinataning maksimal qiymatini topamiz:



$$l = x_{\max} = v_0 \cdot t_{yuu} \cos \alpha = v_0 \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \cdot \cos \alpha = \frac{2v_0 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g}$$

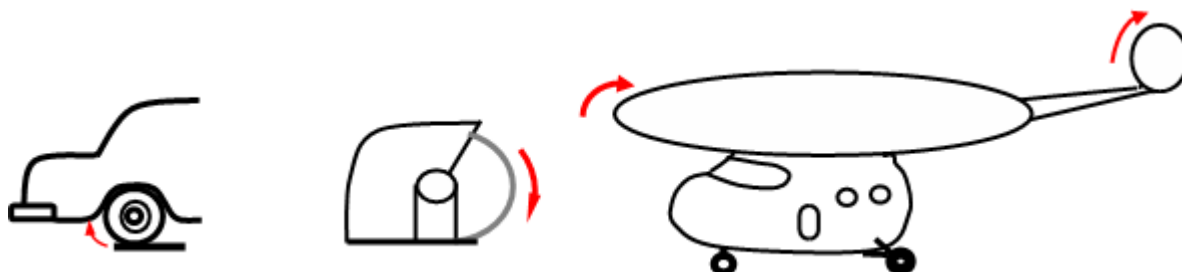
$$l = x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$l_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$



Tabiatda eng ko'p uchraydigan harakat turlaridan biri egri chiziqli harakatdir. Har qanday egri chiziqli harakat uning eng sodda ko'rinishi bo'lgan aylanma harakatlar yig'indisidan iborat bo'ladi. Masalan, rasmda keltirilgan egri chiziqli harakatni to'rtta aylanma harakatlar yig'indisidan iborat, deb qarasa bo'ladi. SHuning uchun aylanma harakat kinematikasi egri chiziqli harakatni o'rganishda muhim ahamiyatga ega.

1. Aylanma harakat. Turmushda aylanma harakatga ko'p marta duch



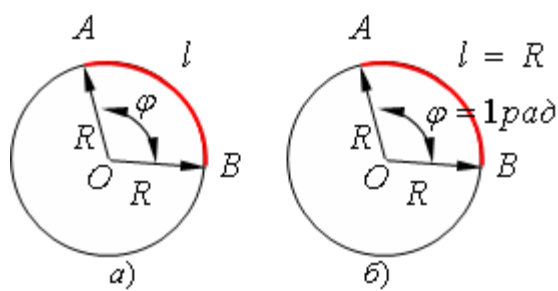
kelgansiz. Masalan, mashina g'ildiragining, charx tosh, vertolyot parraklarining harakatlari aylanma harakatlardir.

Ta'rif. Aylanma harakat deb, traektoriyasi aylanadan iborat bo'lgan moddiy nuqtaning harakatga aytiladi.

Aytaylik, harakatlanayotgan jism traektoriyasining har bir nuqtasi tekislikdagi biror qo'zg'almas O nuqtadan bir xil uzoqlikda yotsin. Bu nuqta aylanma harakat traektoriyasining markazi deb ataladi. Aylanma harakat traektoriyasining markazini uning ixtiyoriy nuqtasi bilan tutashtiruvchi vektorga radius - vektor yoki aylananing egrilik radiusi deyiladi.

2. Burchakli ko'chish. Jism aylana bo'ylab harakatlanganda vaqt o'tishi bilan o'z vaziyatini o'zgartiradi. Bunda u uchi aylana markazida yotuvchi biror ($\angle AOB$)

burchakka ko'chadi (rasm). Bu ko'chishni to'g'ri chiziqli harakatdagi ko'chishdan farqlash uchun burchakli ko'chish deb ataladi.



Ta'rif. Burchakli ko'chish deb, aylanma harakat qilayotgan moddiy nuqtaning boshlang'ich va oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi radius - vektorlar orasidagi markaziy burchakni ifodalovchi kattalikka

aytiladi. Burchakli ko'chish φ (fi) harfi bilan belgilanadi va uning qiymati

$$\varphi = \frac{l}{R}$$

formula yordamida aniqlanadi. Bu erda l - moddiy nuqtaning φ burchakka burilganda bosib o'tgan yo'li ($\cup AV$ ning uzunligi). Burchakli ko'chish XBT da yassi burchak birligi radian (rad)¹ da ifodalanadi: $[\varphi] = 1 \text{ pad}$.

Ta'rif. 1 rad deb, uzunligi radiusga teng bo'lgan yoyni tortib turuvchi markaziy burchakka aytiladi.

Moddiy nuqta to'la bir marta aylanma harakat qilganda $l = 2\pi R$ (aylana uzunligi)ga teng yo'lni bosib o'tadi. Bunda burchakli ko'chish

$$\varphi = \frac{l}{R} = \frac{2\pi R}{R} = 2\pi \text{ rad} = 6.28 \text{ rad}$$

ga teng bo'ladi.

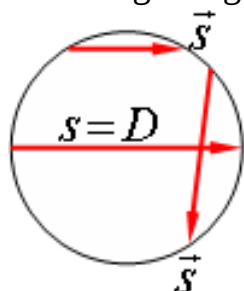
3. Aylana bo'ylab tekis harakat. Aylanma harakat ham moddiy nuqtaning harakat jadalligiga qarab tekis va notekis aylanma harakatlarga bo'linadi.

Ta'rif. Aylana bo'ylab tekis harakat deb, bir xil vaqt oraliqlarida bir xil burchakka ko'chadigan moddiy nuqtaning harakatiga aytiladi.

Masalan, to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan avtomobil g'ildiragi eng chetki nuqtalarining bir xil vaqt oraliqlaridagi burchakli ko'chishlari bir xil qiymatga ega bo'ladi. Sunoiiy yo'ldoshlar, Oyning Yer atrofidagi harakatlari ham aylana bo'ylab tekis harakatga yaqin bo'ladi.

¹ Burchakli ko'chish (1) ifoda yordamida aniqlanganda o'lchamsiz kattalik ekanligi kelib chiqadi. SHuning uchun masalalar echishda ba'zan «rad» so'zi tashlab yoziladi.

4. **Aylana bo'ylab tekis harakatda ko'chish va yo'l.** Aylanma harakatda ko'chish (burchakli ko'chish bilan almashtirib qo'ymang) to'g'ri chiziqli harakatdagi ko'chish kabi ta'riflanadi. Aylanma harakatda ko'chish doimo vatar bo'ylab yo'naladi va ko'chish modulining eng katta qiymati aylana uzunligining diametriga teng bo'ladi.



Traektoriyaning egrilik radiusi R va burchakli ko'chishi φ maolom bo'lsa, ifodaga asosan aylanma harakat qilayotgan moddiy nuqtaning bosib o'tgan yo'li

$$l = \varphi \cdot R$$

formula yordamida, agar N aylanishlar soni berilgan bo'lsa, u holda yo'l

$$l = 2\pi \cdot R \cdot N$$

formula yordamida aniqlanadi.

Aylanma harakatni tavsiflash uchun burchakli ko'chish (φ) va egrilik radiusi (R) dan tashqari yana ikkita kattalik: aylanish davri va chastotasi kiritiladi.

1. Aylanish davri. Aytaylik, moddiy nuqta aylanish markazi atrofida N marta aylanma harakat qilsin.

Ta'rif. Aylanish davri deb, moddiy nuqtaning to'la bir marta aylanma harakat qilish uchun sarflangan vaqtiga aytiladi. Aylanish davri T harfi bilan belgilanadi va

$$T = \frac{t}{N}$$

$[\varphi] = \frac{[l]}{[R]} = \frac{1m}{1m} = 1$ formula yordamida aniqlanadi. XBT da davrning birligi $[T] = 1s$

qabul qilingan. Aylanish davri birligining ma'nosi: moddiy nuqta bir marta aylanma harakat qilish uchun 1 s vaqt sarflanishini bildiradi. Masalan, tokarlik stanogiga o'rnatilgan detal 2 min da 1200 marta aylansa, detalning aylanish davri ga asosan

$T = \frac{t}{N} = \frac{2 \cdot 60s}{1200} = 0.1s$ bo'lib, detal 1 marta aylanish uchun 0.1 s vaqt sarflanganini bildiradi.

2. **Aylanish chastotasi** – davrga teskari bo'lgan kattalik bo'lib, u ν (nyu) harfi bilan belgilanadi.

Ta'rif. Aylanish chastotasi deb, moddiy nuqta aylanishlar sonining aylanish vaqtiga nisbatini ifodalrvchi fizikaviy kattalikka aytiladi va u

$$\nu = \frac{N}{t}$$

ifoda yordamida aniqlanadi. XBT da chastotaning birligi qilib, $[\nu] = \frac{1}{[t]} = 1s^{-1} = \frac{1}{s}$ qabul

qilingan. (2) ifodadan $\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{\frac{t}{N}} = \frac{1}{T}$ bo'lib,

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

ekanligini ko'rish qiyin emas.

Yuqorida keltirilgan misoldagi detalning aylanish chastotasi aniqlanadigan bo'lsa, $\nu = \frac{N}{t} = \frac{1200}{120s} = 10s^{-1}$ ekanligi kelib chiqadi. Chastotaning ma'nosi: detalning har bir sekundda 10 marta aylanishini ifodalaydi.

3. Burchakli tezlik – aylanma harakat jadalligini ifodalaydi va u to'g'ri chiziqli tekis harakat tezligi kabi ta'riflanadi va u ω (omega) harfi bilan belgilanadi.

Ta'rif. Burchakli tezlik deb, moddiy nuqtaning aylanma harakat davomidagi burchakli ko'chishining shu ko'chish sodir bo'lgan vaqtiga nisbatini ifodalovchi fizikaviy kattalikka aytiladi:

$$\vec{\omega} = \frac{\vec{\varphi}}{t}$$

So'nggi ifodadagi burchakli tezlikning XBT dagi birligi $[\omega] = \frac{[\varphi]}{[t]} = 1 \frac{pad}{c}$

Burchakli tezlikning birligi qilib, 1 s da 1 rad burchakka buriladigan moddiy nuqtaning burchakli tezligi qabul qilingan. Aylana bo'ylab tekis harakatda moddiy nuqtaning burchakli tezligi o'zgarmas, yaoni $\omega = const$ bo'ladi.

Misol. Agar jismning 10 s ichidagi burchakli ko'chishi 2π ga teng bo'lsa, uning burchakli tezligi qanchaga teng bo'ladi?

Berilgan:

$$\varphi = 2\pi = 6.28\text{rad}$$

$$t = 10\text{ c}$$

$\omega = ?$

Yechish:

Burchakli tezlik formulasiga asosan

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{6.28\text{pad}}{10c} = 0.628 \frac{\text{pad}}{c}$$

Bu javobning ma'nosi: aylanma harakat davomida jism har bir sekundda 0.628 rad burchakka buriladi.

Burchakli tezlik, aylanish davri va aylanish chastotasi o'rtasidagi bog'liqlik. Bu bog'liqlikni topish uchun quyidagicha fikr yuritiladi: tekis aylanma harakat qilayotgan moddiy nuqta $t=T$ vaqt davomida to'la bir marta aylanadi, yaoni u 2π rad burchakka buriladi. Shuning uchun burchakli tezlik ifodaga asosan

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T}$$

ifoda burchakli tezlik aylanish davriga teskari mutanosib ekanligini ko'rsatadi, yaoni aylanish davri qancha katta (kichik) bo'lsa, burchakli tezlikning qiymati shuncha kichik (katta) bo'ladi.

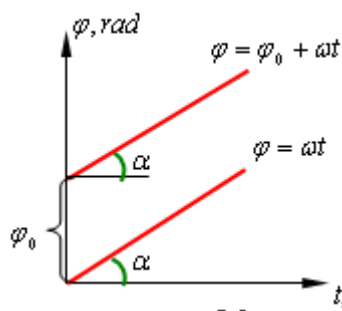
Aylanish davri chastotaga teskari kattalik ekanligini eotiborga olib,

$$\omega = 2\pi\nu$$

Burchakli tezlikning chastotaga to'g'ri mutanosib, yaoni chastota qancha katta bo'lsa, burchakli tezlik ham shuncha katta qiymat qabul qilishini ko'rsatish qiyin emas.

jadvalda Ba'zi jismlarning aylanish davri, chastotasi va burchakli tezliklarining qiymatlari berilgan.

5. Burchakli ko'chishni burchakli tezlik, aylanish davri va chastota yordamida ifodalash. burchakli ko'chish uchun



$$\varphi = \omega \cdot t$$

bu ifoda burchakli ko'chishning vaqtga bog'liq tenglamasidir. ifodalardan foydalanib, φ ning T ga bog'liq

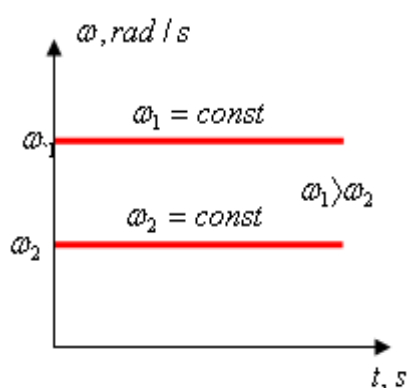
$$\varphi = \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

hamda chastotaga bog'liq

$$\varphi = 2\pi \cdot \nu \cdot t$$

formulalar hosil qilinadi.

Agar boshlang'ich vaqtda moddiy nuqta biror φ_0 vaziyatda turgan bo'lsa, u holda burchakli ko'chishning quyidagi ifodalari



$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

$$\varphi = \varphi_0 + 2\pi \nu \cdot t$$

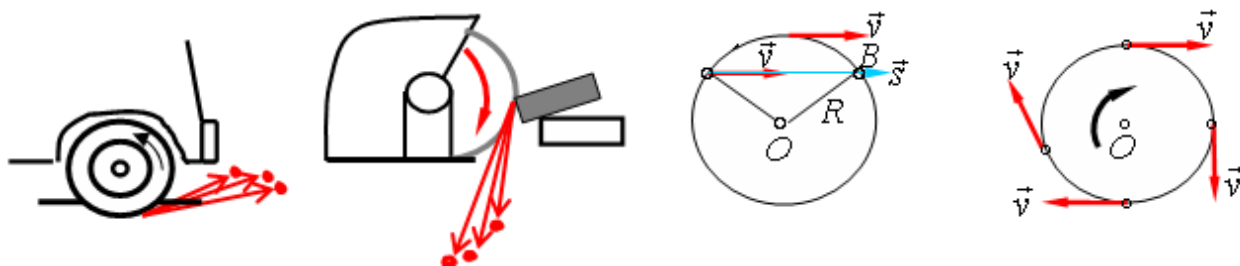
keladi va bunda φ_0 - moddiy nuqtaning boshlang'ich fazasi deb ataladi. φ ning t ga bog'liq o'zgarishini ifodalovchi grafik keltirilgan. Tekis aylanma harakatda $\omega = \text{const}$ ligi uchun uning grafigi Ot o'qiga parallel bo'ladi.

57 - rasm

jadval. Ba'zi jismlarning aylanish davri, chastotasi va burchakli tezliklari.

Aylanma harakat	T, s	ν, c^{-1}	$\omega, \text{rad}/c$
Er quyosh atrofida	$3.14 \cdot 10^7$	$0.38 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$
Er o'z o'qi atrofida	$8.6 \cdot 10^4$	$0.116 \cdot 10^{-4}$	7.310^{-5}
Soatning minut strelkasi	3600	$2.8 \cdot 10^{-3}$	$2.7 \cdot 10^{-3}$
Vertolyotning yetakchi vinti	0.24-0.15	4.2 – 6.7	26 – 43
Il-18 samolyotining vinti	0.056	18	113
Quvvatli bug'' trubinasi rotori	0.013	75	471
Kalashnikov avtomati o'qining stvoldan uchib chiqishdagi	$3.34 \cdot 10^{-4}$	2994	≈ 18800

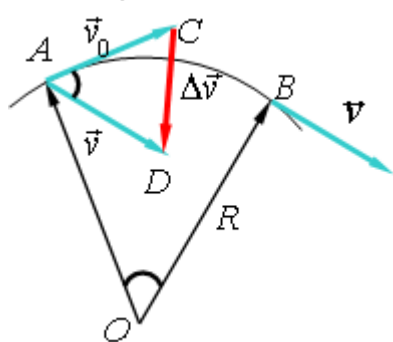
1.Chiziqli tezlik. To'g'ri chiziqli tekis harakatdagi tezlik tushunchasini aylanma harakatga ham qo'llash mumkin. Aylanma harakatdagi bu kattalik chiziqli tezlik deb ataladi. Chiziqli tezlikni tasavvur qilish uchun bir nechta misollar keltiramiz. Aylanayotgan charx toshga po'lat jismning uchi tekkizilsa, toshdan ajralayotgan uchqunlar ma'lum tezlik bilan to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanadilar. Joyidan qimirlamay sirpanib harakatlanayotgan avtomobil qildiragidan sachrayotgan loylar ham xuddi uchqunlar kabi harakatlanadi.



Faraz qilaylik, moddiy nuqta R radiusli aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan bo'lsin. Harakat tekis bo'lganligi uchun uning tezligi o'zgarmas ($v = \text{const}$) bo'ladi. Aylanma harakatda ko'chish vatar bo'ylab yo'nalganligi uchun Δt vaqt ichida nuqta A dan V ga ko'chadi. Nuqtaning tezligi tezlikning umumiy ta'rifiga asosan $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ga teng va AV kesma bo'ylab ko'chish bilan bir xil yo'nalgan. Δt vaqt oralig'i kamaytirib borilgan sari AV kesma $\cup AV$ o'rtasidagi S nuqtadan o'tkazilgan urinmaga yaqinlasha boradi. Demak, aylana bo'ylab tekis harakatda oniy (chiziqli) tezlik urinma bo'ylab yo'naladi. Bu xulosani tajribalar ham tasdiqlaydi.

Shunday qilib, aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning tezligi modul jihatidan o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi esa doimiy o'zgarib turadi va doimo traektoriyaga o'tkazilgan urinma bo'ylab yo'naladi.

1. Chiziqli tezlik aylanish davri, chastota va burchakli tezlik orasidagi munosabat. Aylana bo'ylab tekis harakatda chiziqli tezlikning moduli o'zgarmas bo'lganligi uchun uning qiymatini $v = \frac{s}{t}$ formuladan aniqlash mumkin. Moddiy nuqta bir marta to'la aylanish uchun $t = T$ vaqt sarflab, $s = l = 2\pi R$ yo'lni bosib o'tadi. Shuning uchun tezlik formulasidagi t va c lar o'rniga bu kattaliklarni qo'yib,



$$\bar{v} = \frac{2\pi \cdot \bar{R}}{T}$$

tezlikning aylanish davriga bog'liqligini ifodalovchi formula topiladi. Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, chiziqli tezlik aylanish radiusiga to'g'ri mutanosib, aylanish davriga esa teskari mutanosib.

ifodada $\frac{1}{T} = \nu$ almashtirish qilib,

$$\bar{v} = 2\pi \cdot \nu \cdot \bar{R}$$

formula hosil qilinadi. Bu ifodadan chiziqli tezlik aylanish chastotasiga to'g'ri mutanosib ekanligi ko'rinib turibdi.

Chiziqli tezlikning burchakli tezlikka bog'liqligini topish uchun $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$ ekanligini esga olish kifoya. Natijada

$$\bar{v} = \omega \cdot \bar{R}$$

bo'lib, bundan chiziqli tezlik burchakli tezlikka to'g'ri mutanosib, degan xulosaga kelinadi.

3. Tezlanish va uning yo'nalishi. Jism aylana bo'ylab tekis harakatlanganda tezlik modulining qiymati o'zgarmaganligi bilan uning yo'nalishi doimo o'zgarib turadi. Tezlik o'zgarishining uzluksiz o'zgarishi esa aylanma harakatda tezlanishning

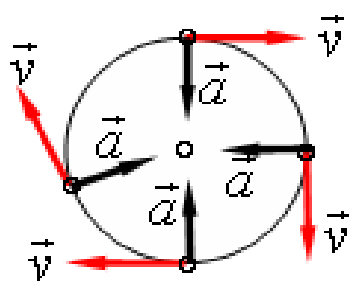
mavjdligini bildiradi. Bu tezlanishin to'g'ri chiziqli harakatdagi tezlanishdan farqlash uchun markazga intilma tezlanish deb ataladi.

Malumki, tezlanish

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = \frac{\Delta \vec{v}}{t}$$

va $\vec{a}$ vektor $\Delta \vec{v}$ bilan bir xil yo'naladi.

Aytaylik, jism R radiusli aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan bo'lsin (62-rasm). Vaqtning juda kichik t qiymatida jism A nuqtadan V nuqtaga kelib qoladi. Bunda A va V nuqtalar bir-biriga shunchalik yaqin keladiki, $\cup AV \approx AV$ bo'ladi. SHunga qaramasdan V nuqtadagi $\vec{v}$ tezlik ($v = v_0$ bo'lsa ham) A nuqtadagi $\vec{v}$ dan



yo'nalishi bilan farq qiladi. t vaqt ichidagi $\Delta \vec{v}$ tezlik o'zgarishini topish uchun $\triangle AVO$ va $\triangle ACD$ larning o'xshashligidan foydalanamiz: $OA = OV = R$; $AS = AD = v$, ya'ni teng yonli uchburchaklar) $\angle AOV = \angle SOD$; $AS \perp AO$ va $SD \perp AV$. Shuning uchun $AO:AS = AV:SD$. SHuning uchun $AV = v \cdot t$ va $CD = \Delta v$ ligidan $\frac{R}{v} = \frac{v \cdot t}{\Delta v}$ va bundan

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v^2}{R}$$

t vaqt qancha kichik olinsa, A va V nuqtalar shuncha bir-biriga yaqin bo'ladi va Δv radius bo'ylab markazga tomon yo'nalgan bo'ladi. $\vec{a}$ ning yo'nalishi $\Delta \vec{v}$ ning yo'nalishi bilan bir xil bo'lganligi uchun aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning tezlanishi traektoriyaning istalgan nuqtasida doimo radius bo'ylab markazga tomon va tezlik vektoriga tik (perpendikulyar) yo'nalgan bo'ladi.

4. Tezlanish va aylanma harakatni tavsiflovchi boshqa kattaliklar orasidagi munosabat. Oxirgi ifodadagi chiziqli tezlikning o'rniga qiymatlarni qo'yib, markazga intilma tezlanishning

a) burchakli tezlikka bog'liqligi

$$a = \omega^2 \cdot R$$

b) aylanish davriga bog'liqligi

$$a = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R$$

v) aylanish chastotasiga bog'liqligi

$$a = 4\pi^2 \nu^2 \cdot R$$

g) chiziqli va burchakli tezliklarga bog'liqligi

$$a = \omega \cdot v$$

ni ifodalovchi formulalar kelib chiqadi.

Savollar.

1. Chiziqli tezlik deb qanday tezlikka aytiladi?

2. Chiziqli tezlik formulasinin yozing va uning qanday yo'nalganligini tushuntiring.

3. *Aylanish chastotasi ortsa, chiziqli tezlik qanday o'zgaradi?*
4. *Markazga intilma tezlanish deb qanday tezlanishga aytiladi?*
5. *Burchakli tezlik, chastota yoki davr ortsa, markazga intilma tezlanish qanday ortadi?*
6. *Jismlarning erkin tushishini birinchi bo'lib kim va qachon o'rgangan?*
7. *Erkin tushish tezlanishining fizikaviy ma'nosini ayting.*
8. *Erkin tushayotgan jism bilan yuqoriga tik otilgan jismlar harakati bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?*
9. *Ularning o'xshash tomonlarini ayting.*
10. *Jism dastlab havoda, keyin esa havosiz bo'shliqda bir xil boshlang'ich bilan yuqoriga tik otildi. Qaysi holda jism balandroqqa ko'tariladi?*
11. *Erkin tushayotgan jism koordinatasining vaqtga bog'liq grafigi qanday ko'rinishda bo'ladi?*
12. *Aylanish davri deb nimaga aytiladi? Aylanish chastotasi deb-chi?*
13. *Burchakli tezlik deb nimaga aytiladi?*
14. *$T=5s$, $\nu = 50c^{-1}$, $\omega = 15\text{rad}/c$ kattaliklarning ma'nosini ayting.*
15. *Burchakli tezlikning qiymati qancha katta bo'lsa, aylanish davri shuncha kichik bo'ladi, degan fikr to'g'rimi? Nima uchun?*
16. *Egri chiziqli harakat deb nimaga aytiladi?*
17. *Aylanma harakatga ta'rif bering.*
18. *Burchakli ko'chish deb nimaga aytiladi?*
19. *Aylana bo'ylab tekis harakat ta'rifidan foydalanib, aylana bo'ylab notekis harakatga ta'rif bering.*

20. *Aylanma harakatda ko'chish qanday yo'nalgan?*

Mashiq

1. *Egri ko'priknining uzunligi 40 metr. Bu ko'prikda harakatlanayotgan mashinaning burchakli ko'chishi 0,8 rad ga teng bo'lsa, ko'priknining egrilik radiusi qanchaga teng bo'ladi?*
2. *Agar Er radiusi $R=6400$ km ekanligi maolom bo'lsa, uning ekvatoridagi nuqtasi 1 sutka da qancha yo'lni bosib o'tadi?*
3. *Parvona chiroq atrofida 20 marta aylanib, 31.4 m yo'lni o'tdi. Parvona traektoriyasining radiusini toping.*
4. *Avtomobilning g'ildiragi 4 min davomida 2880 marta aylansa, uning aylanish davri qanchaga teng?*
5. *Vertolyotning kichik vinti 1.5 min da 3600 marta aylandi. Uning aylanish chastotasi qanchaga teng?*
6. *Masxaraboz to'pni barmog'ining uchida 4 s^{-1} chastota bilan aylantirsa, to'pning aylanish davri qanchaga teng bo'ladi?*
7. *Moddiy nuqta 50 s^{-1} chastota bilan aylanayapti. U 6 s da ncha marta aylanadi?*
8. *Pildiroq 0.2 s davr bilan 100 marta aylandi. Uqancha vaqt aylangan?*
9. *8-jadvaldan foydalanib quyidagi masalalrni yeching:*
10. *Yerning 1 sutka da Quyosh atrofidagi burchakli ko'chishi qanchaga teng?*
11. *Vertolyot yetakchi vintining burchakli ko'chishi 22600 rad ga teng bo'lsa, u qancha vaqt aylanadi?*

12. Quvvatli bug'' trubinasining rotorini 1s da necha marta aylanadi?
13. Il-18 samolyoti vintining radiusi 2.25 m. Vintning uchidagi nuqtasi 2 s davomida qancha yo'l bosadi?
14. Yer sharini bir marta aylanib chiqqan odam necha km yo'l bosadi? Erning radiusini 6400 km ga teng deb oling.
15. Velosipedchi 10 m/s o'zgarmas tezlik bilan yo'lning radiusi 100 m blgan qismida harakatlanayapti. Velosipedchining burchakli tezligi va markazga intilma tezlanishini toping.
16. Radiusi 10 sm bo'lgan charxtosh 0.2 s ichida bir marta aylansa, uning aylanish o'qidan eng uzoqdagi nuqtalarining tezligi qanchaga teng bo'ladi?
17. Birinchi «Vostok» kosmik kemasining Yer atrofida aylanish davri 90 min edi. Kemaning Yer yuzidan o'rtacha balandligi 320 km, Yerning radiusi esa 6400 km. Kosmik kemaning chiziqli tezligi va markazga intilma tezlanishini toping.
18. Il-18 samolyoti vintining eng chetki nuqtasi 254 m/s tezlik bilan aylanma harakat qiladi. Vint uchining markazga intilma tezlanishi 12840 m/s^2 bo'lsa, vintning radiusi qanchaga teng?

5 –Dars.

Mavzu: Dinamikaning vazifasi. Nyuton qonunlari va ularning tajribaviy asoslari. Inyertsial va noinyertsial sanoq sistemalari. Gravitatsion maydon. Butun olam tortishish qonuni. I kosmik tezlik formulasini keltirib chiqarish.

Reja:

1. Nyutonning birinchi qonuni.
2. Nyutonning ikkinchi qonuni.
3. Nyutonning uchinchi qonuni.
4. Inyertsial va no inyertsional sanoq tizimlari.
5. Butun olam tortishish qonuni.
6. Kosmik tezliklar.

Tayanch so'zlar:

Inyertsiya qonuni haqidagi fikr XVII asrning boshlarida mashhur italyan fizigi G.Galiley tomonidan aytilgan bo'lib, u yerga tortilishi, havoning ishqalanishi va qarshiligi kabi turli ta'sirlardan ozod bo'lgan jism ideal hollarda o'zgarmas tezlik bilan abadiy harakat qilishi kerak, degan to'g'ri xo'losaga keldi. Frantsuz fizigi va matematigi Rene Dekart bu xo'losani rivojlantirib, erkin jism o'zining to'g'ri chiziqli harakatini davom ettirishga intiladi, deb o'qtiradi.

Nyuton o'zidan oldin o'tgan olimlarning xo'losalariga hamda o'zining kuzatishlari va tajribalari natijasiga asoslanib, inyertsiya qonuni dinamikaning I qonuni sifatida qabul qildi va uni quyidagicha ta'rifladi: "Agar biror jismga boshqa jismlar yoki tashqi kuch ta'sir etmasa, u o'zining nisbiy tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi".

Nyutonning I qonunini matematik nuqtai nazardan quyidagicha yozish mumkin: $\vec{F} = 0$ bo'lsa, $\vec{v} = 0$ yoki $\vec{v} = \text{const}$ bo'ladi.

Jismlar o'zining tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlash qobiliyatiga inyertsiya (lotincha "qotib qolishlik", "harakatsizlik" demakdir) deyiladi. Shuning uchun Nyutonning I qonuni inyertsiya qonuni deb ham yuritiladi.

Nyutonning I qonunini har qanday sanoq sistemasida ham bajarilavermaydi. Nyutonning I qonuni bajariladigan sanoq sistemasiga inyertsial sanoq sistemasi deyilib, bajarilmaydigan sanoq sistemasiga Noinertsial sanoq sistemasi deb ataladi.

Tekshirishlardan ma'lum bo'lganki, quyoshda markazlashgan, o'qlari esa mos ravishda yulduzlar tomon yo'nalgan sanoq sistemasi birdang'bir inyertsial sanoq sistema bo'lar ekan. Shuning uchun ham bu sanoq sistemasiga geliotsentrik (Quyoshda markazlashgan) sanoq sistemasi deyiladi. Geliotsentrik sistemaga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatlanuvchi har qanday sanoq sistemasi inyertsial sanoq sistemasi bo'la oladi.

Kuch ($\vec{F}$) deb, jismlarga tezlanish byera oladigan yoki ularni deformatsiyalaydigan fizik kattalikka aytiladi.

Tajribalardan ma'lumki, kuch bir jismning boshqa jismlarga ta'sirini miqdor jihatdan xarakterlovchi fizik kattalikdir.

Kuch ta'sirida jismning olgan tezlanishi qo'yilgan kuchga to'g'ri proportsionaldir:

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2} = \frac{\vec{a}_1}{\vec{a}_2}, \frac{\vec{F}_2}{\vec{F}_3} = \frac{\vec{a}_2}{\vec{a}_3}$$

Bu proportsiyalardan quyidagilarni yozish mumkin:

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{a}_1} = \frac{\vec{F}_2}{\vec{a}_2} = \frac{\vec{F}_3}{\vec{a}_3} = \dots = \frac{\vec{F}_n}{\vec{a}_n}$$

Bundan ko'rinadiki, jismga ta'sir qilayotgan kuchning mos ravishda jismning olgan tezlanishiga bo'lgan nisbati o'zgarmas kattalikdir.

$\frac{\vec{F}}{a}$ nisbat jismning inyertlik o'lchovi bo'lib, u massa (m) deb ataladi.

Demak, jismning massasi deb, uning inyertlik o'lchovidan iborat bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Nyuton jismga qo'yilgan kuch bilan uning olgan tezlanishi va massasi orasidagi bog'lanishni aniqlash uchun gorizontaal tekis sirtidagi aravachaning kuch ta'siridagi harakatini tekshirib, quyidagi xo'losaga keldi:

$$1) \quad \vec{a} \sim \vec{F} \qquad 2) \quad \vec{a} \sim \frac{1}{m}$$

Bu xo'losalarga asoslangan Nyuton II qonunni quyidagicha ta'riflanadi: "Kuch ta'sirida jismning olgan tezlanishi kuchga to'g'ri proportsional bo'lib, massasiga teskari proportsionaldir", ya'ni: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ yoki $\vec{F} = m\vec{a}$

Bu ifoda ham Nyutonning II qonuni ifodasi bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi: "Jismga ta'sir qiluvchi kuch jism massasining uning olgan tezlanishiga kupaytmasiga teng".

Klassik mexanikada tezliklarni qo'shishning matematik ifodasi quyidagicha:

$$\vec{g} = \vec{g}^1 + \vec{U}, \text{ bu } \vec{F} = \vec{F}^1 + \vec{U}t$$

$$\vec{g}^1 = \vec{g} - \vec{U} \qquad \vec{F}^1 = \vec{F} - \vec{U}t$$

Ushbu qonunning ta'rifi: "Moddiy nuqtaning (K) absolyut inyertsial sanoq sistemasidagi ($\vec{g}$) tezligi (K^1) nisbiy sanoq sistemasidagi ($\vec{g}^1$) tezligi bilan (K^1) sistema ($\vec{U}$) tezligining geometrik yig'indisiga teng".

Shuningdek:

$$\vec{a} = \vec{a}_2^1 \text{ bo'ladi; bu, } \vec{g} = \vec{g}^1 + \vec{U}, \text{ ning tartibli hosilasi.}$$

$$\vec{a}^1 = \vec{a} \qquad \vec{g}^1 = \vec{g} - \vec{U}$$

Demak, (K) va (K^1) inyertsial sanoq sistemalaridagi tezlanishlar bir xildir. Boshqacha qilib aytganda: "Jismlarning tezlanishlari Galiley almashtirishlariga invariantdir". Shuningdek, $\vec{F} = \vec{F}^1$ buladi; bunda

$$\vec{F} = m\vec{a} \text{ dan iboratdir.}$$

$$\vec{F}^1 = m\vec{a}^1$$

Xo'losa:

Uzunlik, vaqtning o'tishi, jismning massasi, tezlanishi va unga ta'sir qiluvchi kuchlar Galiley almashtirishlariga nisbatan invariantdir.

Tezlanish va kuchlarning (K) va (K^1) inyertsial sanoq sistemalarida bir xil namoyon bo'lishiga asoslanib, Galiley o'zining nisbiylik printsiptini quyidagicha ta'rifladi: "Barcha inyertsial sanoq sistemalarida mexanik tajribalar bir xil sodir bo'ladi". Bu printsiptni yana boshqacha ta'riflash mumkin: "Mexanik tajribalar yordamida inyertsial sanoq sistemaning tinch turganligini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotganligini aniqlab bo'lmaydi".

Barcha inyertsial sanoq sistemalarda klassik mexanika qonuniyatlari bir xil bajariladi.

Nyutonning II qonuniga asoslanib, kuch impulsini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad \vec{a} = \frac{\vec{g} - \vec{g}_0}{t}, \quad \vec{F} = \frac{m\vec{g} - m\vec{g}_0}{t}, \quad \vec{F}t = m\vec{g} - m\vec{g}_0, \quad (m\vec{g} = \vec{P}) \text{ desak:}$$

$$\vec{F}t = \vec{P} - \vec{P}_0, \text{ bo'ladi.}$$

Demak, kuch impulsig`impulslarning farqiga (ayirmasiga) teng bo'lgan fizik kattalikdir.

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

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2, \quad \vec{F}_1\Delta t = -\vec{F}_2\Delta t, \quad \begin{aligned} \vec{F}_1\Delta t &= m_1\vec{g}_1^1 - m_1\vec{g}_1 \\ \vec{F}_2\Delta t &= m_2\vec{g}_2^1 - m_2\vec{g}_2 \end{aligned}$$

$$m_1\vec{g}_1^1 - m_1\vec{g}_1 = -(m_2\vec{g}_2^1 - m_2\vec{g}_2),$$

$$m_1\vec{g}_1^1 + m_2\vec{g}_2 = m_1\vec{g}_1^1 + m_2\vec{g}_2^1 = \text{const}$$

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_1^1 + \vec{P}_2^1 = \text{const}$$

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

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots + \vec{P}_i = \sum \vec{P}_i = \sum m_i\vec{g}_i = \text{const.}$$

Inyertsiya kuchlari qanaday xaraktyerga ega? Inyertsiya kuchlarining vujudga kelishiga sabab, biror sanoq sistemasining qaralayotgan sanoq sistemasiga nisbatan tezlanish bilan harakatlanishidir. Ular quyidagi xollarda namoyon bo'ladi:

1. Sanoq sistemasining tezlanish bilan ilgariylanma harakat qilishi natijasida vujudga keladigan inyertsiya kuchi. Agar Noinertsial sanoq sistemasi $\vec{a}_0$ tezlanish bilan ilgariylanma harakat qilsa undagi jismga

$$\vec{F} = -m\vec{a}_0$$

ga teng bo'lgan inyertsiya kuchi ta'sir ko'rsatadi. Bu kuch, tezlanish bilan harakat qilayotgan avtobusdagi kishini o'tirgichga bosadi, sekinlayotganda esa o'tirgichdan ajratadi.

2. Aylanma harakat qilayotgan sanoq sistemasida tinch turgan jismga ta'sir etadigan inyertsiya kuchi.

Markazidan o'tgan o'q atrofida o'zgarmas ω burchak tezlik bilan tekis aylanayotgan disk bilan tajriba o'tkazaylik. Disk markazidan R masofada m massali sharcha quyilgan. Disk harakatlanayotganligi sababli sharchaga

$$F_m = -m\omega^2 R$$

inyertsiya kuchi ta'sir etadi. Bu kuchga markazdan kochma inyertsiya kuchi deyiladi. Bu kuch ta'sirida jism diskdan o'tilib ketadi.

3. Aylanma harakat kilayotgan sanoq sistemasida harakatlanayotgan jismga ta'sir etadigan inyertsiya kuchi.

Oldingi tajribada sharcha radius bo'ylab $\vec{V}$ tezlik bilan harakatlanayotgan xolni ko'raylik, ya'ni $\vec{V} \perp \vec{\omega}$. Unda sharchaga

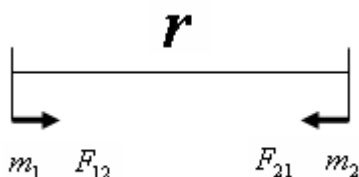
$$\vec{F}_k = 2m[\vec{V}\vec{\omega}]$$

koriolis inyertsiya kuchi ta'sir etadi. Bu kuchning mavjudligi Yerning shimoliy yarmidagi daryolarning ung kirgogining, temir yo'l ralsining ung tomonining, Yerning janubiy yarmidagi daryolarning chap kirgogininig, temir yo'l relsining chap tomonining ko'proq emirilishiga olib keladi.

Shuni aloxida qayd etish lozimki inyertsiya kuchlari jismlarning ta'siri natijasida emas, balki sanoq sistemasining tezlanish bilan harakatlanishi natijasida vujudga keladigan kuchlardir.

Gravitatsion kuch.

Butun olam tortishish qonuni. Har qanday "m" massali jism o'z atrofida cheksizlikgacha yo'nalgan gravitatsionmaydon hosil qiladi. Bu maydonta'sirida jismlar o'zaro tortishishadi, u butun olam tortishish qonuni deb ataladi(N'yuton kashfiyoti):



$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

rismlar orasidagi masofa, $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot m^2}{kg^2}$ - gravitatsion doimiy, tajribadan

aniqlangan. Demak jismlar tortishish kuchi jism massalariga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lar ekan, ya'ni massa ortsa kuch ortadi, masofa ortsa kuch kamayadi.

Agar yyer massasini $M \approx 6 \cdot 10^{24} kg$ va o'rtacha radiusini $R \approx 6,4 \cdot 10^6 m$ bilan belgilasak, yer sirtidagi "m" massali jismga ta'sir etayotgan tortishish kuchi;

$$F = \gamma \frac{M}{R^2} \cdot m = g_0 m = 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot m$$

bo'ladi.

g_0 -yer sirtidagi jismni erkin tushish tezlanishi deyiladi. Agar jism yyer sirtidan "h" balandlikda bo'lsa:

$$g(h) = \gamma \frac{M}{(R+h)^2} \text{ bo'ladi.}$$

Yerning ekvatoriyal radiusi qutbiy radiusidan 21 km oraliqligi va yer aylanma harakati tufayli vujudga keladigan markazdan qochma kuch ekvatorida eng katta qiymatga va qutblarda nolga teng bo'lgani uchun:

$$g_0(ekv) = 9,78 \frac{m}{s^2}; \quad g_0(qutb) = 9,82 \frac{m}{s^2} \text{ teng.}$$

4.Vaznsizlik. Yer tomonidan jismga ta'sir etayotgan tortishish kuchi jismning og'irlik kuchi deb ataladi: $P = mg$

Jismning vazni deganda (Q) jism tomonidan o'zi osilib turgan ipga yohud o'zi bosib turgan tayanchga ta'sir etadigan kuch tushuniladi.

Agar jism tinch tursa yoki tekis harakat qilsa vazni o'zgarmaydi:

$$Q = P = mg$$

Agar jism "a" tezlanish bilan yuqoriga tik harakat qilsa vazni ortadi:

$$Q = P + ma = m(g + a)$$

Agar jism "a" tezlanish bilan pastga tik harakat qilsa vazni kamayadi:

$$Q = P - ma = m(g - a)$$

Demak, jism vazni og'irlik kuchidan ortib ketisa, o'ta yuklanish va $Q=0$ bo'lsa, vaznsizlik holati vujudga keladi. Ikkala holatda ham jism og'irlik kuchi o'zgarmaydi. Kosmik tezliklar. Agar jism ga birinchi kosmik tezlik $g_1 = \sqrt{gR_{er}} \approx 8$

km/s byerilsa, u yerning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qoladi. Agar jismga ikki kosmik tezlik $g_2 = \sqrt{2gR_{er}} \approx 11,2$ km/s byerilsa, u yerning tortishish maydonidan chiqib ketishi mumkin. Agar jismga uchinchi kosmik tezlik $g_3 = 16,7$

Km/s byerilsa, u quyosh sistemasining tortishish maydonidan chiqib ketadi.

IV. Sun'iy kosmik jismlar - yuldoshlar, sayyoralar, yulduzlarni uchirish uchun ularga kosmik tezliklar byerish kiyarak. Ular 3 xil bo'ladi.

1.Birinchi kosmik tezlik. Jism yer yakinida doiraviy orbita buylab harakatlanishi yaxni cunxiy yuldosh bo'lib kolishi uchun (Yerdan uncha baland bulmaganda $r \approx R_0$)

$$mg = \gamma \frac{Mm}{R_0^2} \quad \text{da} \quad g = \gamma \frac{M}{R_0^2} \quad \text{bina} \quad \frac{mV^2}{R} = \gamma \frac{Mm}{R_0^2}$$

$$V_1^2 = gR_0 \quad V_1 = \sqrt{g \cdot R_0} = \sqrt{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}} = 7,9 \text{ km/s}$$

Agar tezlik V_1 dan sal katta bo'lsa jism elliptik orbita buyicha harakatlanadi. 2. Ikkinchi kosmik tezlik.

Jism yer tortish doirasidan chikib sunxiy sayyoraqa aylanishi uchun unga yerdan cheksizlikka siljish ishiga teng kinetik energiya byerish kiyarak

$$\frac{mV_2^2}{2} = \gamma \frac{M \cdot m}{R_0} \quad V_2^2 = 2\gamma \frac{M_{ep}}{R_0} = 2 \cdot g \cdot R_0 \quad \text{eku} \quad V_2 = \sqrt{2gR_0} = \sqrt{2 \cdot V_1^2} = 11,2 \text{ km/s}$$

bunday tezlikda jism parabolik orbita buyicha harakatlanib yer tortish doirasidan chikib ketadi

3.Uchinchi kosmik tezlik. Jism yer sirtida uchirish paytidagi uning kinetik energiyasi kamida uni yerning ta'sir doirasidan chikarish uchun zarur bo'ladigan energiya bilan mazkur nuqtadan Quyosh atrofidagi parabola bo'ylab harakatlanishi uchun zarur bo'lgan energiya yigindisiga teng bo'lishi zarur

$$\frac{mV_3^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} ;$$

bundan

$$V_3 = \sqrt{V_2^2 - V_1^2} = 16,7 \frac{km}{c}$$

bu uchinchi kosmik tezlik deb ataladi. Bunday tezlikka ega bo'lgan jism faqat yerning tortish kuchinigina emas, balki Quyoshning tortishini engib, Quyosh sistemasi doirasidan yulduzlararo fazoga chikib ketad

Savol.

1. *Dinamika deganda nimani tushunasiz ?*
2. *Nyutonning I qonuni ta'rif va matematik ifodasi qanday bo'ladi ?*
3. *Jismning inyertsiyasi deb nimaga aytiladi ?*
4. *Inyertsial va Noinertsial sanoq sistemalari deb qanday sanoq sistemalariga aytiladi ?*
5. *Kuch va massaga ta'rif byering. Ularning o'lchov birliklari qanday ?*
6. *Nyutonning II qonunini ta'riflang va matematik ifodasini yozing.*
7. *Nyutonning III qonunini ta'riflang va matematik ifodasini yozing.*
8. *Jismning impulsi deb nimaga aytiladi ?*
9. *Butun olam tortishish qonunini bilasizmi?*
10. *Galileyning nisbiylik printsipini tushuntiring.*

6 –Dars.

Mavzu: Jismlarning bir necha kuch ta'siridagi harakati. Kuchni tashkil etuvchilarga ajratish va burchak ostida ta'sir etuvchi kuchlarni qo'shish. Jismning muvozanat sharti. Qo'zg'almas o'q atrofida aylanma harakatlanuvchi qattiq jism dinamikasi. Momentlar qoidasi.

Reja:

1. Jismlarning bir necha kuch ta'siridagi harakati.
2. Kuchni tashkil etuvchilarga ajratish va burchak ostida ta'sir etuvchi kuchlarni qo'shish.
3. Jismning muvozanat sharti.
4. Qo'zg'almas o'q atrofida aylanma harakatlanuvchi qattiq jism dinamikasi.
5. Momentlar qoidasi.

Tayanch so'zlar:

Ishqalanish kuchlari.

Ishqalanish kuchlarining namoyon bo'lishi.

Stolning ustida turgan kitobni itarib yuboraylik. Kitob stolning gorizontal sirtida harakatga keladi va boshqa ta'sir ko'rsatilmasa,uz harakatini sekinlashtirib ma'lum vaqtdan keyin tuxtaydi. Kitobning tuxtashiga sabab nima? Bunga sabab uning stol ustida sirpanishiga tuskinlik kiluvchi va bir-biriga tegib turgan sirtlar orasida vujudga kelgan ishqalanish kuchidir. Yukoridagi misol asosida, ishqalanish kuchi jismlarning bir-birlariga nisbatan tezliklariga boglik ekanligiga ishonch xosil kilamiz.

Ishqalanishning turlari. Odatda ishqalanishni tashki va ichki ishqalanishlarga ajratishadi. Tashki ishqalanish deb bir-biriga tegib turgan jismlarning biri ikkinchisining sirtida harakatlanganda sirtlar orasida vujudga keladigan ishqalanishga aytiladi.

Yuqoridagi misolda, kitob va stolning bir-biriga tegib turgan sirtlari orasidagi ishqalanishtashki ishqalanish bo'ladi.

Agar jismlar bir-biriga nisbatan harakatsiz bo'lsa tinchlikdagi ishqalanish, sirpansa-sirpanish ishqalanish va harakat turiga karab aylanma, tebranma harakatdagi ishqalanishlarga ajratiladi.

Ichki ishqalanish deb bir jismning turli qismlari orasida vujudga keladigan ishqalanishga aytiladi. Odatda ichki ishqalanish suyuqliklar va gazlarda mavjud bo'lib biz ularga keyinrok tuxtalamiz.

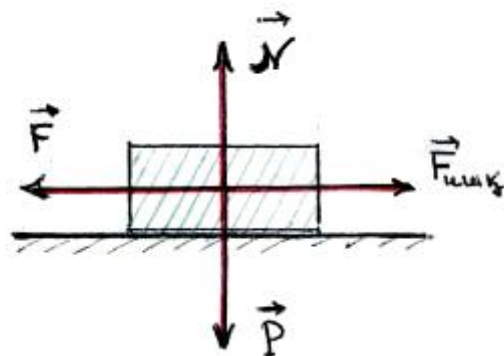
Tashki ishqalanishni vujudga keltiradigan sabablar. Tashki ishqalanishni vujudga keltiradigan asosiy sabab bir-biriga tegib turgan sirtlarning notekisligi, ya'ni gadir-budiriligidir. Agar sirtlar juda sillik bo'lsa ishqalanish turli jismlar molekulalari orasidagi tortishish kuchlari natijasida vujudga keladi.

Tinchlikdagi ishqalanish kuchi. Ishqalanish kuchi F_{ishk} ni aniqlash uchun stol ustida turgan jism bilan tajriba o'tkazaylik. Jismni harakatlantirish uchun unga F kuch quyilgan. F ning ma'lum qiymatlarigacha jism harakatsiz koladi. Ya'ni jism va stol sirtlari orasida vujudga keladigan kuch jismning stol ustida harakatlanishiga tuskinlik kiladi. Jismlar bir-biriga nisbatan harakatlanmaganda xam ularning bir-birlariga tegib turgan sirtlari orasida vujudga keladigan bunday kuchga tinchlikdagi ishqalanish kuchi deyiladi.

F ning kattaligi $\vec{F}_{ishk}$ ning kattaligiga teng bo'lganda stol ustidagi jism harakatlana boshlaydi. Demak $\vec{F} = \vec{F}_{ishk}$ Lekin, shu bilan birga bu kuchlar karama-karshi yo'nalgandir.

$$\vec{F} = - \vec{F}_{ishk}$$

Ishqalanish kuchi nimalarga boglik? Stol ustidagi jismni harakatlantiruvchi $\vec{F}$ kuchning qiymati $\vec{F}_{ishk}$ ning qiymatiga teng bo'lgangacha ortib borar ekan. Unda $\vec{F}_{ishk}$ ning qiymati nimalarga boglik. Tajribalar yordamida aniqlangan qonunga muvofik: sirpanish ishqalanish kuchi $\vec{F}_{ishk}$ bir jism ikkinchi jismga ko'rsatadigan normal bosim kuchi (tayanchning reaksiya kuchi) N ga proporsionaldir, ya'ni $F_{ishk} = \mu \cdot N$. Bu yerda μ - sirpanish ishqalanish koefitsienti deyilib, jismlarning bir-biriga tegib turgan sirtlarining xossalriga boglikdir.



Tayanchning reaksiya kuchi. Gorizontol xolatda yotgan jism uchun tayanchning reaksiya kuchi $\vec{N}$ va jismning stol sirtiga ko'rsatadigan bosim kuchi (ogirlik kuchi) $\vec{P}$ larning kattaliklari teng, yunalishlari esa karama-karshidir, ya'ni

$$\vec{P} = -\vec{N}$$

Lekin bu ifoda jism qiya tekislikda bo'lgandaurinli bulmaydi

Jismning qiya tekislikdagi harakati. Qiyalik burchagi α ga teng bo'lgan qiya tekislikdagi jismning harakatini ko'raylik. Jism harakatga kelishi uchun

$$F = F_{ishk}$$

bo'lishi kyerakligi bizga ma'lum. Endi α burchakning sinusi va kosinusini aniqlaymiz

$$\sin \alpha = \frac{F}{P}; \text{ yoki } F = P \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{N}{P}; \text{ yoki } N = P \cos \alpha$$

Agar formulalar yordamida $F = F_{ishk} = \mu \cdot N$ ifodani kayta yozsak

$$P \sin \alpha = \mu \cdot N = \mu P \cos \alpha \text{ yoki } \mu = \tan \alpha_0$$

α ning biror α_0 qiymatidan boshlab jism harakatga keladi va unga jism harakati boshlanadigan chegaraviy burchak deyiladi.

$$\mu = \tan \alpha_0$$

Shunday qilib, ishqalanish koefitsienti μ jismning qiya tekislik ustida sirpanish boshlanadigan burchak α_0 ning tangensi bilan aniqlanadi.

Ishqalanishning tabiatda va texnikada ahamiyati. Ishqalanishning tabiatda va texnikada ahamiyati katta. Ishqalanish bulmaganda odamlar va transport vositalari harakatlana olmas edilar. Bu harakatlarni ta'minlovchi omil odam oyoklari va yer sirti, mashina balonlari va yer sirti orasidagi ishqalanish kuchlarining mavjudligidir. Ba'zi xollarda ishqalanish zarar keltirishi xam mumkin va bu xollarda uni kamaytirish zarur. SHu maqsadda ishqalanuvchi sirlarga turli yoglar surtiladi, yoki podshibniklarga uxshash texnik moslamalardan foydalaniladi.

Inyertsiya kuchlari.

Noinertsial sanoq sistemalari. Biz yukorida Nyuton qonunlari faqatgina inyertsial sanoq sistemalaridagina bajariladi deb ta'kidladik. Unda inyertsial bulmagan, ya'ni Noinertsial sanoq sistemalarida harakat qonunlari qanday bo'ladi – degan savol tugiladi. Inyertsial sanoq sistemalariga nisbatan tezlanish bilan harakatlanadigan sanoq sistemalariga Noinertsial sanoq sistemalari deyiladi. Bunday sistemalarda Nyuton qonunlari umuman olganda bajarilmaydi. Lekin bu qonunlarni Noinertsial sanoq sistemalariga moslash mumkin. Buning uchun esa Noinertsial sanoq sistemalariga xos bo'lgan inyertsiya kuchlari deyilguvchi kuchlarni xisobga olmoq darkor.

Noinertsial sanoq sistemasida Nyuton qonunlari. Noinertsial sanoq sistemasida jismning oladigan tezlanishi unga ta'sir etadigan kuchlarning yig'indisiga (jumladan inyertsiya kuchlarini xam) to'g'ri proporsional, massasiga esa teskari proporsional, ya'ni

$$\vec{a} = \frac{\vec{F} + \vec{F}_{in}}{m}$$

Bu yerda $\vec{a}$ - jismning Noinertsial sanoq sistemasidagi tezlanishi, $\vec{F}$ - inyertsial sanoq sistemasida ta'sir etadigan kuch, $\vec{F}_{in}$ - inyertsiya kuchlari bo'lib u xam jismga tezlanish beradi. Quyidagi ko'rinishda yozamiz

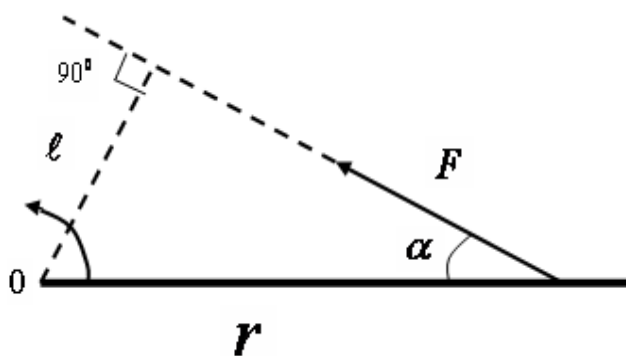
$$m\vec{a}^1 = \vec{F} + \vec{F}_{in}$$

Inyertsial sanoq sistemasida Nyutonning ikkinchi qonuni $\vec{F} = m\vec{a}$ ekanligidan foydalansak

$$m\vec{a}^1 = m\vec{a} + \vec{F}_{in}$$

Bu yerda $\vec{a}$ - jismning inyertsial sanoq sistemasidagi tezlanishi

Kuch momenti. Qattiq jismni aylanma harakatga keltirish uchun unga kuch ta'sir etishi kyerak. Agar kuch yo'nalishi ayalnish o'qidan o'tsa yoki unga parallel bo'lsa, jism aylanmaydi. Rasmda $\vec{F}$ kuch styerjenning "K" nuqtasiga " α " burchak ostida qo'yilgan bo'lsa, u "O" aylanish o'qi



aylanish o'qi atrofida aylana boshlaydi. $OK = r$, $l = r \cdot \sin \alpha$ - kuch yelkasi. " $\vec{F}$ " kuchning "O" aylanish o'qiga nisbatan momenti:

$$M = Fr \sin \alpha = Fl$$

Kuch momenti qancha ko'p bo'lsa, jism shuncha tezroq aylanadi.

Qo'zg'almas z o'q atrofida aylanayotgan jism dinamikasining tenglamasi quyidagicha bo'ladi: $\vec{M}_{Fz} = I \cdot E_z$, bunda: I - inyertsiya momenti, E_z - burchak tezlanish, $\vec{M}_{Fz}$ - tashqi kuchlarning o'qqa nisbatan momentlarining yig'indisi.

Inyersiya momenti. "m" massali moddiy nuqta "R" radiyusli aylana bo'ylab harakat qilsa, uning inyertsiya momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$I = mR^2 \text{ (kg m}^2\text{)}$$

Umuman jismning inyertsiya momenti shu jismning aylanma harakatiga nisbatan inyeritligini ifodalaydigan kattalikdir. Inyersiya momenti jism shakliga, massasiga va aylanish o'qining o'tish joyiga bog'liq bo'ladi.

Jismning ixtiyoriy o'qqa nisbatan inyertsiya momenti Shteynyer teoremasiga asosan aniqlanadi, ya'ni:

$I = I_0 + ma^2$, bunda I_0 - jismning byerilgan o'qqa nisbatan parallel bo'lib, massalar markazi orqali o'tgan o'qqa nisbatan inyertsiya momenti, a g' o'qlar orasidagi masofa.

Impuls momenti. "m" massali moddiy nuqta "V" tezlik bilan "R" radiyusli aylana bo'ylab harakat qilsa, uning impul's momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$L = P \cdot R = m\mathcal{R}$$

$P = m\mathcal{V}$ - jism impul'si. Bu ifodani impul's bo'yicha diffyerensiallasak: $dL = R \cdot dP = R \cdot F \cdot dt$ yoki $\frac{dL}{dt} = R \cdot F = M$

Agar $M = 0$ bo'lsa, $\frac{dL}{dt} = 0$ bo'ladi, ya'ni $L = const$ bo'lishi kyerak.

Oxirgi ifoda quyidagicha yozilishi mumkin:

$$L = m\mathcal{R} = m\omega R \cdot R = mR^2 \cdot \omega = I \cdot \omega = const$$

Bu ifoda impul's momentining saqlanish qonunini ifodalaydi, undagi ω - burchak tezligi.

7 –Dars.

Mavzu: Suyuqlik va gazlar mexanikasi. Suyuqlik va gazlarning laminar va turbulent oqimi. Harakatlanuvchi suyuqlik va gazlarda bosim. Byernulli tenglamasi.

Reja:

1. Suyuqliklar va gazlar.
2. Suyuqlik va gazlarda bosim. Paskal va Arximed qonunlari.
3. Jismlarning suyuqlik va gazlardagi harakati.

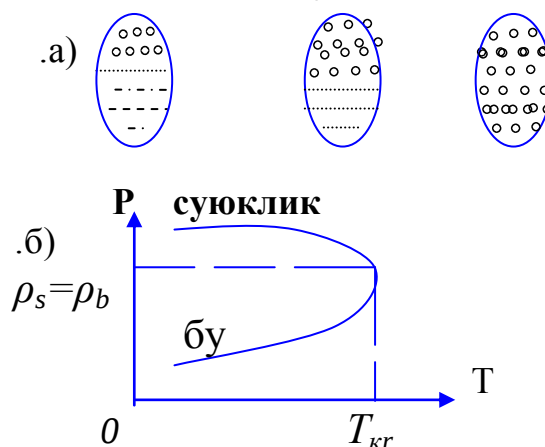
Tayanch so'zlar: polikristal, anizotropiya, izotro, kristal panjaralar, amorf, kristallar, kristal panjaralar, qaynash, to'yinmagan bug', to'yingan bug', to'yinmagan bug', sublimatsiya, bug'lanish va qaynash

Biron idishga agar suv (suyuklik) kuysak bir oz vaqt utgandan keyin idishdagi suv satxining balandligi kamayadi. Suv satxining balandligining kamayishiga sabab suvning bug'lanishidir. Suv satxidan molekulalar ajralib gaz (bug') xolatiga utadi. Bug' xolatiga utgan molekulalarning bir kismi kondensatsiyalanib suv satxiga tushadi, bug'ning kolgan kismi esa xavoga tarkaladi.

Bug'ga aylangan molekulalar soni kondensatsiyalangan molekulalar sonidan katta bo'lsa tuyinmagan bug'' deb aytiladi. Agar idishni ustini qopqoq bilan yopsak suyuqlik sirti ustida bo'lgan bug'' molekulalarining soni asta-sekin ortadi va shunday xol bo'ladiki ular kondensatsiyalanib suyuqlikka tusha boshlaydi. Agar idishni bir oz isitsak undagi molekulalar yana tezroq bug''lanadi va shunday xolat bo'ladiki bug''langan va kondensatsiyalangan molekulalar soni o'zaro teng bo'ladi, ya'ni nechta molekula bug''ga aylansa o'shancha molekula kondensatsiyalanib suvga aylanadi va bunga dinamik muvozanat xolati deb aytiladi.

O'z suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug''ga to'yingan bug'' deb aytiladi. To'yingan bug' xosil bo'lganida suyuqlik satxining balandligi doimiy qoladi, ya'ni bunday xolatda idish ichidagi suv miqdori xam va suv ustidagi suv bug'ining miqdori xam bir xil o'zgarmasdan qoladi.

To'yingan bug' bosimi o'zgarmas temperaturada bug'ning egallab turgan xajmiga bogliq emas. Temperatura o'zgarishi bilan tuyingan bug' bosimi xam ortadi (Vandnr–Vaals tenglamasiga qarang). Agar bir yopik idish ichiga suv (suyuklik) kuyib uning tempyerasini oshirsak suyuqlik ustida bug' miqdori ortadi va tuyingan bug' xosil buladi. Bu tuyingan bug'ning zichligi tempyera ortishi bilan ortadi va idishdagi suvning zichligi esa tortishi bilan kamayadi (rasm). Rasmda idish ichidagi suv va bug' xolati kursatilganidan kurinayaptiki bug' zichligi ortib suv zichligi kamaymokda. Ma'lum $T=T_{kr}$ kritik temperaturada bug' va suyuqlik zichligi



bir xil bo'lib koladi. Bu T_{kr} temperaturada bug' va suyuqlik orasidagi farq qolmaydi. Bu T_{kr} tempyuratada bug' va suyuqlikning zichligi bir-biriga teng bo'ladi, ya'ni $\rho_c = \rho_s$ bo'lib qoladi. Rasmda shu xodisa $\rho_c = \rho_s$ bo'lish xodisasi tasvirlangan. Rasmdan ko'rinaliki $T=T_{kr}$ bo'lganida $\rho_c = \rho_s$ bo'ladi. Bunday xolat kritik xolat deb aytiladi. Bu xolatda bug'ni suyuqlikdan ajratib bo'lmaydi.

Tuyinmagan bug'ni xajmini kamaytirish bilan tuyingan bug'ga aylantirish mumkin. xaqiqatan, rasmda porshenni chap tomonga siljitib gaz xajmini V_1 gacha kamaytirganimizda gaz tuyingan xolga keladi va agar xajm yana kamaytirilsa gaz kondensatsiyalanib suyuqlikka aylanavyeradi. Gaz xajmini V_c gacha kamaytirganimizda gaz tulik suyuqlikka aylanadi.

Yer atrofidagi xavoning taxminan bir foizini suv bug'lari tashkil kiladi. Bu bug'lar bir joydan ikkinchi joyga kuchib yer iklimini uzgartiradi. xavodagi mavjud bo'lgan suv bug'lari xavo namligini uzgartiradi.

Xar bir m^3 xavoda muayyan tempyuratada mavjud bo'lgan suv bug'larining massasiga xakikiy absolyut (mutlak) namlik deb aytiladi. Absolyut namlikni D bilan belgilasak uning birligi ta'rifiga muvofik $gG \cdot m^3$ buladi. D xavodagi suv bug'larining zichligini ifodalaydi deb xam aytish mumkin. Bu D kancha katta bulsa suv bug'ining partsial bosimi xam ortadi. Mana shu D ga mos keladigan bosimga suv bug'larining elastikligi deb aytiladi. xavodagi suv bug'larining massasi ortishi bilan bu bug'lar tuyingan bug'ga aylanadi. Muayyan tempyuratada xar bir m^3 xavoda tuyingan bug' massasini ifodalaydigan kattalikka tuyingan bug'ning absolyut namligi D_0 deyiladi.

Kurib turibdiki $D_0 > D$, ya'ni doim $1m^3$ xavoda tuyingan bug' molekullari soni tuyinmagan bug' molekullari sonidan katta buladi.

xakikiy bug'ni absolyut namligi D bilan tuyingan bug'ni absolyut namligi D_0 orasiga boglanish bor, albatta. Agar $D < D_0$ bulsa bug' tulik tuyingan xolatda buladi va bunda dinamik muvozanat xolati buladi. xakikiy bug'ni absolyut namligi D ni tuyingan bug'ni absolyut D_0 namligiga bo'lgan nisbatiga ma'lum tempyuratadagi xavoning nisbiy f namligi deb aytiladi. Ta'rifga muvofik

$$f = \frac{D}{D_0} 100\%$$

ga teng. Bunda $0 \leq f \leq 100\%$ oraligida uzgaradi. Ayrim vaqtda nisbiy namlikni foizlarda emas xissalarga nisbatan ifodalaydilar. Bunday xolda $0 \leq f \leq 1$ buladi. Bug' zichligi uning partsial bosimiga tugri proportsional bo'lganligidan kuyidagi

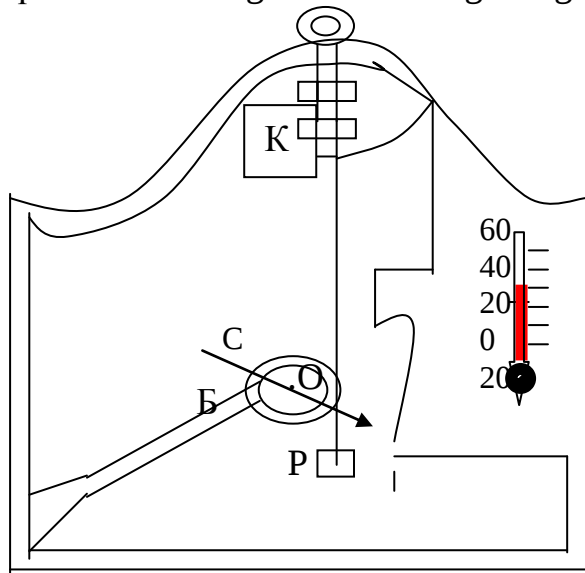
$$f = \frac{P}{P_0} 100\%$$

xosil buladi. Xavoni nisbiy namligini topish formulalaridir. Oxirgidan: byerilgan tempyuratada suv bug'larining xavodagi xakikiy namlikdagi partsial bosimini tuyingan bug'larni partsial bosimiga nisbati bilan aniklanadigan kattalikka xavoning nisbiy namligi deb aytiladi.

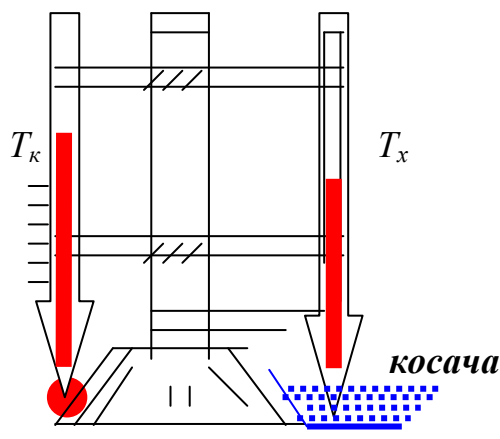
$f < 0$ bulsa xavo tarkibida suv bug'lari yuk –kuruk xavo buladi, $f > 1$ bo'lganida xavodagi bug' to'yinish xolatidadir. xavo tempyaturasini pasaytirsak xavodagi suv bug' to'yinish xolatiga yaqinlashadi. xavodagi suv bug'ning to'yinish xolatiga kelish tempyaturasiga shudring nuqtasi deyiladi. Shudring nuqtasidagi

temperaturani t_{sh} deb belgilasak, $t < t_{sh}$ bo'lganida shudring tushadi, bu xolda barglar yoki maysalar sirti qirovlanadi.

Nisbiy namlikni ulchaydigan asboblarga psixrometrlar deb aytiladi. Psixrometr ikkita termometrdan tuzilgan bo'lib termometrlarni bittasi T_k xavo temperaturasi ulchaydi, ikkinchi termometrni pastgi qismi xo'llangan tamponga o'ralgan ekipastgi qismida o'rnatilgan kosachadagi suvga botirilgan bo'ladi (rasm).



I



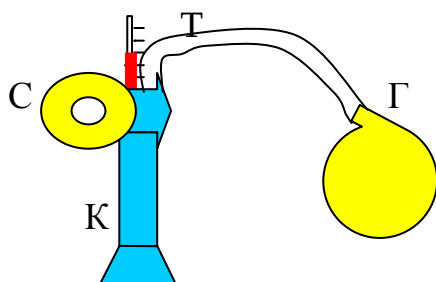
xo'l termometr ko'rsatishini T_x deb qabul qilsak shu ikki temperatura T_k va T_x xavoni namligiga bog'liq xolda o'zgaradi. xo'l termometr ko'rsatishi $T_x < T_k$ bo'ladi, ya'ni xo'l termometr quruq termometrga nisbatan pastroq temperaturani ko'rsatadi. xo'l termometr kosachadagi suv temperaturasi ko'rsatadi. Kosachadagi suv esa xavodan ko'ra sovuqroq bo'ladi, chunki suv sirtidan o'rtacha kinetik energiyadan kattaroq bo'lgan molekulalar uchib xavoga utadi va o'zi bilan ma'lum miqdorda energiyani olib xavoga o'tadi. Natijada suvning ichki energiyasi kamayadi va temperaturasi pasayadi, ya'ni $T_x < T_k$ bo'lib qoladi. Temperaturalar $\Delta T = T_k - T_x$ farqi xosil bo'ladi.

Bu temperaturalar farqi ΔT xavoning namligiga bog'lik. Agar xavo to'yinish xolatida bo'lsa $f=1$ (yomg'ir ega etgan vaqtda) $T_k=T_x$ va $\Delta T=0$ bo'ladi. ΔT o'zgarishi bilan xavoning nisbiy namligi f o'zgaradi. f ning o'zgarishi quruq va xo'l termometrlarning kursatishlariga bog'lik xolda o'zgaradi.

T_k va ΔT uzgarishlariga asoslanib f ni aniklab kuygan maxsus psixrometrik jadvallar bor. Bu jadvaldan foydalanib T_k va ΔT kiymatlariga asosan nisbiy namlik aniklanadi. Bundan tashkari tuyingan bug'ni xavodagi bosimi va zichligini xisoblab kuygan kiymatlarini kursatuvchi jadvallar xam mavjud. Ana shu jadvallardan foydalanib xavoning nisbiy namligini aniklaydilar. xakikiy absolyut namlikni esa yoki xisoblaydilar.

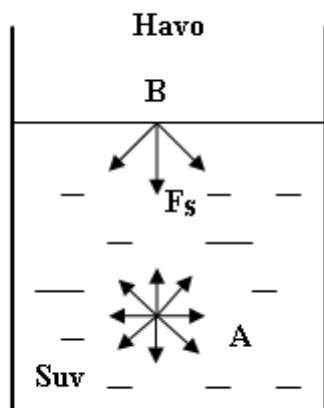
Namlik o'zgarishi bilan jismlarning xususiyatlari o'zgaradi. Namlik oshsa toza sochning uzunligi xam o'zgaradi. Shunga asoslanib soch gigrometrlari tuzilgan. Eng sodda gigrometr sxema rasmda kursatilgan. Sochning bir uchi K ramkaga, ikkinchi uchi esa strelkaning B blokiga o'raladi va kichkina R yukcha bilan tortib qo'yiladi.

Soch uzayganda blokka o'rnatilgan S strelka bir tomonga, qisqarganda esa boshqa tomonga buriladi. Asbob oldindan foizlar xisobida nisbiy namlikka darajalangan bo'ladi.



Bunda shkalaning "O" nuqtasi to'yingan xavoga, ya'ni nisbiy namlik 100% bo'lganiga mo'ljallangan. Shuning uchun gigrometrning strelkasi bir yo'la protsentlarda ifodalangan nisbiy namlikni ko'rsatadi.

Shudring nuqtasini bevosita aniqlashga asoslangan kondensatsion gigrometrlar xam ishlatiladi. K quticha ichiga oson bug'lanadigan suyuqlik, masalan efir quyiladi va T termometr kiritiladi. G rezina nok yordamida quticha orqali xavo o'tkazib efir tez bug'lantirilganda quticha tez soviydi. Shu vaqtda S devorning sillik yuzida shudring tomchilari paydo bula boshlagandagi tempyertura aniqlanadi. Bu temperatura xo'l termometrni ko'rsatganiga to'g'ri keladi, ya'ni T_k va T_{sh} , T_x va ular farqi ΔT ni bilgan xolda psixrometrik jadvaldan foydalanib nisbiy namlik f aniqlanadi. Ko'rsatilgan asbobga Lambrext kondensatsion gigrometri deb aytiladi.



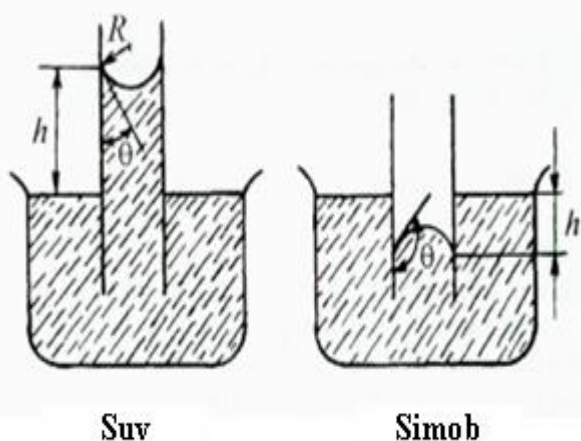
Xavoda nisbiy namlik 40-50% bo'lganda xavo quruq, 60-90% bo'lganda nam xisoblanadi. Namlik o'zgarishi tabiatdagi juda xam ko'p jismlarga va xodisalarga faol ta'sir qiladi.

Suyuqliklar xossalarini ko'rib chiqaylik.
Suyuqlikning xavo bilan chegaralangan sirtida potensial energiya va taranglik kuchi xosil boladi.

Masalan, stakandagi suvni olsak, suyuqlik ichidagi <A> molekula qo'shni molekular bilan <F> kuch bilan tortishadi, lekin natijaviy kuch nolga teng bo'ladi, shu sababli suyuqlik ichida molekular doim erkin va xoatik harakat qiladi.

Suyuqlik sirtida joylashgan molekulalarga esa faqat pastdagi suyuqlik molekulalari ta'sir qiladi va natijaviy pastga yo'nalgan sirt taranglik kuchi nolga teng bo'lmaydi. Bu kuchlar suyuqlik erkin sirtining potensial energiyasini vujudga keltiradi:

$$W_p = \alpha \cdot S$$



Bu yerda S – suyuqlik sirtining erkin yuzasi, α - suyuqlikning sirt taranglik koeffitsenti. U suyuqlik yuza birligida hosil bo'lgan potensial energiyani harakterlaydi (birligi – J/m^2). Undan tashqari, suyuqlik sirt taranglik koeffitsenti suyuqlik erkin sirtini chegaralovchi konturning l ning uzunlik birligiga ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchini ham ifodalaydi:

$$\alpha = \frac{F_0}{l} \left(\frac{N}{m} \right)$$

Suyuqlik shar shaklida bo'lsa, sirt taranglik kuchi (F_0) sirtidan shar markaziga yo'naladi; yupqa parda shaklida bo'lsa, ikkita suyuqlik sirtiga urinma bo'ylab yo'naladi. Umuman sirt taranglik kuchi har doim suyuqlik erkin sirtini kamaytirishga intiladi.

Kapilyarlik hodisasi deb, suyuqliklarning ingichka naychalarda ko'tarilish yoki pastga tushish xususiyatlari tushuniladi.

Agar suyuqlik naychani ho'llasa, uning sirti botiq bo'lib, suyuqlik sathi kapilyarda ko'tariladi va aksi, ya'ni suyuqlik naychani ho'llamasa, uning sirti qavariq bo'lib, suyuqlik sathi kapilyarda pasayadi. Agar kapilyar naycha devori bilan suyuqlik molekulalarining ta'sir kuchi suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'sir kuchidan katta bo'lsa, suyuqlik naychani ho'llaydi; aksincha kichik bo'lsa, suyuqlik naychani ho'llamaydi. Kapilyar naychada suyuqlikning ko'tarilish yoki pasayish balandligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$h = \frac{2\alpha}{\rho g r}$$

bunda ρ - suyuqlik zichligi; g – erkin tushish tezlanishi; r – kapilyar naychaning ichki radiusi. Kapilyar hodisasi tufayli suv daraxt barglariga yetib boradi.

Bug'lanish va qaynash. Suyuqlikning erkin sirtidan har qanday temperaturada bug'' hosil bo'lish prosesi bug''lanish deyiladi. Suyuqlikning erkin sirti temperaturasi ortishi bilan bug''lanish kuchayadi. Havo bosimi kamaysa, bug''lanish kuchayadi. Bug''lanish natijasida suyuqlikning ichki energiyasi kamayadi va u soviydi.

Qattiq moddalarning suyuq holatga o'tmasdan bevosita gazsimon holatga o'tish hodisasi sublimatsiya yoki quruq haydash deyiladi. Bug''ning suyuqlikka aylanishi kondensatsiya deb ataladi. Bug''lanish va kondensatsiya jarayoni bir vaqtda sodir bo'ladi. Kondensatsiya jarayonida suyuqlik isiydi, masalan, qor yoki yomg'ir yoqqanda havo biroz isiydi.

To'yinmagan bug' deb bug''lanishi kondensatsiyalanishdan ustun bo'lgan sharoitda suyuqlikning sirtida hosil bo'lgan bug''ga aytiladi. To'yingan bug' deb bug'' va kondensatsiyalangan suyuqlik molekulalarining o'zaro dinamik muvozanatda bo'lgandagi suyuqlik sirtida hosil bo'lgan bug''ga aytiladi. To'yingan bug''ning bosimi hajmiga bog'liq emas, temperatura ortganda to'yingan bug''ning bosimi ortadi.

Qaynash deb suyuqlik ichidagi to'yingan bug''ning bosimi tashqi havo bosimiga teng bo'ladigan qaynash temperaturasidagi intensiya bug''lanish jarayoniga aytiladi.

Suyuqlikdagi juda kichik havo pufakchalari bug''lanish markazini hosil qiladi, ular bo'lmasa, qaynash protsesi vujudaga kelmaydi. Normal havo bosimidagi

suyuqlikning qaynash temperaturasi qaynash nuqtasi deyiladi. Tashqi havo bosimi kamayganda suyuqlikning qaynash temperaturasi kamayadi va aksi.

2. Qattiq jismlarning hossalari. Qattiq jismlar fizik hossalari qarang 2 turga bo'linadi, ya'ni kristall va amorf jismlarga. **Kristallar** deb turli yo'nalishda har hil fizik hossalarga ega bo'lgan bir jinsli qattiq jismlarga aytiladi. Kristallarning bunday xususiyati **anizotropiya** deb, bunday kristallar esa anizotrop jismlar deyiladi. Kristaldagi atom va molekulalar bir hil **kristal panjaralar** hosil qilib, bir tartibda joylashganligi sababli ular simmetriyali geometric shaklga ega bo'ladi. Kristallarga misol qilib metallarni, olmos, osh tuzi, kvartslarni olish mumkin. Agar jism bitta kristaldan iborat bo'lsa, u **monokristall** va juda ko'p mayday kristalchalardan tuzilsa, **polikristal** jism deyiladi. Polikristall jismda (metallar) kristalchalar bir-biriga nisbatan tartibsiz joylashganligi sababli uning hossalari barcha yo'nalishlar bo'ylab bir hil bo'ladi, shu sababli u **izotrop** jism deyiladi.

Qattiq jismlarning ikkinchi turi, ya'ni **amorf** jismlarning atom va molekulalari har hil kristall panjaralar hosil qilib, har hil tartibda joylashganligi sababli ular geometric simmetriyaga ega bo'lmaydi. Natijada amorf jismlarning fizik hossalari turli yo'nalishda bir hil bo'ladi, shu sababli ular izotrop jismlar deyiladi. Amorf jismlarga misol qilib shisha, mum, paraffin smola, kanifol va plastmassalarni olish mumkin. Past haroratlarda amorf jismlarning hossalari qattiq jismlarga o'xshab ketse, yuqori temperaturalarda esa suyuqlik hossalari yaqinlashadi. Ular tayinli yerish va qotish temperaturalariga ega emas. Aniq bir temperaturalarida yerish va qotish xususiyati faqat kristall qattiq jismlargagina hos. **erish** deb kristall moddaning issiqlik yutib qattiq holatdan suyuq holatga o'tishi tushuniladi. **Qotish** deb, kristall moddaning issiqlik chiqarib, suyuq holatdan qattiq holatga o'tishi tushuniladi. Kristall modda yeriётganda va qotayotganda harorati o'zgarmaydi. Uning yerish va qotish temperaturasi tashqi bosimga bo'ladi.

Savol:

1. *Kuch momenti nima ?*
2. *Impuls va kuch momentlarining saqlanish qonunlari qanday ta'riflanadi?*
3. *Dinamika qonunlarining qo'llanilishiga misollar keltiring.*

8 –Dars.

Mavzu: Jism va kuch impulsi. jismlar yopiq sistemasining ta’rifi. Impulsning saqlanish qonuni, Nyutonning 2-va 3-qonuni sifatida. Og’irlik, elastiklik va ishqalanish kuchlarining bajargan ishi. To’la mexanik energiya. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni

Reja:

- 1. Kuch impulsi va impulsning saqlanish qonunlari.**
- 2. Mehanik va kinetik energiya.**
- 3. Energiyaning saqlanish qonuni.**

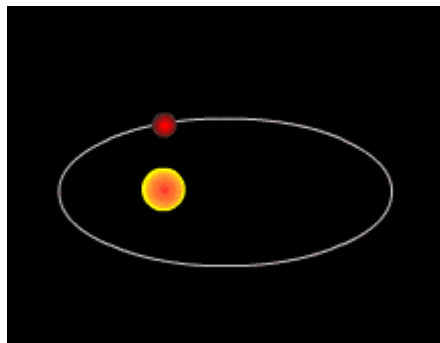
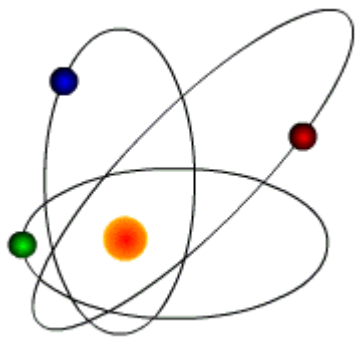
Tayanch so’zlar: I.Kepler, qonunlari Kuchlanganlik maydonni Ekvivalentlik printsipi Sayyoralar fokuslari Sayyoralarning radius – vektorlari.

Qadim zamonlardayoq odamlar samoviy yulduzlarning bir-biriga nisbatan vaziyati uzoq vaqtlar oraligida o’zgarmasligini, sayyoralar esa shu yulduzlar orasida murakkab traektoriyalar buyicha harakatlanishini sezganlar. Kadimgi yunon olimi Ptolemey geotsentrik nazariyaga asos soladi ya’ni yer atrofida barcha sayyoralar harakatlanadilar deb xisoblandi. Byeruniy xam xuddi shunday goya tarafdori edi. Axmad al g` Fargoniy, Ulugbek, Ali Kushchi, kabi buyuk allomalar xam yulduzlar va sayyoralar vaziyatini aniklashga doir olamshumul ishlarni bajarishgan. Geotsentrik goyasi XVI asr boshlarida N. Kopyernik tomonidan geliotsentrik sistema asoslab byerilguncha xukmronlik kildi.

Uzoq astronomik kuzatishlar Kopyernikning geliotsentrik sistemasi to’g’ri ekanini kursatdi. Daniyalik T. Bregge ko’plab aniq kuzatishlarni amalga oshirdi. SHunday kuzatishlarini umumlashtirib I.Kepler kuyidagi qonunlarni yaratdi.

Kepler planetalar harakatini uzok tekshirishlar natijalarini umumlashtirib uz qonunlarini berdi.

1. Sayyoralar fokuslaridan birida Quyosh joylashgan muayyan ellips buylab harakatlanadilar.
2. Sayyoralarning radius - vektorlari teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi.



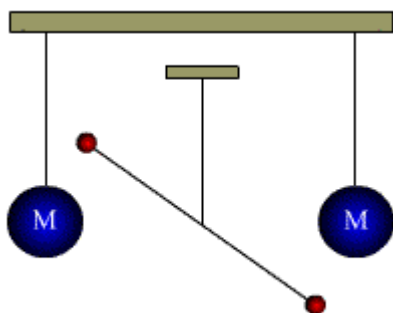
3. Ixtiyoriy ikki sayyoraning aylanish davrlari kvadratlarining nisbati ularning orbitalarining katta yarim o'qlari kublari nisbatiga teng.

$$\frac{R_2^3}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$$

Kepler qonunlari yulduzlarning sayyoralar atrofidagi harakatlari uchun xam urinlidir.

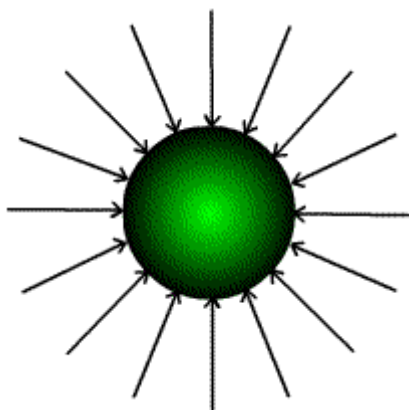
Nyuton Keplerning bu qonunlarini umumlashtiruvchi qonunni taklif kildi. Xar qanday ikkita m va M massali jismlar orasidagi tortishish kuchi shu jismlarning massalarini ko'paytmasiga to'g'ri va ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional bo'lib, ularni birlashtiruvchi to'g'ri chizik buyicha yunalgan bo'ladi.

$$F = \gamma \frac{M \cdot m}{r^2}$$



Agar $m = M = 1\text{kg}$, $r = 1\text{m}$ bo'lsa, $\gamma = F$ bo'ladi, va u tortishish yoki gravitatsion doimiyligi deb ataladi. Kavendish tajriba yuli bilan $\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$ topdi.

Birg'biridan uzakda turuvchi jismlar alokada bo'ladi. yer Kuyosh va x.k. Bu jismlar matyeriyani aloxida formasi bo'lgan maydon orkali ta'sirlashadilar. Xar bir jismni atrofida uz maydoni mavjud. Umuman maydon bu biror kuch ta'siri seziladigan fazo soxasidir. Tortishish kuchlari yoki ta'siri seziladigan soxa tortishish (gravitatsion) maydon deb ataladi. Olamdagi xamma jismlar tortishish maydoni ta'sirida bo'ladilar. Xarakteristikallari bo'lib, kuchlanganlik va potentsiali xisoblanadi.



Tortishish maydonining kuchlanganligi bilan tanishib chikaylik. Buning uchun gravitatsion maydonni biron

ixtiyoriy nuqtasiga "sinov jism" ni kiritish kerak. Uni o'lchami juda kichik va massasi juda oz bo'lishi kerak. Unga ta'sir qiluvchi kuch $F = m_c G$ bo'ladi.

Bunda $G = F / m_c$ maydon kuchlanganligidir va u maydonning kuch xarakteristikasi bo'lib, xizmat qiladi. Birligi: N/kg. (2) ni e'tiborga olsak

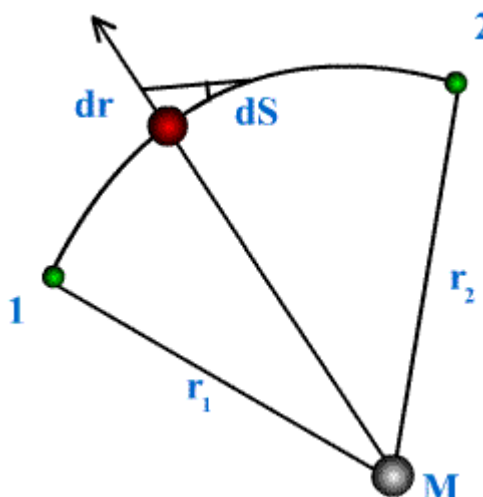
$$G = \frac{\gamma M m}{m_c r^2} = \gamma \cdot \frac{M}{r^2}$$

chiqadi.

Demak, maydon kuchlanganligi maydonni hosil qiluvchi jism massasi va shu jism bilan maydonning ayni bir nuqtasigacha bo'lgan masofaga bog'liq kattalik ekan.

Maydonni grafik tasvirlash uchun kuch chiziklari tushunchasi kiritiladi. Kuchlanganlik vektori G - urinma bo'lgan chizik kuch chizigi deyiladi.

Biror moddiy nuqtaning gravitatsion maydonini kuch chiziklari shu nuqta tomon radial to'g'ri chizik bo'ladi. Kuchlanganlik G vektori radius bo'lib maydon markazi tomon yunalgan maydon markaziy maydon deyiladi. Agar maydon bir necha jismlar tomonidan yuzaga keltirilgan bo'lsa superpozitsiya printsipli urinli bo'lishi kerak



$$G = G_1 + G_2 + G_3 + \dots = \sum_{i=1}^n G_i$$

Tortirish maydonining yana bir xarakteristikasi potentsialdir.

Buni tushunish uchun gravitatsion maydonda jismni kuchirishda bajarilgan ishni topish kerak. Aytaylik m moddiy nuqta kuzgalmas M jismdan ularni birlashtiruvchi to'g'ri chizik bo'lib uzoqlashayotgan yoki yaqinlashayotgan bo'lsin. U xolda juda kichik dr kuchishda tortirish maydonining bajarilgan ishi markaziy kuch tomonidan bajarilib bu kuch radial yunalishga ega. Shuning uchun

$$dA = F_T \cdot dS \cos \alpha = F_T \cdot dr$$

$$\left(\text{бу ерда } \frac{dr}{dS} = \cos \alpha \text{ хисобга олинди} \right)$$

$$\begin{aligned} A_{12} &= \int_{r_1}^{r_2} F_T dr = \int_{r_1}^{r_2} \gamma \frac{Mm}{r^2} \cdot dr = \gamma \frac{Mm}{r_2} - \gamma \frac{Mm}{r_1} = \\ &= \gamma \frac{Mm}{r_1} - \left(-\gamma \frac{Mm}{r_2} \right) = W_1^P - W_2^P \end{aligned}$$

Bundan ko'rinadiki tortishish kuchlari konsyervativ kuchlar bo'lib, jismni tortishish kuchi maydonida kuchirishda bajarilgan ish jismning potentsial energiyasini kamayishiga teng bular ekan.

$$W_p = -\gamma \cdot M \cdot m / r \quad \text{deb belgilandi.}$$

Demak, yerni tortish maydonida jismni kuchirishda bajarilgan ish yulni uzunligiga va shakliga bog'liq bo'lmay balki yer bilan jismni bir biriga nisbatan egallangan xolatiga bog'liq yaxni potentsial energiya ko'rinishida bo'ladi.

$$\text{Bunda} \quad \varphi = \frac{W^p}{m} = -\gamma \frac{M}{r} \quad (\text{J/kg}) \quad (6) \quad \sum_{i=1}^n G_i$$

Kuchlanganlik maydonni kuch xarakteristikasi, potentsial esa enyergetik xarakteristikasi ekan. Ular orasidagi boglanishni topaylik. Maydon markazidan r uzoklikdagi m jismni dr ga siljitish uchun $F \cdot dr$ ish bajariladi. Bu ish jismni potentsial energiyasini dW^p ga o'zgartadi.

$$dA = F \cdot dr = -dW^p \quad \text{ëku} \quad F = -\frac{dW^p}{dr};$$

$$\text{y xonda} \quad G = \frac{F}{m} = -\frac{dW^p}{m \cdot dr} = -\frac{d\left(\frac{W^p}{m}\right)}{dr} = -\frac{d\varphi}{dr};$$

Yoki potentsial bir xil bo'lgan nuqtalar ekvipotentsial sirlarni xosil kiladilar $G = -\text{grad } \varphi$ potentsial gradientidir.

V. Ekvivalentlik printsiipi. Shunday qilib massa ikkita xar xil qonunlarda uchraydi : $F=ma$ va

$$F = \gamma \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Birinchi xolda u jismni inyertlik xossalarini, ikkinchi xolda esa tortishish xossalarini xarakterlaydi. Shu sababli min va mgrav lar xar xilmi degan savol tugilishi tabiiydir. Bunga faqat tajriba javob beradi. Jismlarni erkin tushishini kuraylik maxlumki, yerga yakin jismlar

$$F = \gamma \frac{M \cdot m}{r^2}$$

kuch bilan tortiladilar. Va shuni natijasida tezlanish oladi :

$$a = \frac{F}{m_{in}} = \gamma \frac{M_{ep}}{R_0^2} \cdot \frac{m_{\Gamma p}}{m_{in}}$$

Tajriba xamma jismlar uchun a bir xil bo'lishini kursatadi. $\gamma \cdot M / R_o^2$ Ko'paytma doimiydir. Bundan m_{gr} / m_{in} nisbat xamma jismlar uchun bir xil bo'ladi degan xo'losaga olib keladi.

Etvesh (1887), Dikke (1964), Braginskiy va Panov (1971) tajribalari yukoridagi fikrni tasdikladi: Demak $m_{grav} = m_{in}$. Bu fikr fanda ekvivalentlik printsipli deb nom olgan.

9 – Dars.

Mavzu: Tabiatda tebranma harakat. Erkin va majburiy tebranishlar. Amplituda, davr, chastota. Matematik mayatnikning tebranish davri. Prujinaga osilgan yukning tebranishlari. Tebranma harakatlarda energiya aylanishi. Majburiy tebranishlar. Rezonans.

Reja:

1. Tebranma harakatlar.
2. Tebranish davri va chastotasi.
3. Matematik mayatnik.
4. Majburiy tebranishlar.

Tayanch so'zlar: Erkin va majburiy tebranishlar, amplituda, davr, chastota, matematik mayatnik, tebranish davri, tebranma harakat, Rezonans.

Tebranma harakat. Garmonik tebranishlar

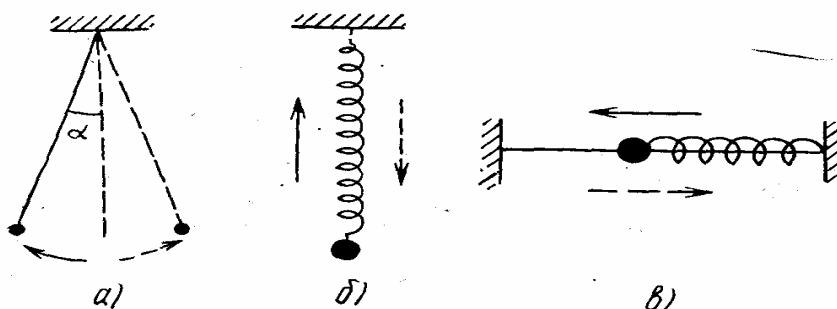
Biror muvozanat vaziyatiga nisbatan (masalan, turg'un holati yaqinida) davriy takrorlanib turuvchi harakat tu-riga (yoki holat o'zgarishiga) tebranish deyiladi.

Tebranishlar tabiatda, kundalik hayotda va texnikada keng tarqalgan: issiqlik mashina porshenining harakati, ko'prikdan poezd o'tganda ko'priknining titrashi, havoda uchayotgan samolyot korpusining tebranishi, soatlardagi mayatniklar tebranishi, tovush chiqarayotgan muzika asbobi torlarining titrashi, temperaturaning davriy o'zgarishi va hokazo.

Tebranma harakatlarning fizik mohiyati ham turlichadir: mexanik tebranishlar, gaz holatining yoki temperaturasining davriy o'zgarishi, elektromagnit tebranishlarning sodir bo'lishida turli fizik protsesslar sababchi bo'ladi.

Mexanik harakat qilayotgan jismlar gruppasini, odatda, sistema deyiladi. Sistema tarkibiga kiruvchi jismlar orasida sodir bo'ladigan kuchlar ichki kuch va shu sistemaga tashqaridan bo'ladigan ta'sir kuchi tashqi kuch deyiladi.

Biror tashqi kuch ta'sirida muvozanat vaziyatidan chiqarilgan va tashqi kuch ta'siri to'xtatilganda ham ichki kuchlar ta'sirida davom etadigan tebranma harakat erkin yoki xususiy tebranma harakat deyiladi.



rasmda erkin harakat qila oluvchi ba'zi sodda qurilmalar sxemasi keltirilgan: muvozanat holatidan chiqarilgan mayatnik (a rasm), vyertikal prujinaga mahkamlangan metall sharcha (b rasm), gorizontaal prujinaga mahkamlangan jism (v rasm) larning harakat yo'nalishlarini oson tasavvur qilish mumkin. Bu misollarda muvozanat holatidan chiqarilgan sistemaga og'irlik kuchi R (a rasm) yoki prujinaning elastiklik kuchi G_{el} (b, v, rasmlar) ta'sir etib, uni muvozanat holatiga qaytarishga intiladi. Bu kuchlarning miqdori og'irlik kuchining sharcha traektoriyasiga o'tkazilgan urinma bo'ylab yo'nalgan tangentsial tashkil etuvchisi qiymati (a rasm) yoki Guk qonuniga ko'ra

$$F_{el} = kx$$

bunda k — prujinaning bikrligi va x — muvozanat holatidan siljish masofasi yordamida aniqlanadi.

Tebranma harakatning sodda turi garmonik tebranishdir. Siljish masofasiga proporsional bo'lgan va dastlabki muvozanat holatiga qaytaruvchi kuch ta'sirida sodir bo'ladigan erkin tebranish garmonik tebranish deyiladi.

Garmonik tebranma harakatni quyidagicha ta'riflash ham mumkin: agar tebranuvchi kattalik (masalan, sharchaning muvozanat holatiga nisbatan og'ish masofasi) sinus yoki kosinus qoidasi bo'yicha o'zgarsa, bunday harakat garmonik tebranma harakat deyiladi.

Tebranuvchi jismning muvozanat holatidan ikki marta ketma-ket bir yo'nalishda o'tishi to'la tebranish deyiladi.

Garmonik tebranishlarni xarakterlash uchun quyidaga fizik kattaliklardan foydalaniladi: tebranish davri — T , ya'ni bitta to'la tebranish uchun ketgan vaqt; tebranish chastotasi — ν , ya'ni 1 sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni. Tebranish davri bilan tebranish chastotasi o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$T = \frac{1}{\nu}$$

Agar 1 sekundda bitta tebranish sodir bo'lsa, u holda tebranish chastotasi SI da 1 gyerts (1 Gts) deb qabul qilingan.

Ixtiyoriy vaqtda tebranayotgan jismning muvozanat vaziyatidan ko'chish masofasi siljish deyiladi.

Tebranuvchi jismning muvozanat vaziyatidan eng katta chetlanishi bilan ifodalanadigan kattalik amplituda deyiladi.

Garmonik harakatning fizik mazmunini yaqqolroqta-savvur etish uchun shunday tajriba o'tkazaylik. Biror 0 o'qqa mahkamlangan 1 uzunlikdagi ipning uchiga bog'langan S jism vyertikal tekislikda aylanayotgan bo'lsin.

ko`rinishda ham yozilishi mumkin. Bunda  $\varphi_0$  —  $t = 0$  vaqtdagi tebranish fazasi yoki boshlang`ich faza deyiladi. formulani

$$x = x_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

kabi yozish ham mumkin. Bu formula ham tebranma harakatni ifodalaydi.

Endi elastik prujina vositasida tebranayotgan jism massasi va prujinaning bikrligi yordamida tebranish chastotasi ifodasini ko`rsatib o`tamiz:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Bunda

$$2\pi\nu = \omega$$

kattalikni tebranishning tsiklik (doiraviy) chastotasi deb nomlasak,

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

ifodaga ega bo`lamiz.

Tebranma harakat qilayotgan jismda energiya mavjuddir. Misol tariqasida elastik prujinaga mahkamlangan jism tebranayotgan vaqtda yuzaga keluvchi energiya turlari ustida to`xtalib o`tamiz. Tebranayotgan jismda o`zgaruvchan tezlik mavjud. Masalan, muvozanat vaziyatidan o`tishda prujinaga mahkamlangan jism tezligi maksimal bo`ladi. Demak kinetik energiya ham maksimal qiymatga yerishadi. Aksincha, potentsial energiya nolga teng bo`ladi. Prujina maksimal qisilgan yoki cho`zilgan vaziyatda esa potentsial energiya maksimal, kinetik energiya nol qiymatga ega bo`ladi.

Umuman, kinetik energiya

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$

potentsial energiya esa

$$E_n = \frac{kx^2}{2},$$

ko`rinishda ifodalanadi, bunda m — tebranayotgan jism massasi, v uning tezligi, k — prujinaning bikrligi, x — muvozanat vaziyatidan siljish masofasi.

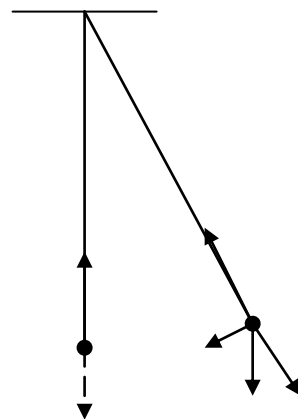
Matematik mayatnik

Cho`zilmas va vaznsiz ipga osilgan massasi bir nuqtada mujassamlangan jismdan iborat sistema matematik mayatnik deyiladi. Bu ideal sistemadir. Odatda engil, ingichka» ip va uning uzunligiga nisbatan o`lchami juda kichik bo`lgan metall sharchadan iborat sistema matematik mayatnikka yaqindir, shuning uchun amalda xuddi shunday tebranish sistemasini matematik mayatnik deb qabul qilinadi.

Muvozanat holatidan kichik og`ish burchagi ogtida ( $\alpha \leq 6^\circ - 7^\circ$ ) chiqarilgan mayatnik sharchasiga ikki kuch:  $T$  — ipning taranglik kuchi va  $P$  — og`irlik kuchi ta`sir etadi. Mayatnik sxemasi va kuchlar yo`nalishi rasmda tasvirlangan.

Og'irlik kuchini ikki tashkil etuvchiga: 1) ipbo'ylab yo'nalgan R_p ya normal tashkil etuvchiga va 2) ipga pyerpendikulyar yo'nalgan R_G qaytaruv-chi kuch tashkil etuvchiga ajratish mum-

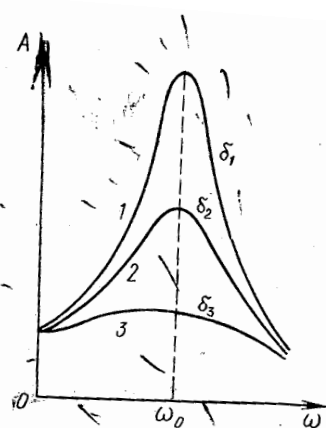
kin. Mayatnik R_l kuch ta'sirida dast-labki muvozanat holatiga qayta boshlaydi. Bu holatga etgach, R_l kuch nolga tenglashadi, ammo shu kuch ta'sirida olingan tezlik mavjudligi tufayli, sharcha inyertsia kuchi ta'sirida teskari yo'nalishda yana yuqoriga ko'tarila boshlaydi. Bunda dastlabki yo'nalishga nisbatan teskari yo'nalgan R_l kuch yana paydo bo'ladi. Bu kuch ta'sirida harakat teskari yo'nalishda dayum etadi. Agar ishqalanish kuchlari hisobga olinmasa, tebranish cheksiz uzsj, vaqt davom etgan bo'lar edi.



Tajriba asosida matematik mayatnik uchun quyidagi qonuniyatlar aniqlangan:

1. Mayatnikning tebranishdavri uning massasiga bog'liq emas.
2. Mayatnikning tebranish davri tebranish amplitudasiga bog'liq emas.
3. Mayatnikning tebranish davri mayatnik uzunligining kvadrat ildiziga to'g'ri proportsional va shu geografik kenglikdagi erkin tushishteatlanishining kvadrat ildiziga teskari proportsional:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$



Bu formo'ladan ma'lum geografik kenglikdagi g ning qiy-matini topish mumlin. Bu usul foydali qazilmalarni izlashda, yer strukturasi tekshirishda qo'l keladi.

Majburiy tebranishlar. Rezonans

Tabiatda tebranishga qarshilik qiluvchi kuchlar doimo mavjud. SHu sababli har qanday tebranma harakat energiyaning kamayishi tufayli so'nadi. Energiyaning bu kamayishi tashqi manba hisobiga to'ldirib turilsa, tebranishni davom ettirish mumkin.

Davriy o'zgarib turuvchi tashqi kuchlar ta'sirida so-dir bo'ladigan tebranishlar majburiy tebranshi deyiladi.

Majburiy tebranish qator xususiyatlarga egadir:

1. Sistema tashqi ta'sir kuchining tebranish chastotasida tebranadi.
2. Majburiy tebranishlar amshstudasida tashki ta'sir kuchi tebranish amplitudasiga proportsional.
3. Majburiy tebranish amplitudasida tashqi ta'sir chastotasiga bog'liq.

Sistemaga ta'sir etuvchi tashqi kuch o'zgarishlarining chastotasi sistemaning zrkin tebranishlari chastotasi bilan tenglashganda majburiy tebranishlar amplitudasining keskin o'sishi rezonans deb ataladi. Rezonans mohiyatink quyidagicha tushuntirish mumkin. Agar tashqi ta'sir kuchi tebranuvchi

sistemaning tezligi bilan bir tomonga yo'nalsa, u musbat ish bajaradi, ya'ni sistema tomonidan olinga energiya maksimal bo'ladi. Bu esa tebranish amplitudasining maksimal ortishiga sababchi bo'ladi. Bunday vaziyat tashqi kuch chastotasi ω sistema xususiy chastotasi ω_0 ga teng bo'lgandagina yuz beradi. Aks holda, ya'ni $\omega \neq \omega_0$, bo'lganda kuchning umumiy bajargan ishining ma'lum qismi manfiy bo'lib qoladi. O'z navbatida amplituda ham kamayadi.

Amplitudaning chastotaga bog'liqligi rasmda ko'rsatilgan. Ushbu rasmdagi cho'qqili egri chiziqlar rezonans-chiziqlari deyiladi. Bu chiziqlarning shakli sistemadagish ishqalanish koeffitsientiga bog'liq. Rasmda ishqalanish koeffitsientining uchta qiymati uchun rezonans chiziqlari keltirilgan. Bunda $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3$, ya'ni rezonans vaqtida majburiy tebranishlar amplitudasining keskin ortishi sistemada ishqalanish qancha kichik bo'lsa, shuncha yaqqol namoyon bo'ladi.

Kundalik turmushda rezonansning ham foydali, ham zararli tomonlari bor. Kema yoki samolyot korpusi, ko'prik va boshqa erkin tebrana oladigan sistemalarga majburiy tebranma kuchlar (dvigatel yoki motor ishlashi piyodalar harakati) ta'sir etsa, rezonans yuzaga kelib, sistemani ishdan chiqarishi mumkin.

Rezonans fan va texnikada yordam ham beradi. Masalan, akustikada tovushnitekshirish va kuchaytirishda elektromagnit to'lqinlarni qabul qilishda rezonans keng qo'llaniladi.

Savol.

1. *Qanday harakatga tebranma harakat deyiladiq*
2. *Tebranma harakat sodir bo'lishiga sabab nimaq*
3. *Garmonik tebranishlar qanday xususiyatga egaq*
4. *Tebranish davri va chastotasi deb nimaga aytiladiq Ular o'zaro qavday bog'langanq*
5. *Tebranish davri va chastotasi qanday birliklarda o'lchanadiq*
6. *Tebranish amplitudasi deb nimaga aytiladiq*
7. *Tebranish fazasining mazmunini tushuntiring.*
8. *Matematik mayatnikning ta'rifini ayting.*
9. *Matematik mayatnikning tebranish qonuniyatlarini ta'riflang.*
10. *Matematik mayatnikning tebranish davri formulasini yozing.*
11. *Majburiy tebranishlar deb nimaga aytiladiq*
12. *Rezonans hodisasini tushuntiring.*

11 –Dars.

Mavzu: Mexanik to'liqlar. Ko'ndalang va bo'ylama to'liqlar. To'liqlin uzunligi. To'liqlin uzunligining tebranish davri va chastotasiga bog'liqligi.

Reja:

- 1. To'liqlin xodisalari. Bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar.**
- 2. Tovush to'liqlari.**
- 3. Ultratovush.**

Tayanch so'zlar: To'liqlar, bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar, bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar, tovush to'liqlari, ultratovush, to'liqlin xodisalari, to'liqlin uzunligi.

Tabiatdagi har qanday modda molekulalari orasida o'zaro ta'sir mavjuddir. Agar biror sabab elastik muhit molekulasini yoki molekulalar sistemasini muvozanat holatidan chiqarib, ularni tebranma harakat qilishga majbur etsa, u holda bu harakat qo'shni molekulalarga uzatilib, ular hamtebranma harakatda ishtirok eta boshlaydi.

Tebranishlarning vaqt o'tishi. bilan fazoda tarqalishi to'liqlin harakat deb ataladi. Shuni alohida qayd qilish lozimki, modda zarralari tebranma harakat mobaynida fazoda ko'chmaydi. Ular dastlabki muvozanat holatiga nisbatan tebranib turadi.

To'liqlin turlari tabiatda xilma-xil. Elastik muhitda tebranish tarqalishi mexanikto'liqlinlarini hosil qiladi. Bunda tebranish tarqalishi uchun muhit vositachi vazifasini bajaradi. Elektromagnit to'liqlinlarning tabiati esa butunlay boshqacha. Bunday to'liqlinlar tashkil topishi uchun elektr va magnit maydonlarning mavjud bo'lishi va ularning fazoda-tarqalishida davriy ravishda bir-birlari bilan almashinib turishlari kyerak. Bunday to'liqlin uchun vositachi sifatida muhit bo'lishi shart emas.

Kelib chiqish sababi turlicha bo'lishiga qarama, barcha to'liqlin hodisalari uchun umumiy yoki yaqin bo'lgan xususiyat va qonuniyatlar mavjud.

Tebranma harakat tarqalishi ikki xil usulda amalga oshishi mumkin. Shunga mos ravishda to'liqlin ham ikki turdan iborat, bo'ylama va ko'ndalang to'liqlinlar.

Agar tebranma harakat yo'nalishi va uning tarqalish yo'nalishi ustama-ust tushsa, bunday to'liqlin bo'ylama to'lin deyiladi. Tebranma harakat yo'nalishi va uning tarqalish yo'nalishi o'zaro pyerpendikulyar bo'lsa, ko'ndalang to'liqlin deyiladi.

Bir jinsli huhitda to'liqlin tarqalayotgan bo'lsa, bosib o'tilgan yo'l—to'liqlin uzunligining shu yo'lni o'tish uchun sarf bo'lgan vaqtga nisbati, ya'ni

kattalik tebranma harakat tarqalish tezligi yoki to'liqlin tezligi deyiladi.

Tebranish chastotasi va tebranish davri o'rtasidagi bog'liqlik

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad v = \frac{1}{T}$$

ko`rinishda bo`lishini e`tiborga olib, ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$v = \lambda \nu$$

bu formulalar ham ko`ndalang, ham bo`ylama to`lqinlar uchun o`rinlidir.

Tovush to`lqinlar

Elastik muhitda tarqalayotgan va tovush sifatida inson qulog`i eshitadigan to`lqinlar tovush to`lqinlar deyiladi.

17—20 Gts dan 20 000 Gts gacha bo`lgan chastotada tebranayotgan jism tovush manbai bo`la oladi. Misol tariqasida cholg`u asbobi torini ko`raylik. Agar uni chiyertsak, tebranish hosil bo`lib, tor atrofidagi havo qatlamida zichlanish va siyraklanish yuzaga keladi. Bu holat qo`shni qatlamlarga o`tib tebranishning tarqalishini, ya`ni bo`ylama to`lqinni hosil qiladi,

Tovush to`lqin tarqalishi uchun elastik muhit mavjud bo`lishi shart. Bu muhit qattiq jism, gaz yoki suyuq jism holatida bo`lishi mumkin.

Tovushning ma`lum tezlik bilan tarqalishini juda ko`p, ammo oddiy tajribalarda kuzatish mumkin. Uzoq masofadan turib miltiq otilayotgan hodisani kuzatsak, chaqnash yoki tutun chiqishi yordamida miltiqdan o`q chiqqan onni ko`zimiz bilan darhol sezamiz (bu hodisa yorug`lik tezligida bizga etib keladi), ammo o`qning otilishi natijasida hosil bo`lgan tovush to`lqini bir oz vaqt o`tgach etib keladi va biz uni eshitamiz. O`rtadagi masofa l ning shu to`vush eshitilgungacha o`tgan vaqt t ga nisbati tovush tezligini aniqlashga yordam beradi:

$$v_T = \frac{l}{t}$$

Osmonda uchayotgan reaktiv samolyot vaziyatini ko`zimiz bilan aniqlashimiz mumkin. Ammo uning uchishida hosil bo`lgan tovushni kechikib eshitamiz. Natijada, tovush samolyot uchayotgan joydan emas, balki samolyot avvalroq uchib o`tgan fazo qismidan kelayotgandek tuyuladi.

Hozirgi tajribalar va kuzatishlar natijalariga ko`ra, normal bosim va 0° S temperaturadagi tovushning havodagi tezligi 331 m/s, suvdagi tezligi esa 8° S temperaturada 1435 m/s ga teng ekanligi aniqlangan.

Qattiq jismlarda tovushning tezligi kattaroq. Masalan, temir yoki po`latda tovush tezligi 4900 — 5000 m/s ga yaqin.

Bizning kundalik hayotimizda eshitiladigan tovushlarning tabiati xilma-xil. Kontsyertlarda biz eshitadigan ashulachining ovozi yoki muzika asbobidan chiqqan ovoz bizga yoqimli tuyuladi. Ammo ko`chalardagi shovqin, mashina motorlarining ovozi bizga noxushlik keltiradi. Buning sababi nimada, ya`ni tovushlarning biri yoqimli, ikkinchisi esa nega quloqqa yoqmaydiq degan savol tug`ilishi tabiiy.

Birinci tovushlar turi — musiqiy tovush deb ataladi. Bunday tovushlar aniq chastotaga ega bo`lgan va chastota qiymatlari bir-biriga nisbatan aniq munosabatga ega bo`lgan tebranishlar to`plami hosil qilgan to`lqinlardir. Shovqinlar esa o`zaro hech qanday bog`lanishga ega bo`lmagan, aniq davriy bo`lmagan tebranishlar

yig'indisining tarqalishidir. Shu sababli, bu tovushlar kishi qulog'iga yoqimsiz tuyuladi.

Biz, asosan, aniq chastotaga ega bo'lgan tovushlarning ba'zi bir xususiyatlari ustida to'xtalib o'tamiz.

a) Tovush qapgtiqligi. Ma'lumki, biror muhitda tebranish tarqalar ekan, shu tebranish bilan ma'lum miqdorda energiya ham tarqaladi. SHu tebranish energiyasi tebranish amplitudasiga bog'liqdir. Aniqroq aytganda, tebranish tarqalishi — to'lqinning, shu jumladan tovush to'lqinining ham energiyasi tebranish amplitudasining kvadratiga proporsionaldir. SHunga mos ravishda tovush kuchi yoki tovush qattiqligi tushunchasi kiritilgan.

Tovush qattiqligi deganda 1 sekundga teng vaqt ichida tovush yo'nalishiga pyerpendikulyar bo'lgan birlik yuzdan tovush to'lqin olib o'tadigan energiya miqdoriga teng kattalik tushuniladi, ya'ni

$$I = \frac{W}{S \cdot t}$$

Bu ifoda tovush qattiqligi formulasidir. Bunda I tovush qattiqligi, S — yuz, t — vaqt, W esa S yuzdan t vaqtda o'tgan energiya miqdoridir. Xalqaro (SI) sistemada qattqlik birligi

$$[I] = \frac{1J}{1m^2 \cdot 1s} = \frac{1W}{1m^2}$$

b) Tovushning balandligi. Tovush xususiyatini xarakterlaydigan yana bir kattalik uning balandligidir. Tovush kattaligi turlicha bo'lgan kamyertonlar tebranishi natijasida hosil bo'lsin. Qamyertontebranma harakat qilib tovush chiqaruvchi asbobdir. Kamyertonlar tebranishi va tovush vujudga kelishini kuzatish shuni ko'rsatadiki, eng kichik o'lchamdagi kamyertonning tebranish davri kichik, chastotasi esa yuqori bo'lar ekan. Aksincha, katta kamyertonning tebranish davri katta, chastotasi kichik bo'lar ekan. Kichik kamyertondan chiqayotgan tovush balandlig'i yuqori katta kamyertonning tovushi esa past hisoblanadi. SHunga ko'ra, tebranish chastotasi tovush balandligini belgilovchi asosiy kattalikdir.

Ultratovush

Chastotasi $2 \cdot 10^4$ Gts dan yuqori bo'lgan, elastik muhitda tarqaluvchi mexanik tebranishlar ul'tratovush deyiladi.

Ba'zi kristall jismlar elektr maydonga kiritilsa, ular cho'ziladi yoki qisiladi, ya'ni deformatsiyalanadi. Agar tez va davriy ravishda o'zgaruvchan elektr maydonga kiritilsa, ularda cho'zilish yoki qisilish ham davriy ravishda takrorlanadi, ya'ni mexanik tebranma harakat vujudga keladi. Natijada bunday jismlar ultratovush manbai bo'lib xizmat qilishi. mumkin. Hozirgi paytda olinayotgan ultratovushlar chastotasi 10^9 — 10^{10} Gts gacha etadi. YAna ham yuqori chastotali ultratovushlar hosil qilish mumkin. SHu bilan birga, katta quvvatli ultratovush manbalarini qurish ham muhim ahamiyatga ega. Masalan, har 1 sm^2 yuzga bir necha ming vatt quvvat to'g'ri keladigan ultratovush manbalarini yaratish mumkin. SHuningdek, faqat bir yo'nalishda, yoyilmay tarqaladigan ultratovush manbalarini yaratish ham katta istiqbolga ega.

O'z xususiyatiga ko'ra, ultratovushni fan va texnikada, meditsina hamda boshqa sohalarda keng qo'llash avj olmoqda. Masalan, ultratovush suyuqlikdagi kattiq jismlarni maydalaydi. Bundan texnik maqsadlarda foydalaniladi. Ultratovush zararli bakteriyalarni o'ldiradi. Uning bu xususiyati meditsina va biologiyada keng qo'llaniladi. Ultratovushning qattiq jismdan qaytish xususiyati asosida jism ichidagi kamchilik, ya'ni nuqsonlar—darz yoki yoriqlarni topish mumkin. Bundan tashqari, ultratovush suv osti relefini o'rganishda, havoni tutun va boshqa zararli zarralardan tolalashda ishlatiladi. Umuman ultratovushning qo'llanish sohalari keng va kelgusida yana ham kengayib takomillashadi.

Savol

1. *To'lqin harakat deb nimaga aytiladiq Uning hosil bo'lish tabiatini tushuntiring.*
2. *Ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar qavday xususiyatga egaq*
3. *To'lqin tezligi deb nimaga aytiladiq*
4. *To'lqin tezligining to'lqin uzunlik qiymati va davri (chastotasi) bilan bog'liqlik formulasini yozing.*
5. *Qanday to'lqinlar tovush to'lqin deyiladi?*
6. *Tovush to'lqin mavjud bo'lishining asosiy sharti nimada*
7. *Tovush tezligi qanday aniqlanadiq Misollar keltiring.*
8. *Musiqiy tovush bilan shovqinning farqi nimadaq*
9. *Tovush qattiqligi deganda qanday kattaliknn tushunasiz*
10. *Tovush balandligi qanday kattalik bilan bog'liq*
11. *Ultratovush qanday to'lqinq U tovush to'lqindan nima bilan farq qiladi?*
12. *Ultratovush qanday hosil qilinadiq*
13. *Ultratovushning assosiy xususiyatini tushuntiring.*
14. *Ultratovush fan va texnikada qanday maqsadlarda qo'llaniladi?*

12 –Dars.

Mavzu: Tovush toʻlqinlari. Tovush tezligi. Tovushning qattiqligi va balandligi. Ultratovushlar haqida tushuncha.

Reja:

1. Toʻlqin xodisalari. Boʻylama va koʻndalang toʻlqinlar.
2. Tovush toʻlqinlari.
3. Ultratovush.

Toʻlqinlar, boʻylama va koʻndalang toʻlqinlar

Tabiatdagi har qanday modda molekulalari orasida oʻzaro taʼsir mavjuddir. Agar biror sabab elastik muhit molekulasini yoki molekulalar sistemasini muvozanat holatidan chiqarib, ularni tebranma harakat qilishga majbur etsa, u holda bu harakat qoʻshni molekulalarga uzatilib, ular hamtebranma harakatda ishtirok eta boshlaydi.

Tebranishlarning vaqt oʻtishi bilan fazoda tarqalishi toʻlqin harakat deb ataladi. SHuni alohida qayd qilish lozimki, modda zarralari tebranma harakat mobaynida fazoda koʻchmaydi. Ular dastlabki muvozanat holatiga nisbatan tebranib turadi.

Toʻlqin turlari tabiatda xilma-xil. Elastik muhitda tebranish tarqalishi mexanik toʻlqinlarini hosil qiladi. Bunda tebranish tarqalishi uchun muhit vositachi vazifasini bajaradi. Elektromagnit toʻlqinlarning tabiati esa butunlay boshqacha. Bunday toʻlqinlar tashkil topishi uchun elektr va magnit maydonlarning mavjud boʻlishi va ularning fazoda-tarqalishida davriy ravishda bir-birlari bilan almashinib turishlari kiyerak. Bunday toʻlqin uchun vositachi sifatida muhit boʻlishi shart emas.

Kelib chiqish sababi turlicha boʻlishiga qarama, barcha toʻlqin hodisalari uchun umumiy yoki yaqin boʻlgan xususiyat va qonuniyatlar mavjud.

Tebranma harakat tarqalishi ikki xil usulda amalga oshishi mumkin. Shunga mos ravishda toʻlqin ham ikki turdan iborat, boʻylama va koʻndalang toʻlqinlar.

Agar tebranma harakat yoʻnalishi va uning tarqalish yoʻnalishi ustama-ust tushsa, bunday toʻlqin boʻylama toʻlqin deyiladi. Tebranma harakat yoʻnalishi va uning tarqalish yoʻnalishi oʻzaro pyerpendikulyar boʻlsa, koʻndalang toʻlqin deyiladi.

Bir jinsli huihitda toʻlqin tarqalayotgan boʻlsa, bosib oʻtilgan yoʻl—toʻlqin uzunligining shu yoʻlni oʻtish uchun sarf boʻlgan vaqtga nisbati, yaʼni

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

kattalik tebranma harakat tarqalish tezligi yoki toʻlqin tezligi deyiladi.

Tebranish chastotasi va tebranish davri oʻrtasidagi bogʻliqlik

$$v = \frac{1}{T}$$

koʻrinishda boʻlishini eʼtiborga olib, ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$v\lambda = v$$

bu formulalar ham koʻndalang, ham boʻylama toʻlqinlar uchun oʻrinlidir.

Tovush toʻlqinlar

Elastik muhitda tarqalayotgan va tovush sifatida inson qulogʻi eshitadigan toʻlqinlar tovush toʻlqinlar deyiladi.

17—20 Gts dan 20 000 Gts gacha boʻlgan chastotada tebranayotgan jism tovush manbai boʻla oladi. Misol tariqasida cholgʻu asbobi torini koʻraylik. Agar uni chiyertsak, tebranish hosil boʻlib, tor atrofidagi havo qatlamida zichlanish va siyraklanish yuzaga keladi. Bu holat qoʻshni qatlamlarga oʻtib tebranishning tarqalishini, yaʼni boʻylama toʻlqinni hosil qiladi,

Tovush toʻlqin tarqalishi uchun elastik muhit mavjud boʻlishi shart. Bu muhit qattiq jism, gaz yoki suyuq jism holatida boʻlishi mumkin.

Tovushning maʼlum tezlik bilan tarqalishini juda koʻp, ammo oddiy tajribalarda kuzatish mumkin. Uzoq masofadan turib miltiq otilayotgan hodisani kuzatsak, chaqnash yoki tutun chiqishi yordamida miltiqdan oʻq chiqqan onni koʻzimiz bilan darhol sezamiz (bu hodisa yorugʻlik tezligida bizga etib keladi), ammo oʻqning otilishi natijasida hosil boʻlgan tovush toʻlqini bir oz vaqt oʻtgach etib keladi va biz uni eshitamiz. Oʻrtadagi masofa l ning shu toʻvush eshitilgungacha oʻtgan vaqt t ga nisbati tovush tezligini aniqlashga yordam beradi:

$$v_T = \frac{l}{t}$$

Osmonda uchayotgan reaktiv samolyot vaziyatini koʻzimiz bilan aniqlashimiz mumkin. Ammo uning uchishida hosil boʻlgan tovushni kechikib eshitamiz. Natijada, tovush samolyot uchayotgan joydan emas, balki samolyot avvalroq uchib oʻtgan fazo qismidan kelayotgandek tuyuladi.

Hozirgi tajribalar va kuzatishlar natijalariga koʻra, normal bosim va 0° S temperaturadagi tovushning havodagi tezligi 331 m/s, suvdagi tezligi esa 8° S temperaturada 1435 m/s ga teng ekanligi aniqlangan.

Qattiq jismlarda tovushning tezligi kattaroq. Masalan, temir yoki poʻlatda tovush tezligi 4900 — 5000 m/s ga yaqin.

Bizning kundalik hayotimizda eshitiladigan tovushlarning tabiati xilma-xil. Kontsyertlarda biz eshitadigan ashulachining ovozi yoki muzika asbobidan chiqqan ovoz bizga yoqimli tuyuladi. Ammo koʻchalardagi shovqin, mashina motorlarining ovozi bizga noxushlik keltiradi. Buning sababi nimada, yaʼni tovushlarning biri yoqimli, ikkinchisi esa nega quloqqa yoqmaydiq degan savol tugʻilishi tabiiy.

Birinchi tovushlar turi — musiqiy tovush deb ataladi. Bunday tovushlar aniq chastotaga ega boʻlgan va chastota qiymatlari bir-biriga nisbatan aniq munosabatga ega boʻlgan tebranishlar toʻplami hosil qilgan toʻlqinlardir. Shovqinlar esa oʻzaro hech qanday bogʻlanishga ega boʻlmagan, aniq davriy boʻlmagan tebranishlar yigʻindisining tarqalishidir. Shu sababli, bu tovushlar kishi qulogʻiga yoqimsiz tuyuladi.

Biz, asosan, aniq chastotaga ega boʻlgan tovushlarning baʼzi bir xususiyatlari ustida toʻxtalib oʻtamiz.

a) Tovush qapqitiqligi. Maʼlumki, biror muhitda tebranish tarqalar ekan, shu tebranish bilan maʼlum miqdorda energiya ham tarqaladi. Shu tebranish energiyasi tebranish amplitudasiga bogʻliqdir. Aniqroq aytganda, tebranish tarqalishi —

toʻlqinning, shu jumladan tovush toʻlqinining ham energiyasi tebranish amplitudasining kvadratiga proporsionaldir. SHunga mos ravishda tovush kuchi yoki tovush qattiqligi tushunchasi kiritilgan.

Tovush qattiqligi deganda 1 sekundga teng vaqt ichida tovush yoʻnalishiga pyerpendikulyar boʻlgan birlik yuzdan tovush toʻlqin olib oʻtadigan energiya miqdoriga teng kattalik tushuniladi, yaʼni

$$I = \frac{W}{S \cdot t}$$

Bu ifoda tovush qattiqligi formulasidir. Bunda I tovush qattiqligi, S — yuz, t — vaqt, W esa S yuzdan t vaqtda oʻtgan energiya miqdoridir. Xalqaro (SI) sistemada qattqlik birligi

$$[I] = \frac{1J}{1m^2 \cdot 1s} = \frac{1W}{1m^2}$$

b) Tovushning balandligi. Tovush xususiyatini xarakterlaydigan yana bir kattalik uning balandligidir. Tovush kattaligi turlicha boʻlgan kamyertonlar tebranishi natijasida hosil boʻlsin. Qamyertontebranma harakat qilib tovush chiqaruvchi asbobdir. Kamyertonlar tebranishi va tovush vujudga kelishini kuzatish shuni koʻrsatadiki, eng kichik oʻlchamdagi kamyertonning tebranish davri kichik, chastotasi esa yuqori boʻlar ekan. Aksincha, katta kamyertonning tebranish davri katta, chastotasi kichik boʻlar ekan. Kichik kamyertondan chiqayotgan tovush balandligi yuqori katta kamyertonning tovushi esa past hisoblanadi. SHunga koʻra, tebranish chastotasi tovush balandligini belgilovchi asosiy kattalikdir.

Ultratovush

Chastotasi $2 \cdot 10^4$ Gts dan yuqori boʻlgan, elastik muhitda tarqaluvchi mexanik tebranishlar ultratovush deyiladi.

Baʼzi kristall jismlar elektr maydonga kiritilsa, ular choʻziladi yoki qisiladi, yaʼni deformatsiyalanadi. Agar tez va davriy ravishda oʻzgaruvchan elektr maydonga kiritilsa, ularda choʻzilish yoki qisilish ham davriy ravishda takrorlanadi, yaʼni mexanik tebranma harakat vujudga keladi. Natijada bunday jismlar ultratovush manbai boʻlib xizmat qilishi. mumkin. Hozirgi paytda olinayotgan ultratovushlar chastotasi 10^9 — 10^{10} Gts gacha etadi. Yana ham yuqori chastotali ultratovushlar hosil qilish mumkin. SHu bilan birga, katta quvvatli ultratovush manbalarini qurish ham muhim ahamiyatga ega. Masalan, har 1 sm^2 yuzga bir necha ming vatt quvvat toʻgʻri keladigan ultratovush manbalarini yaratish mumkin. SHuningdek, faqat bir yoʻnalishda, yoyilmay tarqaladigan ultratovush manbalarini yaratish ham katta istiqbolga ega.

Oʻz xususiyatiga koʻra, ultratovushni fan va texnikada, meditsina hamda boshqa sohalarda keng qoʻllash avj olmoqda. Masalan, ultratovush suyuqlikdagi kattiq jismlarni maydalaydi. Bundan texnik maqsadlarda foydalaniladi. Ultratovush zararli bakteriyalarni oʻldiradi. Uning bu xususiyati meditsina va biologiyada keng qoʻllaniladi. Ultratovushning qattiq jismdan qaytish xususiyati asosida jism ichidagi kamchilik, yaʼni nuqsonlar—darz yoki yoriqlarni topish mumkin. Bundan tashqari,

ultratovush suv osti relefini o`rganishda, havoni tutun va boshqa zararli zarralardan tolalashda ishlatiladi. Umuman ultratovushning qo`llanish sohalari keng va kelgusida yana ham kengayib takomillashadi.

Savol

1. *To`lqin harakat deb nimaga aytiladiq Uning hosil bo`lish tabiatini tushuntiring.*
2. *Ko`ndalang va bo`ylama to`lqinlar qavday xususiyatga egaq*
3. *To`lqin tezligi deb nimaga aytiladiq*
4. *To`lqin tezligining to`lqin uzunlik qiymati va davri (chastotasi) bilan bog`liqlik formulasini yozing.*
5. *Qanday to`lqinlar tovush to`lqin deyiladi?*
6. *Tovush to`lqin mavjud bo`lishining asosiy sharti nimada*
7. *Tovush tezligi qanday aniqlanadiq Misollar keltiring.*
8. *Musiqiy tovush bilan shovqinning farqi nimadaq*
9. *Tovush qattiqligi deganda qanday kattaliknn tushunasiz*
10. *Tovush balandligi qanday kattalik bilan bog`liq*
11. *Ultratovush qanday to`lqinq U tovush to`lqindan nima bilan farq qiladi?*
12. *Ultratovush qanday hosil qilinadiq*
13. *Ultratovushning assosiy xususiyatini tushuntiring.*
14. *Ultratovush fan va texnikada qanday maqsadlarda qo`llaniladi?*

13 –Dars.

Mavzu: Ideal gaz molekulyar – kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Gaz molekulalarining tezligini o'lchash.

Reja:

- 1. Gazning parametrlari.**
- 2. Ideal gaz va uning holat tenglamasi.**
- 3. Mehanik kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi.**

1. Molekulyar- kinetik va temodinamik usullar. Bizga ma'lumki, jismlar juda kichik zarralardan, ya'ni molekula va atomlardan tashkil topgan bo'ladi. Masalan 1 sm² xajmdagi gazga $2,7 \cdot 10^{19}$ dona molekula mavzud bo'lib, ularning har biri 1 sekundda boshqa molekulalar bilan taxminan 10^{10} marta to'qnashadi. Bu juda katta sonlar bo'lgani uchun hamma molekulalarning holatini, ya'ni traektoriyasi va tezligini aniqlash amaliy jihatdan mumkin emas. Lekin molekulalardan tashkil topgan jismlarning fizik xususiyatlarini statistik usul bilan, ya'ni o'rtachalash usuli bilan o'rganish mumkin. Bu usul molekulyar-kinetik nazariya usuli ham deb ataladi. Undan tashqari gazlarning xususiyatlarini o'rganishda 2- usul, ya'ni tyermodinamik usul ham mavjud. Bu usul yordamida gaz hossalari uning ichki tuzilishini e'tiborga olmasdan o'rganiladi. Temodinamik usul asosida tajriba natijalari yotadi shu sababli u empiric nazariya ham deb yuritiladi.

2. Sistema parametrlari. Sistema holatlarini ifodalovchi makroparametrlarga quyidagi kattaliklar kiradi:

a) sistema hajmi: $[V]=1 \text{ m}^3=1000 \text{ litr};$

b) sistema harorati: $[t^0]$ - Sel'siy gradusi;

$[T]$ - Kel'vin yoki absolyut yoki tyermodinamik gradus, $T=t^0+273^0$;

s) sistema bosimi: $[P]=\text{Pa};$

d. modda miqdori: $[v]=\text{moll};$

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}; \quad M = m_0 N_A; \quad N = \frac{m}{m_0},$$

m- modda massasi, M- moddaning molyar moddasi, N- moddadagi molekulalar soni; $N_A=6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ - 1 mol moddadagi molekulalar yoki Avagdro soni; m_0 – bitta molekula massasi;

d) modda zichligi, ya'ni hajm birligidagi modda massasi: $[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$

e) modda konsentratsiyasi, ya'ni hajm birligidagi molekulalar soni:

$$[n] = \frac{[N]}{[V]} = \frac{1}{\text{m}^3}.$$

Sistema holatini ifodalovchi mikroparametrlarga molekula yoki atom bilan bog'langan hamma kattaliklar kiradi, masalan molekula koordinatasi, tezligi, massasi, impul'si va boshqalar.

Sistema holati muvozanatli yoki nomuvozanatli bo'lishi mumkin. Agar sistemaning makroparametrlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bu muvozanatli holat deyiladi, aks holda nomuvozanat holat vujudga keladi. Sistema nomuvozanat holatdan muvozanat holatga o'tishga intiladi. Bu jarayonda issiqlik o'tkazuvchanlik, diffuziya, ichki ishqalanish hodisalari yuz berishi mumkin.

3. Ideal gazning holat tenglamasi. Hamma gazlar aslida real gazlardir, lekin siyrak gazlarni ideal gaz deb tasavvur qilish mumkin. Ideal gaz modeli quyidagi soddalashtirishlar asosida vujudga keladi:

- a) gaz molekulalari orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud emas;
- b) gaz molekulalarining o'lchamlari hisobga olmasa ham bo'ladigan darajada kichik;
- s) gaz molekulalarining o'zaro to'qnashuvi huddi elastic sharlarning to'qnashuvideksidir bo'ladi.

Ideal gazlarda sodir bo'ladigan qonunlarni ko'rib chiqaylik:

- a) Izotermik jarayon uchun ($T=\text{const}$) Boyle-Mariot qonuni: gaz bosimi uning hajmiga teskari proporsional bo'ladi. Formula:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (1)$$

- b) Izobarik jarayon uchun ($P=\text{const}$) Gey-Lyusak qonuni: gaz hajmi absolyut haroratga to'g'ri proporsional bo'ladi. Formula:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (2) \quad V = V_0(1 + \alpha t^0) = V_0 \alpha T \quad (3)$$

V_0 - gazning 0°C dagi hajmi, $\alpha = \frac{1}{273^0}$ - gaz hajmiy kengayishining termik koeffitsenti.

- s) Izoxorik jarayon uchun ($V=\text{const}$) Sharl qonuni: gaz bosimi haroratga to'g'ri proporsional bo'lgan. Formula:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (4) \quad P = P_0(1 + \alpha t^0) = P_0 \alpha T \quad (5)$$

P_0 - gazning 0°C dagi bosimi,

$\alpha = \frac{1}{273^0}$ - bosimning termik koeffitsenti.

- t) Agar gazning uchala makroparametrlari o'zgarsa, ular Klaypperon holat tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{PV}{T} = \text{const} \quad (6)$$

- u) Modda miqdori $\nu = \frac{m}{M}$ bo'lgan gaz Mendeleev- Klaypperon holat tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\rho V = \frac{m}{M} RT \quad (7)$$

$R = 8,3 \text{ J/mol.K}$ - univyersal gaz doimiysi.

- v) Ideal gaz bosimi uchun molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi:

$$P = \frac{1}{3} n m_0 \overline{g_{o'r.kv}^2} = \frac{2}{3} n \overline{E_0} = \frac{2}{3} n \cdot \frac{3}{2} kT = nkT \quad (8)$$

$\bar{E} = \frac{3}{2}kT$ - molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi,
 $k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ - Bol'tsman doimiysi, $g_{o'r.kv}$ - molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi:

$$g_{o'r.kv} = \sqrt{\frac{3RT}{m_0 N_A}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (9)$$

4.Molekulaning erkinlik darajasi. Molekulaning erkinlik darajasi (i) deganda shu molekulaning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun lozim bo'ladigan mustaqil va o'zaro pyerpendikulyar bo'lgan koordinatalar soni tushuniladi. Agar molekula bitta atomdan tashkil topgan bo'lsa, masalan inyert gazlar, uni moddiy nuqta deb erkinlik darajasini $i=3$ ga teng deymiz. Agar molekula ikkita atomdan tashkil topgan bo'lsa, masalan H_2 , C_2 , N_2 , O_2 ularning erkinlik darajasi $i=5$ ga teng bo'ladi. Agar molekula uch va undan ortiq atomlardan tashkil topgan bo'lsa, masalan H_2O , CO_2 , ularning erkinlik darajasi $i=6$ ga teng deb olinadi.

Molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi erkinlik darajasiga bog'liq:

$$\bar{E}_0 = \frac{i}{2}kT \quad (10)$$

Bitta erkinlik darajasiga ($i=1$) mos kelgan energiya $kT/2$ ga teng bo'ladi. Agar (10)- tenglikni molekulalar soniga ko'paytitsak gazdagi barcha molekulalar energiyasini hosil qilamiz:

$$U = N \frac{i}{2}kT = \nu N_A \frac{i}{2}kT = \frac{m}{M} \frac{i}{2}RT. \quad (11)$$

Bu munosabat ixtiyoriy m- massali ideal gazning ichki energiyasini ifodalaydi.

14 –Dars.

Mavzu: Ideal gaz holati tenglamasi. Izojarayonlar va ular uchun holat tenglamalari.

Reja:

1. Ideal gaz holati tenglamasi.

2. Izojarayonlar va ular uchun holat tenglamalari.

Ma'lum massali gazning holati bosim p , hajm V va harorat T kabi uchta makroskopik parametr bilan ifoda kilinadi. Hozir biz ular orasidagi bog'lanishni topamiz, keyin esa bu bog'lanishning nimaga kyerak ekanligini ko'ramiz.

Qolat tenglamasi. Biz ideal gazning xaraktyerini molekulyar-kinetik nazariya nuqtai nazaridan mufassal ko'rib chiqdik. Gaz bosimining molekulalar kontsentratsiyasi va haroratiga bog'lanishi (formula) aniqlandi. Bu bog'lanishdan foydalanib, ma'lum massali ancha siyrak gaz holatini tavsiflovchi uchala makroskopik parametr p, V va T ni bir-biriga bog'lovchi teng-lamani chiqarish mumkin. Bu tetsglama ideal gaz holatining tenglamasi deb ataladi.

$p = nkT$ ko'rinishdagi tenglamaga gaz molekulalari kontsentratsiyasing ifodasini qo'yamiz. formuladani hisobga olsak, kontsentratsiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$n = \frac{N}{V} = \frac{1}{V} \frac{m}{M} N_A$$

bu yyerda N_A –Avogadro doimiysi, m – gaz massasi, M — gazning molekulyar massasi.

ifodani tenglamaga qo'ysak,

$$pV = \frac{m}{M} k N_A T$$

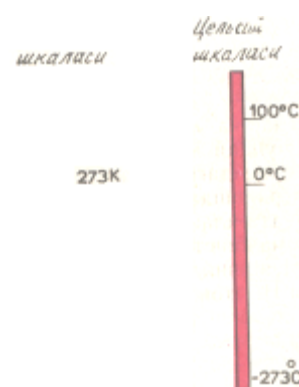
Boltsman doimiysi r bilan Avogadro doimiysi N_A ning ko'paytmasi univyeroal (molyar) gaz doimiysi deb ataladi va R harfi bilan belgilanadi:

$$R = k N_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

tenglamada $k N_A$ ko'paytma o'rniga univyersal gaz doimiysi R ni qo'ysak, ixtiyoriy massali ideal gaz holat tenglamasi hosil bo'ladi:

$$pV = \frac{m}{M} R T$$

Bu tenglamada gazning turiga bog'liq bo'lgan yagona mikdor — gazning molyar massasidir.



Holat tenglamasidan ideal gazning ixtiyoriy ikki holatdagi bosimi, hajmi va harorati o'rtasidagi munosabat kelib chiqadi.

Agar birinchi holatga tegishli parametrlarga 1 indeks, ikkinchi holatga tegishli parametrlarga 2 indeks qo'yilsa, u holda tenglamadan ma'lum massali gaz uchun quyidagi ikki tenglama kelib chiqadi:

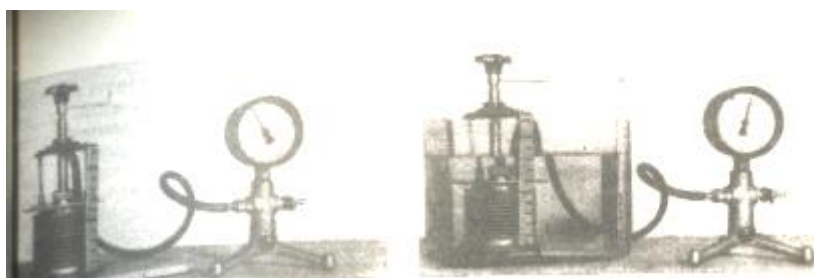
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m}{M} R \quad \text{va} \quad \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m}{M} R$$

Bu tenglamalarning o'ng tomonlari bir xil. Binobarin, ularning chap tomonlari ham teng bo'lishi kerak:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const}$$

ko'rinishdagi holat tenglamasi Klapeyron¹ tenglamasi deb ataladi va holat tenglamasining ko'rinishlaridan biri hisoblanadi

Bu ko'rinishdagi holat tenglamasini birinchi bo'lib ulug' rus olimi D.I.Mendelev topgan. SHuning uchun bu tenglama Mendelev—Klapeyron tenglamasi deb ataladi.



Gaz qonunlari

Ideal gaz holati tenglamasi yordamida gazning massasi va bosim, hajm yoki harorat kabi uchta parametrdan bittasi o'zgaras bo'ladigan jarayonlarni tadqiq qilish mumkin. Gaz holatining bitta parametri o'zgaras bo'lgan holdagi holgan ikki parametri o'rtasidagi miqdoriy bog'lanishlarga gaz qonunlari deyiladi.

Parametrlardan bittasi o'zgaras bo'lgan holda kechadigan jarayonlar izojarayonlar ' deb ataladi. To'g'ri, aslida hech bir jarayon parametrlardan birining qiymati qat'iy bir xil bo'lgan holda yuz byerolmaydi. Hamisha harorat, bosim yoki hajmning doimiy bo'lib turishini buzadigan ta'sirlar albatta bo'ladi. Laboratoriya sharoitidagina biror parametрни yaxshi aniqlik bilan doimiy qilib saqlab turish mumkin, ammo ishlab turgan texnik qurilmalarda va tabiatda buni amalga oshirib bo'lmaydi. Izojarayon real jarayonning vokelikni taxminan aks ettiradi-gan idealashtirilgan modelidir.

Izotermik jarayon. Makroskopik jismlar holatining harora o'zgaray turadigan sharoitdagi o'zgarish jarayoni izotermik jarayon deb ataladi. Gaz haroratini o'zgartirmay saqlab tursh. uchun gaz tyermostat deb ataladigan katta sistema bila issiqlik almashib turishi kerak. Aks holda sikilganda < kengayganda gazning harorati o'zgaradi. Agar atmosferaga havs ning harorati mana

shu jarayon yuz byeradigan vaqt davomida sezilarli ravishda o'zgarmasa, atmosferaga havosini tyermostat desa bo'ladi.

Ideal gazning holat tenglamasiga asosan, harorat bo'lgan har qanday holatda gaz bosimining hajmiga o'zgarmas miqdor bo'ladi.

$$T = \text{const} \text{ bo'lganda } pV = \text{const}.$$

Agar ma'lum bir massali gazning harorati o'zgarmasa, gaz bosimi bilan xajmining ko'paytmasi o'zgarmaydi.

Bu qonunni ingliz olimi R.Boyl(1627-1691) va undan bir oz keyin frantsuz olimi E.Mariott (1620-1684) tajribada kashf etganlar. Shu sababli bu qonun Boyle — Mariott qonunini deb ataladi.

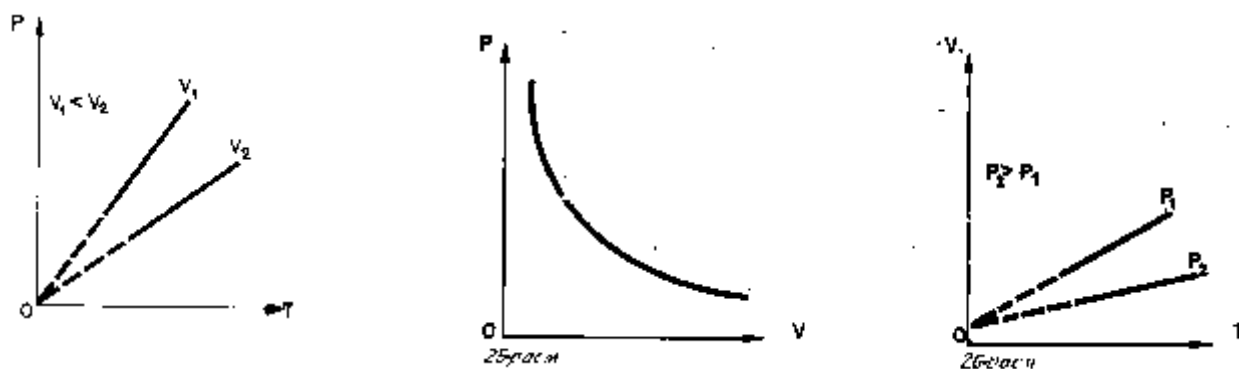
Boyle — Mariott qonuni har kanday gaz uchun, shuningdek, gazlarning aralashmasi (masalan, havo) uchun ham to'g'ri. Atmosferaga bosimidan bir necha yuz marta ortiq bo'lgan bosimlar sharoitidagina bu konundan jiddiy chetlanishlar yuz beradi.

Atmosferaga bosimiga yaqin bosimlar sharoitida Boyle -Mariott qonunining to'g'ri ekanligiga bundan oldingi paragrafda tavsiflangan qurilma vositasida ishonch hosil qilish mumkin.

Harorat o'zgarmas bo'lganda gaz bosimining hajmga bog'liq bo'lishi grafik ravishda egri chiziq bilan tasvirlanadi, bu egri chiziq izotyerma deb ataladi. Gaz izotermasi bosim bilan hajm o'rtasidagi teskari proportsional munosabatni tasvirlaydi. Bunday egri chiziq, matematikada gipyerbola deb ataladi (25-rasm).

Turli o'zgarmas haroratlarga turli izotermalar mos keladi. Agar $V = \text{const}$ bo'lsa, harorat ko'tarilganda, (3.4) holat tenglamasiga ko'ra bosim ortadi. SHuning uchun yuqoriroq T_2 haroratga mos keladigan izotyerma pastroq T_1 haroratga mos keladigan izotermadan yukorida yotadi.

Havoni kompressor yordamida siqish yoki idish ichidagi gazni idishdan so'rib olishda gazning nasos porshen tagida kengayishi



Jarayonini taxminii ravishda izotermik jarayon deb atash mumkin. To'g'ri, bunda gazning harorati o'zgaradi, lekin bi-rinchi yakinlashishda bu o'zgarishni e'tiborga olmaslik mumkin.

Izobarik jarayon. Tyermodinamik sis-tema holatining bosim o'zgarmay turaligan sharoitdagi o'zgarish jarayoni izo-barik¹ jarayon deb ataladi.

Tenglamaga asosan, o'zgarmas bo-simli har kanday holatda gaz hajmi-ning haroratiga nisbati o'zgarmaydi:

$$p = \text{const bo'lganda } \frac{V}{T} = \text{const}$$

Agar ma'lum bir massali gazning bosimi o'zgarmasa, gaz hajmining haroratga nisbati o'zgarmaydi.

Bu qonunni frantsuz olimi J. Gey-Lyussak (1778— 1850) 1802 yilda tajribada topgan va bu konun Gey-Lyussak qonuni deb ataladi. Tenglamaga asosan, bosim o'zgarmay turadigan sharoitda gazning hajmi haroratga chiziqli bog'liq bo'ladi:

$$V = \text{const} \cdot T$$

Bu munosabat grafik ravishda to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi, bu chiziq izobara deb ataladi (rasm).

Har xil bosimlarga har xil izobaralar mos keladi. Harorat o'zgarmay turganda bosim ortsa, Boyl — Mariott konuniga asosan, gazning hajmi kamayadi. Shuning uchun yuqoriroq p_2 bosimga mos kelgan izobara pastroq p_1 bosimga mos kelgan izobaradan pastroqda yotadi.

Past haroratlar sohasida ideal gazning hamma izobaralari $T = 0$ nuqtada kesishadi. Biroq bu real gazning xajmi hakiqatan ham nolga aylanadi degan mazmunni anglatmaydi. Qattiq sovitilganda hamma gazlar suyuqlikka aylanadi, suyuqliqlarga esa holat tenglamasini qo'llab bo'lmaydi.

Qo'zg'aluvchan porshenli silindr ichida gazning kengayishini izobarik jarayon deb hisoblash mumkin. Atmosfeyera porshenning tashki sirtiga bosim byerib turgani hisobiga bosim doimiy bo'lib turadi.

Izoxorik jarayon. Tyermodinamik sistema holatining hajm o'zgarmay turadigan sharoitdagi o'zgarish jarayoni izoxorik¹ jarayon deb ataladi.

holat tenglamasiga asosan gazning hajmi o'zgarmas bo'lgan har qanday holatda bosimning haroratga nisbati o'zgarmaydi:

$$V = \text{const bo'lganda } \frac{p}{T} = \text{const}$$

Agar ma'lum bir massali gazning hajmi o'zgarmasa, gaz bosimining haroratga nisbati o'zgarmaydi.

Bu qonunni frantsuz fizigi J. Sharl (1746— 1823) 1787 yilda topgan va u Sharl qonuni deb ataladi. Tenglamaga asosan, hajm o'zgarmay turadigan sharoitda gazning bosimi haroratga chiziqli bog'liq:

$$p = \text{const} \cdot T$$

Bu munosabat grafik ravishda to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi, bu to'g'ri chiziq izoxora deb ataladi (rasm). Turli hajmlarga turli izxoralar mos keladi. Harorat o'zgarmay turganda gazning xajmi ortsa, Boyl — Mariott qonuniga asosan, bosim pasayadi. Shuning uchun kattaroq V_2 hajmga mos kelgan izoxora kichikroq V_1 hajmga mos kelgan izoxoradan pastroqda yotadi.

Tenglamaga asosan, hamma izoxoralar $T = 0$ nuqtadan boshlanadi. Demak, absolyut nol haroratda ideal gazning bosimi nolga teng.

Har qanday idishda yoki elektr lampochkada isitilganda gaz bosimining ortishi izoxorik jarayon hisoblanadi. Izoxorik jarayondan o'zgarmas hajmli gaz tyermometrida foydalaniladi.

Savol

1. Nima uchun molekula idish devori bilan to'qnashganda tezlikka proporsional bo'lgan kuch bilan ta'sir qiladiyu, bosim esa tezlikning kvadratiga proporsional bo'ladi?
2. Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasida — ko'paytuvchi qayerdan paydo bo'ladi?
3. Molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi gazning kontsentratsiyasiga va idish devoriga ko'rsatadigan bosimiga qandai bog'liq?
4. Boltsman doimiysining fizik ma'nosi qanday? Uni tajriba qilib ko'rmasdan nazariy yo'l bilan aniqlash mumkinmi?
5. Molekulalar ilgarilanma qarakatining o'rtacha kinetik energiyasi haroratga qanday bog'liq?
6. Bir xil bosim va bir xil haroratda hamma gazlarning molekulalari kontsentratsiyasi nima uchun bir xil bo'ladi?
7. Absolyut nol haroratning fizik ma'nosi qanday?
8. Holat tenglamasi deb nimaga aytiladi?
9. Holat tenglamasining qaysi shaklida ma'lumot ko'proq: Klapeyron tenglamasidami yoki Mendelev — Klapeyron tenglamasidami?
10. Gaz doimiyei YA nima uchun univyersal doimiy deb ataladi?
11. Siz lunjingizni shishirdingiz. Bunda og'zingizdagi havoning hajmi : ham, bosimi ham ortadi. Bu holni Boyle-Mariott qonuni bilan qanday I muvofiqlashtirish mumkin?
12. Izotermik, izobarik va izoxorik jarayonlarni qanday qilib amalda qilib ko'rish mumkin?
13. Gaz qonunlarini I molekulyar-kinetik nazariya asosida sifat tomondan izohlab byering.

16 –Dars.

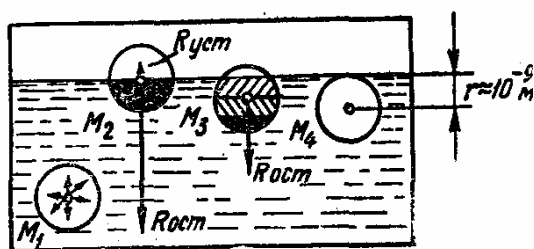
Mavzu: Suyuqlik xossalari. Suyuqliklarning molekulyar tuzilishi. Sirt taranglik kuchi va sirt energiyasi. Havoning namligi. Nisbiy namlik.

Reja:

1. Suyuqlikning sirt qatlami.
2. Sirt taranglik.
3. Xo'llash.
4. Kapilyarlik. Turmushda, tabiatda va mexanikada kapilyar hodisalar.

Suyuqlik ichidagi molekulyar kuchlar ta'siri uning sirtidagidan nima bilan farq qilishini aniqlaylik.

Suyuqlik ichidagi M_1 molekulaga (rasm) ta'sir etuvchi molekulyar tortishish kuchlari teng ta'sir etuvchisining o'rtacha qiymati nolga yaqin bo'ladi. Bu teng ta'sir etuvchining tasodifiy fluktuatsiyalari M_1 molekulani xaotik harakat qilishga majbur etadi, xolos. Suyuqlikning sirt qatlamida joylashgan M_2 va M_3 molekulalarda esa boshqacharoq hol ro'y beradi.



Molekula atrofida $r \approx 10^{-9}$ m radiusli molekulyar ta'sir sferasini chizamiz. U vaqtda M_2 molekula uchun sferaning pastki yarmida suyuqlik bo'lgani uchun molekulalar ko'p, ustki yarim sferada bug' va havo bo'lgani uchun molekulalar soni ancha kam bo'ladi. SHuning uchun M_2 molekulaga ostki yarim sferadagi molekulyar tortishish

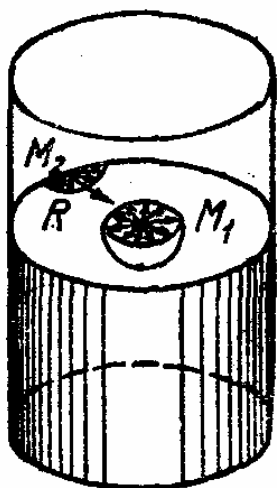
kuchining teng ta'sir etuvchisi R_{ost} , ustki yarim shardagi molekulyar kuchlarning teng ta'sir etuvchisi R_{ust} dan ancha katta bo'ladi.

R_{ust} shunchalik kichikki, uni e'tiborga olmaslik mumkin. M_3 molekulaga qo'yilgan molekulyar tortishish kuchlarining teng ta'sir etuvchisi M_2 molekulani kichik, chunki molekulyar ta'sir faqat qoraga bo'yalgan sohada mavjud bo'lgan molekulalarning ta'siri orqali aniqlanadi. M_2 va M_3 molekulalar uchun teng ta'sir etuvchi kuchlar suyuqligiga sirtga pyerpendikulyar yo'nalganligi ahamiyatga egadir. SHunday qilib, 10^{-9} m tartibdagi suyuqlik qatlamida turuvchi barcha suyuqlik molekulalari (rasmga q.) suyuqlik ichiga tortiladi. Lekin suyuqlik ichidagi fazoni boshqa molekulalar egallagan, shuning uchun suyuqlikda suyuqlik sirti tomonidan bosim hosil qilinadi va bu molekulyar bosim, deb ataladi.

Agar suyuqlik ichiga biror jism tushib qolsa, jism bilan suyuqlik orasida suyuqlik qatlami xosil bo'ladi va molekulyar kuchlar suyuqlik tomon yo'nalgan bo'lib, suyuqlikni siqadi, ammo jismga esa ta'sir qilmaydi. Eslatib o'tamizki, jism va suyuqlik molekulalari orasida o'zaro ta'sir mavjud, lekin u suyuqlikning sirt qatlamining molekulyar bosim kuchiga nisbatan kichikdir.

Aytilganlardan, suyuqlikka botirilgan jismga molekulyar bosim ta'sir qilmagani uchun molekulyar bosimni tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin emasligi kelib chiqadi. Binobarin, bu bosimning kattaligini nazariy hisoblash mumkin, Bunday hisoblashlar molekulyar bosimni juda katta ekanligini ko'rsatadi. Masalan, u suv uchun $11 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ (11000 atm), efir uchun $1,4 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ tartibida.

Bundan suyuqliklarni tashqi bosim ta'sirida sezilarli siqish mumkin emasligi



tushunarli bo'ldi. Haqiqatan, buning uchun shu suyuqlikning molekulyar bosimi tartibiga teng bosim hosil qilish kiyarak. Suyuqlikning molekulyar bosimi juda katta bo'lgani uchun buni bajarish qiyin. SHunday qilib, juda katta bo'l-magan bosimlarda suyuqliklarni siqilmas deb qarash mumkin.

Sirt taranglik. Suyuqlik sirtida joylashgan M_1 molekula (rasm) faqat suyuqlik ichidagi molekulalar bilan o'zaro ta'sirda bo'lmasdan, balki molekulyar ta'sir sferasida joylashgan suyuqlik sirtidagi molekulalar bilan ham o'zaro ta'sirda bo'ladi.

M_1 molekula uchun molekulyar kuchlarning suyuqlik sirti bo'yicha yo'nalgan R teng ta'sir etuvchisi nolga teng, sirt chetida olingan M_2 molekula uchun R noldan farqlidir. Rasmdan ko'rinadiki, R erkin sirt chegarasida normal bo'yicha, sirtning o'zida esa urinma bo'yicha yo'nalgan bo'lad.

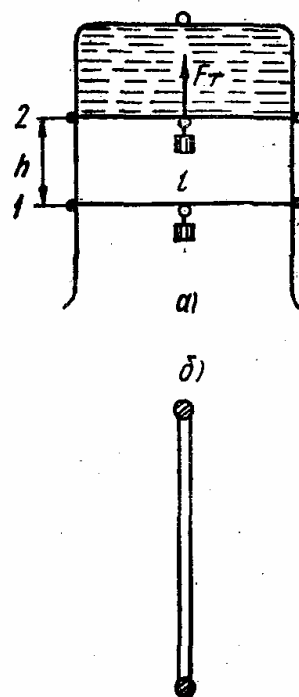
Suyuqlik sirti bo'yicha yo'nalgan molekulyar kuchlar suyuqlikning erkin sirtida olingan ixtiyoriy byerk chizikda uning normali bo'yicha shunday ta'sir etadiki, bunda bu kuchlar suyuqlikning byerk chiziq bilan chegaralangan sirti yuzini kichraytirishga harakat qiladi. Buni quyidagi tajribada ko'rish mumkin.

Simdan yasalgan halqaga l uzunlikdagi ip bog'lanadi (a rasm). Agar halqa sovun pardasi bilan qoplansa, ip shu pardada erkin joylashadi, chunki molekulyar kuchlar ham yuqorigi, ham pastki byerk kontur bilan chegaralangan sirt yuzini kichraytirishga intiladi. Sovun pardasini ipning ostki tomonidan teshamiz. U vaqtda molekulyar kuchlar ustki kontur bilan chegaralangan sirtnn kichraytiradi va ip taranglanadi (b dan). Molekulyar kuchlar ip bo'yicha joylashgan

hamma molekulalarga ta'sir qiladi, shuning uchun ipga ta'sir etuvchi umumiy kuch ipning l uzunligiga proportsional bo'lishi kiyarak.

Suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'siri tufayli hosil bo'lib, suyuqlik-ning erkin sirti yuzining qisqari-shiga sabab bo'luvchi va bu sirtga urinma ravishda yo'nalgan G_g kuch sirt taranglpk kuchi deyiladi.

a rasmda kashakka ta'sir etuvchi sirt taranglik kuchi tasvirlangan. Endi G_t kuch l ga proportsional ekanligini ko'rsatamiz.



1 kashakni 1 holatdan 2 holatga A masofaga siljitishda G_t kuchning bajargan ishi formula bilan ifodalanadi: $A h \sigma \Delta S$. Ikkinchidan, A ishni ta'sir etuvchi kuchni yo'lga ko'paytirish orqali topiladi. Bizning misolimizda umumiy kuch $2G_t$ ga teng, demak, $A h 2G_t$. Kashakning siljishi natijasida suyuqlik erkin sirtining qisqarishi ΔS h 2hl bo'ladi, shuning uchun:

$$2F_t h \sigma 2hl$$

yoki

$$F_t h \sigma l$$

SHunday qilib,

$$\sigma = \frac{F_t}{l}$$

bundan, sirt taranglik koeffitsientp suyuqlik erkin sirti chegarasining uzunlik birlagiga ta'sir etuvchi sirt aranglik kuchiga son jihatdan teng ekanligi kelib chiqadi.

σ ning o'lchov birligi 1 J/m^2 ekanligini eslab,

$$1 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{H} \cdot \text{m}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{H}}{\text{m}}$$

ni xosil qilamiz, buni formula orqali go'g'ridan-to'g'ri olish ham mumkin,

Tajriba shuni ko'rsatdiki, suyuqlik sirtidagi mavjud muhig va suyuqlik tempyeraturasasi σ ning kattaligiga ta'sir etar ekan. Suyuqlikning tempyeraturasasi ortishi bilan uning sirt taranglik koeffitsienti kamayadi (nega, tushungiring) va kritik tempyeraturada nolga teng bo'ladi (jadvalga q.). Bu kritik tempyeraturada suyuqlik va o'ning bug'i orasida har qanday farq yo'qolishini yana bir bor tasdiqlaydi.

Jadval. Suv va spirtning turli tempyeraturadagi sirt taranglik koeffitsientlari

t, °S	σ , H/m		t, °S	σ , H/m	
	Suv	etil spirti		suv	etil spirti
0	0,0756	0,0249	210	0,0354	0,0033
30	0,0712	0,0219	240	0,0286	0,0001
60	0,0662	0,0192	243	—	0
90	0,0608	0,0164	300	0,0144	—
120	0,0549	0,0134	370	0,0006	—
150	0,0486	0,0101	374	0	—
180	0,0423	0,0067			

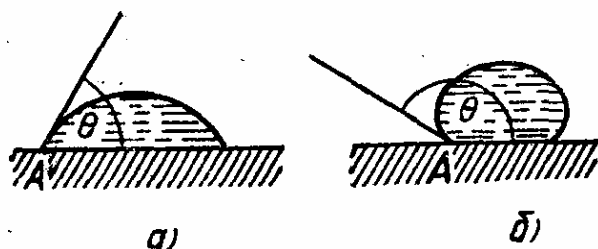
Nima uchun suyuqlik uning erkin sirti yuzi eng kichik shaklni olgan holatga intilishi endi tushunarlidir: molekulyar bosim kuchlari suyuqlik sirtidagi molekulalarni ichkariga torgadi, sirt taranglik kuchi esa suyuqlikning erkin sirti yuzini qisqartiradi, ya'ni bu sirtda mavjud bo'lgan „darcha" ni bekitadi.

SHunday qilib, suyuqlikning sirt qatlami har doim tarang holatda bo'ladi. Ammo bu holatni elastik cho'zilgan parda tarangligi bilan taqqoslab bo'lmaydi. Cho'zilgan parda yuzining orgishi bilan elastiklik kuchlari ortadi, lekin sirt taranglik kuchi suyuqlik sirtining yuziga bog'liq bo'lmaydi. Yuqoridagi rasmda G_t 1 va 2 holatda bir xil qiymatga ega. Bunday bo'lishiga sabab, elastik parda sirtining yuz

birligidagi mo-lekulalar soni uning cho`zilishi natijasida kamayishi, suyuqlik erkin sirtining yuz birligidagi molekulalar soni xar qanday yuzda ham bir xil qiymatga ega bo`lishidadir.

Ho`llash. CHegaraviy burchak. Agar shisha tayoqchani simobga botirib olsak, unda simob yuqi qolmaganligi ma`lum bo`ladi. Agar shu tayoqchani suvga botirsak, uni suvdan chiqarganimizda uchida suv tomchisi qoladi. Bu tajribadai ko`rinadiki, simob molekulalarining o`zaro tortishish kuchlari shisha molekulalariga tortishish kuchlariga nisbatan katta, suv molekulalarining o`zaro tortishish kuchlari esa shisha molekulalariga tortishish kuchiga nisbatan kichik ekan.

Agar suyuqlik molekulalarining o`zaro tortishishi qattiq modda molekulalari bilan tortishishga nisbatan kuchsiz bo`lsa, bu suyuqlik bu moddani xo`llaydi deyiladi. (Masa-lan, suv toza shishani ho`llaydi va parafinni xo`llamaydi.) Agar suyuqlik molekulalarining o`zaro tortishishi qattiq modda molekulalari bilan tortishishga nisbatan kuchli bo`lsa, bu suyuqlik bu moddani xo`llamaydi deyiladi. Simob toza shishani ho`llamaydi, biroq sof mis va ruxni xo`llaydi.

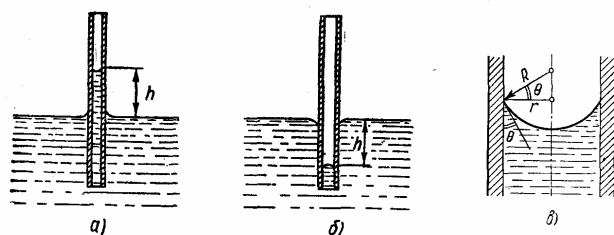
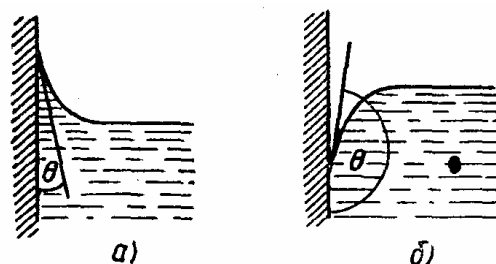


Biror qattiq moddadan yasalgan yassi plastinkani gorizontal o`rnatib, uning sirtiga tekshiriluvchi suyuqlik tomchisini tomizamiz. U vaqtda tomchi yoki a rasmda ko`rsatilgan shaklni, yoki b rasmda ko`rsatilgan shaklni oladi. Birinchi xolda suyuqlik qattiq jismni xo`llaydi, ikkinchi holda esya ho`llamaydi, rasmda belgilangan θ burchak chegaraviy burchak deb ataladi.

Chegaraviy burchak qattiq jismning yassi sirti bilan qattiq jism, suyuqlik va gazlarni chegaralovchi A nuqtadan suyuqlikning erkin sirtiga urinib o`tgan tekislik orasidagi burchakdir (rasm); chegaraviy burchak ichida hamma vaqt suyuqlik bo`ladi. Ho`llovchi suyuqliklar uchun chegaraviy burchak o`tkir, xo`llamaydigan suyuqliklar uchun esa o`tmas bo`ladi. Og`irlik kuchi ta`sirida chegaraviy burchakni buzmasligi uchun tomchini iloji boricha kichik olish kyerak.

Ho`llash o`lchovi sifatida, odatda chegaraviy burchak kosinusi, ya`ni  $\cos\theta$  olinadi, u xo`llovchi suyuqliklar uchun musbat, ho`llamaydigan suyuqliklar uchun esa manfiy qiymatga ega. Qattiq sirt vyertikal holatda bo`lganda ham chegaraviy burchak b saqlanadi (rasm), bunda agar idishga solingan suyuqlik ho`llovchi bo`lsa, suyuqlik idish devorlari chegarasi-da ko`tariladi (rasm), ho`llamaydigan bo`lsa, pastga tushadi (6 rasm).

To`la ho`llanganda $\cos\theta = 1$. Bu holda suyuqlik qattiq jismning butun sirti bo`yicha yoyiladi. Suyuqlik to`la ho`llovchi bo`lsa, gorizontal sirt ustida tomchi

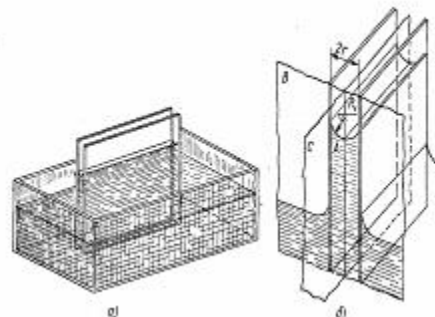


xosil qilish mumkin emas. Masalan, suv toza, sirtli shisha uchun to'la ho'llovchidir. To'la ho'llamaydigan bo'lsa, $\cos\theta h = 1$ bo'ladi. Bu vaqtda gorizontal sirt ustiga tomizilgan suyuqlik tomchisi shar shakliga ega bo'ladi.

Kapillyarlik. Turmushda, tabiatda va texnikada kapillyar hodisalar. Ingichka naylarda suyuqlik sirtining egrilanishi tutash idishlar qonunini buzayotgandek ko'rknadi. Agar suvga ingichka uzun shisha nay tushirilsa (a rasm), suv nayga so'rilib, suv sirtidan nay bo'yicha N balandlikka ko'tariladi. Bu laplas bosimining yuqoriga yo'nalganligi bi-lan tushungiriladi. SHu bosim ta'sirida, toki nayda N balandlikka ko'tarilgan suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi laplas bosimiga tenglashguncha, ya'ni r_1 h r_g bo'lguncha suv nay orqali ko'tariladi. R_1 h $2\sigma/r$ dagi sferik sirtning radiusi R suyuqlik to'la ho'llovchi bo'lgandagina nayning radiusi r ga teng bo'ladi) va r_g h ρgh bo'lganligidan $2\sigma/r$ h ρgh yoki

$$h = \frac{2\sigma}{\rho gr}$$

Bundan ko'rinadiki, nayning ichki radiusi qancha kichik bo'lsa, suyuqlikning ko'tarilish balandligi shuncha katta bo'ladi. Nayning ichki diametri soch tolasining diametriga yaqin (yoki undan kichik) bo'lganda suyuqlik anch^ katta balandlikka ko'tarilishi mumkin; shuning uchun bunda naylar kapillyar-lar (grekcha „kapillyaris" — soch tolası kabi ingichka) deyiladi. Kapillyarlarda ho'llovchi suyuqliklar yuqoriga ko'tariladi, ho'llamovchi suyuqliklar pastga, tushadi (a, b"rasm). Kapillyarlarda ho'llovchi suyuqliklarning so'rilish, ho'llamovchi suyuqliklarning itarilish hodisasi kapillyar hodisasi deyiladi.



Yuqoridagi formula chegaraviy burchak θ nolga teng bo'lganda suyuqlik balandligi N ni aniqlashga imkon beradi. Agar chegaraviy burchak noldan farqli bo'lsa (v rasm), r radi-usli kapillyarda ho'llovchi suyuqlikning ko'tarilish balandligi yoki ho'llamovchi suyuqliklarning pasayishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho gr} \cos\theta$$

Bir-biriga parallel va yaqin $2r$ masofada bo'lgan shisha plastinkalar suvga tushirilgan bo'lsin. U holda bular orasidagi suv sirti tsilindrik shaklga ega bo'ladi (a rasm). Agar suyuqlik sirti bilan o'zaro tik bo'lgan V va S tekisliklarning kesishish chizig'i A nuqtadan o'tsa, u vaqtda V tekislikda kesishish chizig'ining egrilik radiusi R_1 h r (6 rasm), suv sirtining S tekislik bilan kesishish chizig'i to'g'ri chiziq bo'lib, $R_2 \rightarrow \infty$. SHunday qilib, bu xol uchun laplas bosimi

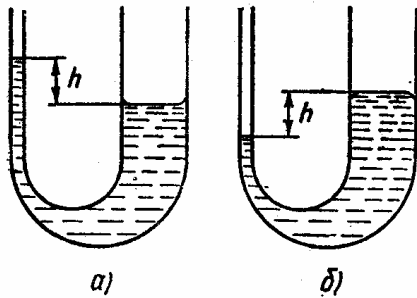
$$P_l = \sigma \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{\infty} \right)$$

yoki

$$P_l = \frac{\sigma}{r}$$

bo'ladi. Shuning uchun plastinkalar orasida suvning ko'tarilish balandligi

$$h = \frac{\sigma}{\rho g r}$$



ga teng. (Diametrlari bir xil bo'lgan sovunli suv tomchisi-ning laplas bosimi nima uchun sovun pufaginikidan 2 marta kichik bo'lishini tushuntiring.)

Kapillyardagi suyuqlikning ko'tarilishi temperaturaga bog'liq. Temperatura kancha yuqori bo'lsa, σ va formulalardan aniqlanuvchi h ham shuncha kichik, ya'ni temperatura ko'tarilishi bilan kapillyarda suyuqlik ko'tarilish balandligi pasayadi.

Ichki diametrlari turlicha bo'lgan ingichka tutash idishlarda suyuqlik sathining farqli bo'lishini kuzatish mumkin (rasm).

Kapillyar hodisa tabiatda va texnikada katta rol o'ynaydi. O'simliklarda juda ko'p mayda kapillyarlar mavjud. Daraxtlardagi kapillyarlar orqali yerdan namlik ko'tarili, uning uchigacha ko'tariladi va barglari orqali atmosferaga bug'lanadi. Tuproqda ham kapillyarlar mavjud, ular qancha ingichka bo'lsa, tuproq shuncha zich bo'ladi. Bu kapillyarlar orqali suv ko'tarilib, yer sirtida bug'lanadi va yer quriydi. Yerta baxorgi yer xaydash bu kapillyarlarni buzadi ya'ni yer ssti namligini saqlab, hosilni orttirishga yordam beradi. Kapillyar hodisalar texnikada masalan, kapillyar-g'ovak jismlarni quritish jarayonida va h. k. larda katta ahamiyatga ega. Qurilish ishlarida ham kapillyar hodisalar katta ahamiyatga ega. Masalan, g'isht devor zax tortmasligi uchun uyning fundamenti bilan devor orasiga kapillyari bo'lmagan moddadan qilingan prokladka qo'yiladi. Qog'oz sanoatida turli sortdagi qog'ozlarni tayyorlash uchun kapillyarlikni xisobga olish kyerak. Masalan, yozuv qog'ozini tayyorlashda, unga kapillyarlarni bekitib yuboruvchi maxsus sostav shimdiriladi. Turmushda piliklar, bosma qog'ozlar, ruchkalar (siyoh bilan yozadigan pyerolar) va h. k. larda kapillyar hodisadan foydalaniladi.

Ideal gazni suyuqlikka aylantirib bo'lmaydi. Real gaz suyuqlikka aylanadi. Bu jarayon qanday yuz byeradi? Gaz bug'ndan nima bilan farq qiladi?

Bug'lanish va kondensatsiyalanish. Og'zi yaxshilab byerkitilgan atir idish juda uzoq vaqt tursa-da, undagi atir miqdori o'zgarmaydi. O'sha idish og'zi ochiq koldirilsa, anchadan so'ng idishga qarasangiz idish ichida atir kolmaydi. Ichida xushbo'y moddalar yerigan suyuqlik bug'lanib ketgan. Asfalt yo'ldagi ko'lmak esa bundan ham tezroq bug'lanadi (kuriydi), ayniksa havoning harorati yuqori va shamol esib turgan bo'lsa.

Bu hodisani quyidagicha tushuntirish mumkin.

Suyuqlikning molekulalari tartibsiz harakat qiladi. Suyuk-likning harorati qancha yuqori bo'lsa, molekulalarining kinetik energiyasi shuncha katta bo'ladi. Qinetik energiyaning o'rtacha qiymati esa tayinli bir haroratda tayinli bir qiymatga

ega bo'ladi. Har bir molekulaning bir ondagi kinetik energiyasi o'rtacha qiymatdan ortiq bo'lishi ham, kam bo'lishi ham mumkin. Ma'lum bir paytda ayrim molekulalarning kinetik energiyasi shunchalik katta bo'lib qolishi mumkin-ki, ular boshqa molekula-larning tortish kuchini engib, su!oqlikdan chiqib keta oladi. Bug''lanshi jarayoni mana shundan iborat.

Uchib chiqqan molekula gazning tartibsiz issiqlik harakatida ishtirok etadi. Tartibsiz harakat qilib bu molekula ochiq idishdagi gaz sirtidan butunlay uzoqlashib ketishi mumkin, shuningdek suyuqlikka kaytib tushishi ham mumkin. Bunday jarayon kondensatsiyalanish deb ataladi.

Agar idish ustidagi havo okimi suyuqlikning hosil bo'lgan bug''larini o'zi bilan olib ketib tursa, suyuqlik tezroq bug''lanadi, chunki bug'' molekulasida suyuqlikka qaytib tushish imkoniyati kamayadi. Suyuqlikning harorati qancha yukori bo'lsa, suyuqlikdan chiqib ketishga etadigan kinetik energiyaga ega bo'lgan molekula-lar soni shuncha ko'p bo'ladi, bug''lanish shuncha tez boradi.

Bug''lanishda tezrok harakat kiladigan molekulalar suyuqlik-dan chikib ketadi, shuning uchun suyuqlik molekulalarining kinetik energiyasi kamayadi. Demak, suyuqlikning harorati pasayadi. Qo'lingizni tez bug''lanuvchi suyuqlik (benzin yoki atseton) bilan ho'llasangiz, shu zahotiyuq ho'llangan joyning kattiqlik sovigani sezasiz. Agar qo'lingizga puflasangiz yanada kuchliroq soviydi.

Agar suyuqlikni bug''lana olmaydigan qilib qo'ysangiz, suyuqlikning sovishi ancha sekin boradi. Eg'lik sho'rva sekin sovishini eslang. SHo'rvaning yuzidagi yog' qatlami suvning tez harakatlanadigan molekulalarining chikishiga halakit byeradi. Suyuqlik deyarli bug''lanmaydi, uning harorati sekin pasayadi (yog'ning o'zi juda sekin bug''lanadi, chunki uning katta molekulalari suv molekulalariga qaraganda bir-biri bilan qattiqroq jipslashgan).

To'yingan bug''. Agar idish zich qilib byerkitib ko'yilsa suyuqlikning kamayishi tezda to'xtaydi. Harorat o'zgarmay turgan-da «suyuqlik — bug''» sistemasi issiqlik-muvozanati holatiga keladi va bu holatda istagancha uzoq vaqt bo'la oladi. Bug''lanish jarayoni bilan bir vaqtda kondensatsiyalanish ham yuz byeradi va bu ikkala jarayon o'rta hisobda bir-birini kompensatsiyalaydi.

Suyuqlik idishga quyilib, endigina qopqok yopilgan dastlabki paytda suyuqlik hali bug''lanavyeradi va suyuqlik ustidagi bug'' zichligi ortadi. Birok shu bilan birga sukjlikka kaytib tushayotgan molekulalar soni ham ortib boradi. Bug''ning zichligi qanchalik katta bo'lsa, shunchalik ko'p molekula suyuqlikka qaytib tushadi. Natijada yopiq idishda harorat o'zgarmay turganda borib-borib suyuqlik bilan bug'' o'rtasida dinamik (harakatchan) muvozanat qaror topadi, ya'ni suyuqlik ichidan biror vaqt ichida chiqib ketayotgan molekulalar soni o'sha vaqt ichida suyuqlikka qaytib tushayotgan bug'' molekulalarining o'rtacha soniga teng bo'ladi. Uy haroratidagi suv uchun bu son 1 sm^2 sirt yuzadan 1 s da 10^{22} ta molekulaga teng.

O'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug'' to'yingan bug'' deb ataladi. Bu ta'rifning o'zi ma'lum bir haroratda ma'lum bir hajmda bundan ortiq bug'' bo'lishi mumkin emasligini ko'rsatadi.

Agar suyuqlik turgan idishdagi havo oldin so'rib olingan bo'lsa, u holda suyuqlik sirti ustida faqat to'yingan bug'' bo'ladi.

To'yingan bug'' bosimi. Agar to'yingan bug'' egallab turgan hajm kichraytirilsa, masalan, tsilindrda porshen ostida o'z suyuqligi bilan muvozanatda turgan bug'' sikilsa (bunda bug'' va suyuqlikning harorati o'zgartirilmay tursa), to'yingan bug'' bilan nima hodisa yuz beradi?

Bug'' siqilganda muvozanat buzila boshlaydi. Dastlabki vaqtda bug''ning zichligi bir oz ortadi va gazdan suyuqlikka o'tuvchi molekulalar soni suyuqlikdan gazga o'tuvchi molekulalar sonidan ortiq bo'ladi. Vaqt birligi ichida suyuqlikdan chiqib ketayotgan molekulalar soni faqat haroratga bog'liq bo'lgani tufayli bug''ning siqilishi suyuqlikdan chikib ketayotgan molekulalar sonini o'zgartirmaydi. Bu jarayon muvozanat qaror topmaguncha va zichlik (demak, molekulalar kontsentratsiyasi ham) avvalgi qiymatini olmaguncha davom etadi. Binobarin, to'yingan bug'' molekulalarining kontsentratsiyasi o'zgarmas harorat sharoitida xajmga bog'lik, emas.

Bosim molekulalar kontsentratsiyasiga proporsional ($p = nkT$) bo'lgani sababli bu ta'rifdan to'yingan bug''ning bosimi o'zi egallab turgan hajmga bog'lik, emasligi kelib chiqadi.

Suyuqlik o'zining bug''i bilan muvozanatda bo'lgan holdagi xajmga bog'liq bo'lmagan r_0 bosim to'yingan bug'' bosimi deb ataladi.

To'yingan bug'' siqilganda uning tobora ko'prok qismi suyuq holatga o'tadi. Tayinli bir massaga ega bo'lgan suyuqlik o'shanday massali bug''ga qaraganda kam hajmni egallaydi. Natijada bug''ning zichligi o'zgarmas bo'lganda hajmi kamayadi.

To'yinmagan bug''. Biz «gaz» va «bug''» so'zlarini ko'p ishlatdik. Gaz bilan bug'' o'rtasida hech qanday muhim farq yo'q va umuman olganda bu so'zlarning qiymati bir xil. Lekin o'zgarmas haroratda gazni oddiy sikish yo'li bilan suyuqlikka aylantirish mumkin bo'lsa, bu gazni biz bug'' deb, tug'rirog'i, to'yinmagan bug'' deb aytamiz. Bug'' suyuqlikka aylana boshlashi bilanoq suyuqligi bilan muvozanatda turgan bug'' to'yingan bug'' bo'lib qoladi.

Suyuklikning bug''lanishi va bug''ning kondensatsiyalanishi manzarasi juda oddiy. Gazning eng qizikarli holati — to'yingaq bug'' holatidir. Bug'' suyuqlik bilan muvozanatda bo'ladi, uning bosimi va zichligi hajmga bog'liq emas.

1) Nima uchun it issiq kunda tilini osiltiradi?

2) Nima uchun to'yingan bug''ning bosimi hajmga bog'liq emas?

3) To'yingan bug'' bilan suyuqlikning dinamik muvozanatiga o'xshagan misollarni keltira olasizmi?

To'yingan bug'' bosimining haroratga bog'liq bo'lishi. qayanash. kritik harorat

Suyuklik bug''lanibgina qolmaydi. Ma'lum bir haroratda u qaynaydi. Bu harorat nima bilan aniqlanadi? Haroratning kanday qiymatida gazni suyuklikka aylantirib bo'lmaydi? Hozir biz shu savollarga javob byeramiz.

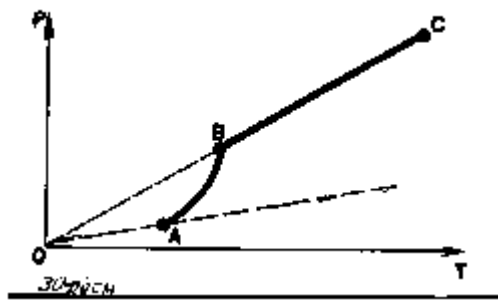
To'yingan bug'' bosimining haroratga bog'liq bo'lishi. To'yingan bug''ning holatini tajribaning ko'rsatishicha, ideal gaz holatining tenglamasi taqriban ifodalaydi, uning bosimini esa

$$p_0 = nkT$$

formula taqriban aniklaydi.

Harorat ko'tarilgani sari bosim ortadi. To'yingan bug'' bosimi hajmga bog'liq, bo'lmagani uchun faqat haroratga bog'lik, bo'lar ekan.

Biroq tajribadan topilgan bu $p_0(T)$ bog'lanish o'zgaras hajm sharoitidagi ideal gaznikidek to'g'ri proporsional bog'lanish emas ekan. Harorat ko'tarilgani sari to'yingan bug'' bosimi ideal gazning bosimidan ko'ra tezroq ortadi rasmda, egri chiziqning AV qismi. Agar A nuq. tadan izoxora (punktir to'g'ri chiziq) o'tka,zilsa, bu hol) ayniqsa ravshan ko'rinadi. Nimaga shunday bo'ladi.



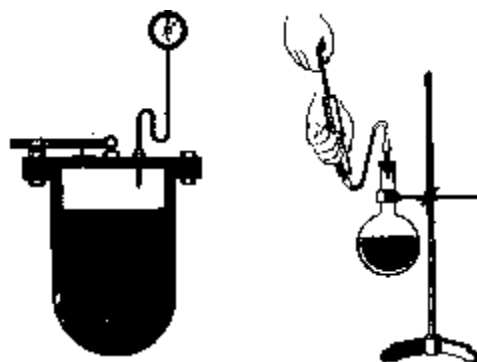
Bug'' bilan suyuqlik yopiq idishda istilganda suyuqlikning bir qismi bug''ga aylanadi. Natijada formulaga asosan bug''ning bosimi harorat ko'tarilishi tufayligina emas, balki bug'' molekularining kontsentratsiyasi (bug''ning zichligi) ortishi tufayli ham ortadi. Bosimning haroratga bog'liq ravishda ortishi asosan molekular kontsentratsiyasining ortishiga bog'liq bo'ladi. Ideal gaz bilan to'yingan bug''

xarakterining asosiy farki shundaki, yopiq idishdagi bug''ning harorati o'zgarganda (yoki o'zgaras harorat sharoitida hajm o'zgarganda) massasi o'zgaradi. Suyuqlik qisman bug''ga aylanadi yoki, aksincha, bug'' qisman kondensatsiyalanadi. Ideal gazda bunday o'zgarishlar bo'lmaydi.

Suyuqlik butunlay bug''ga aylanib bo'lgandan keyin bug'' yana isitilsa, u to'yingan bug'' bo'lmay qoladi va uning bosimi o'zgaras hajm sharoitida absolyut haroratga to'g'ri proporsional ravishda ortadi.

Qaynash. Suyuqlikning harorati ko'tarila borgan sari bug''lanish jadalligi ortadi. Nihoyat, suyuqlik kaynay boshlaydi. Qaynash jarayonida suyuqlikning butun hajmida tez kattalashadi-gan bug'' pufakchalari paydo bo'lib, ular suyuqlik yuziga qalqib chiqadi. Suyuqlik qaynayotganda harorati o'zgarmay turavyeradi. Chunki suyuqlikka byerilayotgan butun energiya suyuqlikni bug''ga aylantirishga sarf bo'ladi. Qanday sharoitda qaynash boshlana-di?

Suyuqlikda hamisha yerigan gazlar bo'ladi, bu gazlar idishning tubi va devorlarida hamda suyuqlik ichida muallak holda yurgan chang zarralarida mayda-mayda pufakchalar tarzida ajraladi. Pufakchalar ichidagi bug''lar (suyuqlik bug''lari) to'yingan bug''lardir. Harorat ko'tarila borgan sari to'yingan bug''ning bosimi ortadi va pufakchalar kattalasha boradi. Itarib chiqaruvchi kuch ta'sirida pufakchalar yukoriga qalkib chiqadi. Agar suyuqlikning yukorigi qatlamlarining harorati pastroq bo'lsa, bu qatlamlarda pufakchalar ichidagi bug'' kondensatsiyalanadi. Bosim tez kamayadi, pufakchalar puchkayib qoladi. Pufakchalar shunchalik tez puchqa-yib koladiki, ularning devorlari bir-biriga urilib portlashga o'xshagan ovoz chiqaradi. Bunday mikroportlashlar birgalikda o'ziga xos shovqin hosil qiladi¹. Suyuqlik etarli daraj



isigach, pufakchalar puchqaymasdan suyuqlik yuziga kalkib chikadi. Suyuqlik kaynay boshlaydi. Plita ustida turgan choynakni diqqat bilan kuzating. qaynash oldidan choynak deyarli shovqinlamay qoladi.

To'yingan bug' bosimining haroratga bog'liq bo'lishi suyuqlikning qaynash harorati suyuqlik yuziga byerilayotgan bosimga nima sababdan bog'lik bo'lishini tushuntirishga imkon byeradi. Pufakchanning ichidagi to'yingan bug' bosimi suyuqlikdagi bosimdan bir oz ortik bo'lganda pufakcha kattalasha oladi; suyuqlikdagi bosim havoning suyuqlik yuziga byerayotgan bosimi (tashqi bosim) bilan suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi yig'indisiga teng.

Pufakchalar ichidagi to'yingan bug' bosimi suyuqlikdagi bosimga tenglashadigan haroratda suyuqlik qaynay boshlaydi.

Tashqi bosim qanchalik katta bo'lsa, suyuqlik shunchalik yuqori haroratda qaynaydi. Masalan, ichidagi bosim $1,6 \cdot 10^6$ Pa bo'lgan bug' qozonida suv 200°S haroratda ham qaynamaydi. Meditsina muassasalarida bo'ladigan gyermetik yopiq idishlarda — avtoklavlarda (31-rasm) ham suv yuqori bosim sharoitida qaynatiladi. SHuning uchun avtoklavlarda suvning qaynash harorati 100°S dan ancha yuqori bo'ladi. Avtoklavlar xirurgiya asboblari, bog'lash matyeriallari va shu kabilarni zararsizlantirish (styerilizatsiya qilish) uchun qo'llaniladi.

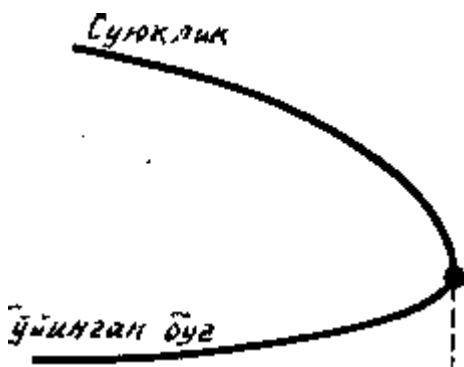
Aksincha, tashqi bosimni kamaytirsak, qaynash harorati past bo'ladi. Kolba ichidan havo va suv bug'larini nasos bilan so'rib olib, suvni uy haroratida qaynatish mumkin rasmda. Toqqa ko'tarilgan sari atmosferaga bosimi kamayadi, shuning uchun qaynash harorati pasayadi. 7134 m balandlikda (Pomir tog'idagi Lenin cho'qqisida) bosim taxminan $4 \cdot 10^4$ Pa (300 mm sim. ust.) ga teng bo'ladi. Bu yerda suv taxminan 70°S da qaynaydi. Bu sharoitda go'sht pishirib bo'lmaydi.

Suyuqliklarning turli haroratda qaynashining sababi ularning to'yingan bug'lari bosimi turlicha bo'lishidadir. To'yingan bug'ning bosimi qanchalik katta bo'lsa, mazkur suyuqlikning qaynash harorati shunchalik past bo'ladi, chunki to'yingan bug'ning bosimi past haroratlarda atmosferaga bosimiga teng bo'lib qoladi. Masalan, 100°S da suvning to'yingan bug'lari bosimi 101 325 Pa (760 mm sim. ust.) ga teng, simob bug'larining bosimi esa atigi 117 Pa (0,88 mm sim. ust.)ga teng. Normal atmosferaga bosimi sharoitida simob 357°S da qaynaydi.

Kritik harorat. Suyuqlikning harorati ko'tarilganda to'yingan bug' bosimi ortadi va shu bilan bir vaqtda bug'ning zichligi ham ortadi. O'z bug'i bilan muvozanatda turgan suyuqlikning zichligi, aksincha, isitilganda kamayadi, chunki isitilganda suyuqlik kengayadi. Agar suyuqlik va uning bug' zichligining haroratga bog'lanish egri chiziqlarini ayni bir rasimga chizsak, suyuqlikka — tegishli egri chiziq pastga, bug'ga tegishli chiziq yukoriga qarab ketadi (rasm).

Kritik harorat deb ataladigan ma'lum bir haroratda ikkala egri chiziq qo'shib ketadi, ya'ni suyuqlikning zichligi bug'ning zichligiga teng bo'lib qoladi.

Suyuqlik bilan uning to'yingan bug'ining fizik xossalari farqi yo'qoladigan harorat kritik harorat deb ataladi. Kritik harorat tushunchasini D. I. Mendelev kiritgan.



Kritik haroratda to'yingan bug'' zichligi va bosimi eng katta bo'ladi, o'zining bug''i bilan muvozanatda turgan suyuqlikning zichligi esa eng kichik bo'ladi. Birinchi forzatsdagi jadvalda ba'zi moddalarning kritik haroratlarining qiymatlari byeril-gan.

Kritik haroratning maxsus ahamiyati shundan iboratki, kritik haroratdan yuqori haroratda hech qanday bosimda gazni suyuqlikka aylantirib bo'lmaydi. Harorati kritik haroratdan past bo'lgan; gaz to'yinmagan bug'' bo'ladi.

1) Nima uchun bosim ortgani sari qaynash harorati ko'tarila boradi?

2) Nima sababdan qaynash uchun pufakchalar ichidagi havoning bosimi-ning ortishi emas, balki pufakchalar ichidagi to'yingan bug'' bosimini ortishi muhim?

3) Idishni sovitish yo'li bilan suyuqlikni qanday qilib qaynatish mumkin? (Bu oddiy savol emas).

Havoning namligi

Suv Yer kurrasi sirtining 70,8 % qismini egallaydi. Tirik mavjudotda 50 dan 99,7% gacha suv bo'ladi. Badiiy qilib aytganda, tirik mavjudot—jonli suvdur. Atmosfyerala tomchi, qor kristallari va suv bug''i ko'rinishida 13—15 ming km³ ga yaqin suv bor. Atmosfyeradagi suv bug''i Yerning ob-havosi va iklimiga ta'sir ko'rsatadi.

Atmosfyeradagi suv bug''i. Okean, dengiz, ko'l va daryolarning yuzi nihoyatda katta bo'lishiga qaramay, havodagi suv bug''i to'yingan bug'' emas. Havoning ko'chib yurishi oqibatida _ ma'lum paytlarda sayyoramizning ba'zi joylarida suvning bug''lanishi kondensatsiyalanishdan ustunlik qiladi, boshqa joylarida esa, aksincha, kondensatsiyalanish bug''lanishdan ustunlik qiladi. Biroq a_{malda} havoda hamisha biror mikdorda suv bug''i bo'ladi.

Havodagi suv bug''ining miqdori, ya'ni havoning namligi bir qator kattaliklar bilan ifodalamadi.

Suv bug''ining partsial bosimi. Atmosfyerda havosi turli xil gazlar bilan suv bug''ining aralashmasidir. Havoda turgan jismlarga havo ko'rsatadigan umumiy bosimga bu gazlardan har biri o'z ulushini qo'shadi. Boshqa gazlar bo'lmagan qolda faqat suv bug''i byerishi mumkin bo'lgan bosim suv bug''ining partsial bosimi deb ataladi. Suv bug''ining partsial bosimi havo namligining ko'rsatkichlaridan biri sifatida qabul kilinadi. Partsial bosim ham bosim birliklarida, ya'ni paskal yoki simob ustunining millimetrlarida ifodalanadi.

Nisbiy namlik. Suv bug''ining partsial bosimiga karab shu sharoitda suv bug''i to'yinish darajasidan kanchalik uzok ekanligi to'g'risida biror fikr aytib bo'lmaydi. Suvning bug''lanish intensivligi va tirik organizmlarning namlik yo'qotishi suv bug''ining xuddi shu to'yinish darajasidan qanchalik uzoq ekanligiga bog'lik. Mana shuning uchun ham ma'lum bir haroratda suv bug''i to'yinish darajasidan qanchalik uzoq ekanligini ko'rsatadigan kattalik kiritiladi, Bu kattalik nisbiy namlik deb ataladi.

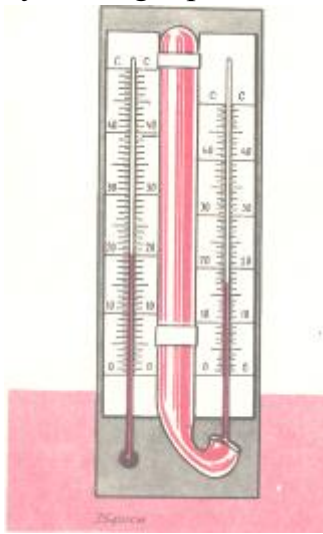
Ma'lum bir xdroratda xavoda bo'lgan suv bug''ining partsial bosimi p ning shu harbratdagi to'yingan bug''ning bosimi p_0 ga nis-batining protsent hisobida olingan qiymati havoning nisbiy namligi φ deb ataladn:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} 100 \%$$

Psixrometr. Havoning namligi maxsus asboblardan biri bo'lgan psixrometr bilan o'lchanadi. Biz ulardan biri bo'lgan psixrometr bilan tanishtiramiz.

Psixrometr ikki tyermometr bilan tuzilgan (rasm). Ulardan birining idishi (rezyervuari) quruk turadi, bu tyermometr havoning haroratini ko'rsatadi. Ikkinchisining idishiga bir uchi suvga botirib qo'yilgan mato o'rangan. Suv bug'lanadi, buning natijasida tyermometr soviydi. Nisbiy namlik qancha katta bo'lsa, bug'lanish shunchalik sekin boradi va holl mato o'rangan tyermometr shunchalik yuqori haroratni ko'rsatadi.

Nisbiy namlik 100 % ga teng bo'lganda suv umuman bug'lanmaydi va ikkala tyermometr bir xil haroratni ko'rsatadi. Ikkala tyermometr ko'rsatishlarining ayirmasiga qarab mahsus jadvallar yordamida havoning namligini aniqlash mumkin.



Namlikning ahamiyati. Kishi tyerisidan namlikning bug'lanish intensivligi havoning namligiga bog'liq. Namlikning bug'lanishi esa tana haroratini doimiy saqlab turishda katta ahamiyatga ega. Kosmik kemalarda inson uchun eng muqobil nisbiy namlik (40—60 %) bir me'yorda saklab turiladi.

Ob-havoni oldindan aytishda namlikni bilish meteorologiyada katta ahamiyatga ega. Garchi atmosferada suv bug'ining miqdori uncha ko'p bo'lmasada (1 % ga yaqin), suv bug'i atmosferada yuz beradigan hodisalarda muhim ahamiyatga ega. Suv bug'ining kondensatsiyalanishi oqibatida bulut hosil bo'ladi va keyin yog'in yog'adi.

Bunda ko'p miqdorda issiqlik chiqadi. Suv bug'langanda esa, aksincha, issiqlik yutiladi.

To'qimachilik, shakarpazlik va boshqa ishlab chiqarish korxonalarida ishlab chikarish jarayoni normal borishi uchun ham havoning namligi ma'lum bir me'yorda bo'lishi kerak.

San'at asarlari va kitoblarni saklashda ham havoning namligini ma'lum darajada tutib turish talab etiladi. SHuning uchun muzeylarda devorga psixrometrlar osib qo'yiladi.

Atmosferadagi suv bug'ining absolyut miqdorini emas, balki nisbiy miqdorini bilish muhimdir. Nisbiy namlik psixrometr bilan o'lchanadi.

- 1) Havoning nisbiy namligiga ta'rif byering.
- 2) Psixrometr tyermometrlarining ko'rsatishlari farqi faqat nisbiy namlik bilan aniqlanadimi yoki bundan tashqari asbobning tuzilishiga ham bog'liqmi?

Savol

1. *Sirt taranglik nima?*
2. *Sirt taranglik kuchi nima?*
3. *Ho`llash deganda nimani tushunasiz?*
4. *Kapillyarlik nima?*
5. *Kapillyar hodisa deb nimaga aytiladi?*
6. *Bug`lanish nima?*
7. *To`yingan bug` qanday hosil bo`ladi?*
8. *To`yinmagan bug` nima?*
9. *Qaynash qanday jarayon?*
10. *Havoning namligi deganda nimani tushunasiz?*
11. *Nisbiy namlik degandachi?*
12. *Psixometr qanday vazifani bajaradi?*

18 –Dars.

Mavzu: Qattiq jismlarning tuzilishi. Amorf va kristall jismlar. Qattiq jismlarning mexanik xossalari: elastiklik, plastiklik, mo`rtlik va cho`zilish diagrammasi.

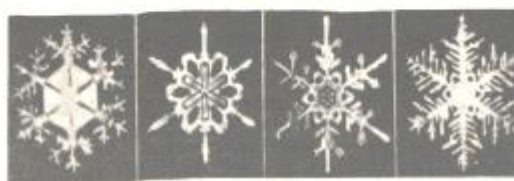
Reja:

1. **Qattiq jismlarning tuzilishi.**
2. **Amorf va kristall jismlar.**
3. **Qattiq jismlarning mexanik xossalari**

Biz qattiq jismning — Yer sharining sirtida, qattiq jism-lardan yasalgan inshootlarda — uylarda yashaymiz. Bizning tanamiz garchi taxminan 65 % suvdan iborat bo`lsa ham (miyada — 80 % suv) kattiq jismdir. Mehnat qurollari, mashinalar ham qattiq jismlardan yasalgan. Qattiq jismlarning xossalarini bilish hayotiy zaruratdir

Qattiq jismlar suyuqliklarga o`xshab, hajminigina emas, shaklini ham yo`qotmaydi. Qattiq jismlar asosan kristall holatda bo`ladi. Bu nima degani?

Kristallar — atom yoki molekulari fazoda aniq, tartibli vaziyatlarni egallaydigan qattik, jismlardir, shuning uchun kristallar yassi sirtga ega bo'ladi. Masalan, oddiy osh tuzi donasining yoqlari tekis bo'lib, ular o'zaro to'g'ri burchak hosil qiladi (rasm). Buni lupa orqali osh tuzi donasiga qarab payqash mumkin. Kor uchqunining shakli naqadar muntazam ekanini aytmaysizmi. Unda ham kristall qattiq jism bo'lmish muzning geometrik muntazam ichki tuzilishi o'z ifodasini topgan (rasm).



Kristallar anizotropiyasi. Lekin kristall tashqi shaklining muntazamligi uning tartibli tuzilishining birdanbir va eng asosiy natijasi emas. Eng asosiysi shundaki, kristallning fizik xossalari unda tanlab olingan yo'nalishga bog'lik, Avvalo mexanik mustahkamlikning turli yo'nalishlarda turlicha ekanligi ko'zga tashlanadi. Masalan, slyuda parchasi bir yo'nalishda yupqa plastinkalarga osongina ajraladi (rasm).

Lekin uni plastinkalarga pyerpendikulyar yo'nalishda ajratish ancha qiyin. Grafit kristali ham ma'lum bir yo'nalishda osongina qatlamlarga ajraladi.

Siz qalam bilan yozganingizda grafit muttasil ravishda qatlamlarga ajraladi va yupqa grafit qatlamlari kog'ozda koladi.

Chunki grafitning kristall panjarasi katlam-qatlam strukturalidir. Qatlamlar uglyerod atomlaridan iborat qator parallel yassi to'rlardan hosil bo'lgan (rasm). Atomlar muntazam oltiburchaklar-ning uchlarida joylashgan. Qatlamlar oralig'i qiyosan ancha olis: oltiburchak tomonining uzunligidan deyarli ikki marta katta.



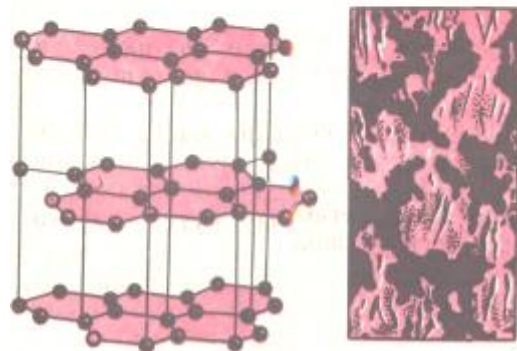
Shuning uchun qatlamlar orasidagi bog'lanish U^aarning ichidagi bog'lanishlardan kuchsiz-roq.

Ko'p kristallar issiqlik va elektr tokini turli yo'nalishlarda turlicha o'tkazadi- Kristallarning optik xossalari ham kristallda olingan yo'nalishga bog'liq. Masalan, kvarts kristali unga tushayotgan nurlarning yo'nalishiga qarab yorug'likni turlicha sindiradi.

Kristallning fyaik xossalarining uning ichida olingan yo'nalishlarga bog'liqligi anizotropiya deb ataladi. Kristall jismlar hammasi anizotrop jismlardir.

Monokristallar va polikristallar. Metallar kristall tuzilishiga ega. Xozirgi vaqtda mehnat qurollari, turli mashina va mexanizmlar yasash uchun ayni metallar ko'prok ishlatiladi.

Agar kattaroq metall parchasi olinsa, birinchi qarashda uning kristall tuzilishi parchaning na tashqi fizik xossalarida namoyon bo'lmaydi. Odatdagi holatda metallarning anizotropligi bilinmaydi.



Bu yerda gap shundaki, odatda metall bir-biri bilan jipslashib ketgan g'oyat ko'p mayda kristallchalardan iborat bo'ladi. Kristallchalarni, ayniqsa metallning yangi singan joyidagi kristallchalarni mikroskop yoki lupa orqali qarab ko'rish qiyin emas (39-rasm). Har bir kristallchaning xossalari turli yo'nalishlar bo'yicha turlichadir, lekin kristallchalar bir-biriga nisbatan tartibsiz joylashgan. Natijada ayrim kristallchalar hajmidan ancha katta bo'lgan hajmda metallar ichida olingan yo'nalishlarning hammasining ahamiyati bir xil va metallarning xossalari barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil bo'ladi.

Juda kup mayda kristallchalardan tuzilgan qattik, jism polikristall deb ataladi. Yakka-yakka kristallar monokristall deb ataladi.

Juda ehtiyotlik bilan ish ko'rib, o'lchamlari katta bo'lgan metall kristall, ya'ni monokristall hosil qilish mumkin. Odatdagi sharoitlarda polikristall jism endigina o'sa boshla-gan ko'p kristallarning bir-biriga „tegib bir butun jismga aylanguncha o'sishi natijasida hosil bo'ladi.

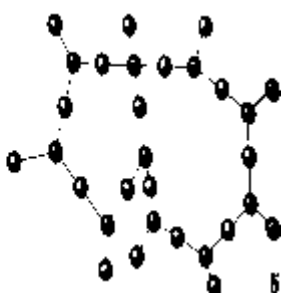
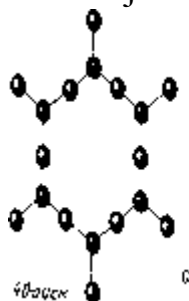
Polikristall jismlar jumlasiga faqat metallargina kirmaydi. Masalan, bir chaqmoq qand ham polikristall tuzilish (struktura)ga ega.

Kristall jismlarning aksariyati polikristallardir, chunki ular o'sib bir-biriga kirib ketgan kristallar to'plamidan iborat. Yakka-yakka kristallar — monokristallar muntazam geometrik shaklga ega va turli yo'nalishlar bo'yicha ularning xossalari turlichadir (anizotropiya).

Amorf jismlar

Qattiq jismlarning hammasi ham kristall bo'lavermaydi. Lab amorf jismlar mavjud. Ular kristallardan nimasi bilan farq qiladi?

Amorf jismlarning atomlari qat'iy tartib bilan joylashgan emas. Amorf jismlarda faqat qo'shni atomlarga deyarli bir tartibda joylashadi. Kristallardagi kabi strukturaning ayni bir elementi hamma yo'nalishlar bo'ylab qat'iy takrorlanishi amorf jismlarda kuzatilmaydi.



Ko'p hollarda ayni bir modda kristall holatda ham, amorf holatda ham bo'la oladi. Masalan, SiO_2 kvarts kristall holatida ham, amorf holatda ham uchraydi (qumtuproq). Kvartsning kristall shaklini muntazam oltiburchaklardan tuzilgan panjara ko'rinishida sxematik tasavvur etish mumkin (a-rasm). Kvartsning amorf strukturasi, ham panjara ko'rinishida bo'ladi-yu, lekin shakli muntazam emas. Unda oltiburchaklar bilan birga beshburchaklar va ettiburchaklar ham uchraydi (b-rasm).

Amorf jismlarning xossalari. Hamma amorf jismlar izot-roppdir, ya'ni ularning fizik xossalari hamma yo'nalishlar bo'yicha bir xil bo'ladi. Amorf jismlar jumlasiga shisha, ko'pchilik plastmassalar, smola, kanifol, obakidandon va boshqalar kiradi.

Tashqi ta'sir ostida amorf jismlar ayni bir vaqtda ham qattiq jismlardek elastik, ham suyukliklardek oquvchan bo'ladi. Qisqa vaqtli ta'sir (zarb) ostida amorf jism o'zini xuddi qattiq jismdek tutadi, qattiq zarbdan u parchalanib ketadi. Lekin kuchlar uzoq vaqt ta'sir etganida amorf jismlar okadi. Agar sabr kilsangiz buni o'zingiz ko'rib ishonishingiz mumkin. Qattiq sirt yuzida yotgan smola parchasini kuzating.

Asta-sekin smola sirt yuzida yoyiladi, harorat qancha yuqori bo'lsa, smola, shunchalik tez yoyiladi.

Amorf jismlarning atom yoki molekulalari, euyuklik mole-kulariga o'xshab, ma'lum «o'troq umr» vaqtiga — muvozanat vaziyati atrofida tebranish vaqtiga ega. Lekin amorf jismlar-da bu vaqt suyuqlik molekulalarinikiga nisbatan juda katta. Masalan, mumning $t=20^{\circ}\text{S}$ dagi «o'troq umr» 0,1 s. Bu jihatdan amorf jismlar kristall jismlarga yaqin, chunki atomlar bir muvozanat vaziyatidan boshqasiga ahyon-ahyon o'tadi.

Past haroratlarda amorf jismlarning Xossalari qattiq jismlarnikiga o'xshab ketadi. Bu holda ular deyarli oqmaydi, lekin harorat ko'tarilgani sari amorf jismlar asta-sekin yumshab, ularning xossalari borgan sayin suyuqliklarning xossalariga yaqinlasha boradi. Chunki harorat ko'tarila borishi bilan atomlar bir muvozanat vaziyatdan boshqasiga tez-tez sakrab o'tadigan bo'la boradi. Amorf jismlar kristall jism-lardan farqli o'laroq, anik, yerish haroratiga ega emas.

Qattiq jism fizikasi. Insoniyat qattiq jismlarni azaldan ishlatib keladi va kelgusida ham ishlatavyeradi. Agar ilgarilari qattiq jism fizikasi bevosita tajribaga asoslangai texnologiya orqasidan etib ulgurolmay kelgan bo'lsa, endilikda axvol o'zgardi. Nazariy tadqiqotlar natijasida xossalari mutlaqo odatdan tashqari bo'lgan qattiq jismlar bunyod etildiki, bu jismlarni «sinash va xato qilish» usuli bilan yaratib bo'lmas edi. Keyinchalik o'rganiladigan tranzistorlar kabi qurilmalarning yaratilishi qattiq jismlar strukturasi tushunish butun radiotexnikada katta-katta o'zgarishlar qilishga olib kelganining yorqin misolidir.

Mexanik xossalari, magnit xossalari, elektr va boshqa xossalari oldindan ma'lum bo'lgan matyeriallar yaratish zamonaviy qattiq jismlar fizikasining asosiy yo'nalishlaridan biridir. Hozirgi vaqtda dunyoda bor fiziklarning taxminan yarmi qattiq jism fizikasi sohasida ishlaydi.

Amorf jismlar kristall qattiq jismlar bilan suyuqliklar orasida turadi. Ular nng atomlari yoki molekulalari nisbatan tartib bilan joylashadi. Qattiq jismlar (kristall va amorf jismlar) tuzilishi (strukturasi)ni tushunish kyerakli xossali matyeriallar yaratishga imkon byeradi.

Qattik jismlarning mexanik xossalari.

Uy qurilgan matyeriallarining mexanik xossalarini bilmasdan turib ham shu uyda istiqomat qilish,, mumkin. Biroq. ishonchli uylar, ko'priklar, stanoklar, turli t;uman mashinalar qurish uchun. ishlatiladigan matyeriallarining: beton, po'lat, temir beton, yog'och, plastmassa va shunga o'xshashlarning xossalarini bilish kyerak.

Turli xil matyeriallarining mexanik xossalari to'g'risida tajribadan ma'lumot olinadi.

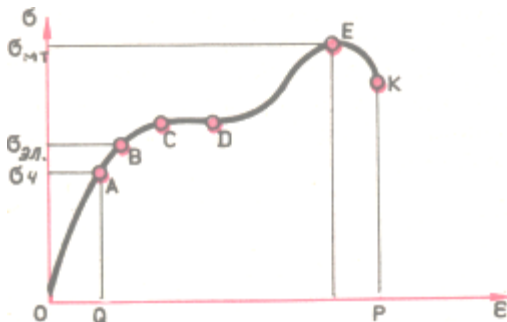
Cho'zilish diagrammasi. Qattiq jismning mexanik xossalari-ni cho'zilish deformatsiyasini tekshirish misolida ko'rib chikamiz. Biroq bundan oldin deformatsiyalangan jismning holatini ifodalaydigan kattalik — mexanik kuchlanish tushunchasini kiritamiz.

Deformatsiyalangan jismning xar qanday kesimida jismning qismlarga ajralishiga qarshilik qiladigan elastiklik kuchlari ta'sir etadi (rasm). Quchlanish deb, aniqrog'i mexanik kuchlannsh deb elastiklik kuchi moduli F ning jismning ko'ndalaig kesimi yuei S ga nisbatiga teng miqdorga aytiladi:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

SI da kuchlanish birligi qilib xuddi bosimnikidek $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ olinadi.

Styerjen sitsilganda kuchlanish gaz va sujkliklardagi bosimga o'xshaydi. Cho'zilish deformatsiyasni tekshirish uchun styerjen maxsus moslamalar yordamida cho'ziladi, so'ngra uning uzayishi va unda yuzaga kelgan kuchlanish o'lchanadi. Tajriba natijalariga qarab kuchlanish aning nisbiy uzayish k bog'lanish grafigi chiziladi, bu chiziq cho'zilish diagrammasi deb ataladi (rasm).



Guk qonuni. Tajribaping ko'rsatishicha, kichik deformatsiyalarda kuchlanish nisbiy o'zayish ε ga to'g'ri proporsional bo'ladi (E diagrammaning OA qismi). **Guk qonuni** deb ataladigan bu bog'lanish bunday yoziladi:

$$\sigma = E|\varepsilon|$$

formulada ε nisbiy uzayishning moduli olingan, chunki Guk qonuni cho'zilish deformatsiyasi uchun ham, $\varepsilon < 0$ bo'ladigan siqilish deformatsiyasi uchun ham birday o'rindir.

Guk qonunining ifodasida qatnashadigan proporsionallik koeffitsenti E elastiklik modeli yoki Yung moduli deb ataladi. Deformatsiyalar kichik bo'lganda σ kuchlanish va ε nisbiy uzayishni o'lchab, Yung moduli formuladan aniqlanadi.

Ko'p ishlatiladigan matyeriallarnpng ko'pchiligi uchun Yung moduli tajribada aniqlangan. Masalan, xromnikel po'lat uchun $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$, alyuminiy uchun esa $E = 7 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$. E qanchalik katta bo'lsa, boshqa parametrlar (F , S , l_0) bir xil bo'lganda styerjen shunchalik kam deformatsiyalanadi. YUng moduli matyerialning elastik cho'zilish (sikilish) deformatsiyasiga qarshilik ko'rsatish krbiliyatini ifodalaydi.

Formula shaklida yozilgan Guk qonunini osongina IX sinf fizikastsdan ma'lum bo'lgan ko'rinishga kelgiris mumkin.

Darhaqnqat formulaga $\sigma = \frac{F}{S}$ va $\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l_0}$ ifodalarni qo'ysak,

$$\frac{F}{S} = \frac{|\Delta l|}{l_0} E$$

bo'ladi. Bundan

$$F = \frac{SE}{l_0} |\Delta l|$$

$\frac{SE}{l_0} = k$ deb belgilasak,

$$F = k |\Delta l|$$

Shunday qilib, styerjenning bikrligi k Yung moduli bilan styerjen ko'ndalang kesimi yuzining ko'paytmasiga to'g'ri propor-tsional va styerjenning uzunligiga teskari proporsional.

Proportsionallik va elastiklik chegaralari. Guk qonuni uncha katta bo'lmagan deformatsiyalarda, binobarin biror qiymatdan katta bo'lmagan kuchlanishlarda to'g'ri bo'lishini biz oldin aytib o'tdik. Guk qonuni hali to'g'ri bo'ladigan holdagi eng katta kuchlanish σ_n proportsionallik chegarasi deb ataladi.

Agar kuch yanada orttira borilsa, deformatsiya chiziqli bo'lmay qoladi, ya'ni kuchlanish nisbiy uzayishga to'g'ri proportsional bo'lmay qoladi. Shunga qaramasdan, chiziqli bo'lmagan kichikroq deformatsiyalarda kuch ta'siri to'xtatilgandan so'ng jismning shakli va o'lchamlari o'z holiga keladi (diagrammaning AB qismi). Xali sezilarli qoldiq deformatsiyalar paydo bo'lmaydigan holdagi eng katta kuchlanish σ_{el} elastik chegarasi deb ataladi (nisbiy qoldiq deformatsiya 0,1 % dan ortmaydi). Elastiklik chegarasi proportsionallik chegarasidan protsentning atigi yuzdan bir ulushlari qadar ortiq.

Mustahkamlik chegarasi. Agar tashqi kuch jismdagi kuchlanish elastiklik chegarasidan ortik bo'ladigan mikdorda bo'lsa, u hol-da kuch ta'siri to'xtatilgandan keyin namuna garchi qisqarsa ham, oldingi o'lchamlarini tiklay olmaydi, deformatsiyalanga-nicha qoladi.

Tashqi kuch orttira borilgani sari deformatsiya tobora tezroq ortadi. Quchlanishning diagrammadagi S nuqtaga mos keladigan biror qiymatida tashqi kuch orttirilmaganda ham uzayish ortavyeradi. Bu hodisa matyerialning oquvchanligi deb ataladi (SO kism). Bu holda diagrammada egri chizik deyarli gorizontal bo'lib ketadi.

Keyin, deformatsiya ortishi bilan kuchlanishlar egri chizig'i bir oz ko'tarila borib, E nuqtada maksimumga yerishadi. So'ngra kuchlanish tez kamayadi va namuna buziladi (grafikdagi /Snuqta). SHunday qilib, kuchlanish mustahkamlik chegarasi deb ataladigan eng katta a_{must} qiymatga etgandan keyin namuna uziladi (tashqi kuch orttirilmasa hzm namuna uzilguncha cho'ziladi). Bu kattalik namunaning matyerialiga va unga qanday ishlov byerilganligiga bog'liq.

Agar inshoot va kostruktsiyani ishlatishda paydo bo'ladigan kuchlanishlar mustahkamlik chegarasidan bir necha marta kichik bo'lsa, inshoot yoki konstruktsiya ishonchli bo'ladi.

Qattiq jismning cho'zilishini (siqilishini) tadqiq etish Guk qonunidagi bikrlilik koeffitsenti nimaga bog'liq ekanini ; aniklashga imkon byeradi. Ekspymental ravishda olingan cho'zi-lish diagrammax:i matyerialning mexanik xossalari to'g'risida ancha to'liq ma'lumot byeradi va uning mustahkamligini baho-lashga imkon byeradi.

Savol.

1. *Hamma kristall jismlar ham anizotrop bo'ladimi?*
2. *Yog'och anizotropdir. U kristall jismlar jumlasiga kiradimi?*

3. Kitobda hali tilga olinmagan monokristall va polikristall jismlarga misollar keltiring.

4. Kristall jismlar amorf jismlardan nimasi bilan farq qiladi?

5. Amorf jismlarga misollar keltiring.

6. Agar shisha amorf jism bo'lmay, kristall bo'lsa, shisha puflovchilar kasbi paydo bo'ladimi?

7. Qattiq jismdagi kuchlanish bilan suyuqlikdagi bosim o'rtasida qanday o'xshashlik va qanday farq bor?

8. Guk qonunidagi bikrlilik koeffitsien-ti nimaga bog'liq?

9. Mustahkamlik chegarasi nima?

19 –Dars.

Mavzu: Qattiq jismlarning issiqliqdan kengayishi. Qattiq jismning erishi va qotishi.

Reja:

1. Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishi.
2. Qattiq jismning yerishi.
3. Solishtirma yerish issiqligi.
4. Qattiq jismlarning qotishi.
5. Sublimatsiya.

Issiqlikdan kengayish. Qizitilgan jism o'lchamlarining kattalashuvi, sovutilganining esa kichiklashuvi kundalik hayotdan ma'lum. Temperaturaning ko'tarilishi natijasida jism chiziqli o'lchamlarining va hajmining ortishi issiqlikdan kengayish deyiladi.

Issiqlikdan kengayishning sababi. Temperatura ortishi bilan atomlarning to'la energiyasi ortadi, demak issiqlik tebranma harakat amplitudasi ortadi. Natijada qattiq jism zarralarining muvozanat holatlari orasidagi o'rtacha masofa kattalashadi, ya'ni issiqlikdan kengayish ro'y beradi.

Chiziqli kengayish. Bizga T_0 temperaturali va l_0 uzunlikdagi qattiq jism berilgan bo'lsin. Uni bir o'lchamli, ya'ni ko'ndalang kesim yuzasi uzunligiga nisbatan e'tiborga olmaydigan darajada kichik deb olamiz. Jismni T temperaturagacha, ya'ni $\Delta T = T - T_0$ temperaturagacha isitaylik. Natijada uning uzunligi l gacha, ya'ni $\Delta l = l - l_0$ gacha ortadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, qizigan jismning uzunligi temperatura o'zgarishiga chiziqli bog'liq.

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta T),$$

bu yerda α chiziqli kengayishning temperatura koeffitsienti deyiladi. Agar (59.1) dan α ni aniqlasak,

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l}{\Delta T}$$

ni topamiz. Demak, α jismning nisbiy chiziqli kengayishi $\frac{\Delta l}{l_0}$ ning temperatura o'zgarishi ΔT ga nisbati bilan aniqlanadi. Boshqacha aytganda, jismning temperaturasi 1 K ga o'zgarganda uning uzunligi dastlabki uzunligining qancha qismiga o'zgarganini ko'rsatadi:

$$[\alpha] = \frac{1}{[\Delta T]} \frac{[\Delta l]}{l} = \frac{1\text{m}}{\text{K} \cdot \text{m}} = 1\text{K}^{-1}$$

Demak, SI da $[\alpha] = 1\text{K}^{-1}$ bo'lib, amalda juda ko'p moddalar uchun uning qiymati temperaturaga bog'liq bo'lmaydi.

**Ba'zi moddalar uchun 273 K da chiziqli kengayishning
temperatura koeffitsienti**

Moddalar	$\alpha, 10^6 \text{ K}^{-1}$	Moddalar	$\alpha, 10^6 \text{ K}^{-1}$
Alyuminiy	24	Qo'rg'oshin	29
Volfram	4	Shisha:	
Yog'och:		oddiy	10
tola bo'ylab	6	kvars	0,7
ko'ndalang	30	Superinvar (temir, nikel, xrom qotishmasi)	0,03
Temir	12	Rux	30
Invar (temir va nikel) qotishmasi)	0,9	Chinni	3
Jez	18		
Mis	17		

Hajmiy kengayish. V_0 hajm T_0 temperaturali jismni T temperaturagacha, ya'ni $\Delta T = T - T_0$ temperaturagacha qizdiraylik. Natijada jismning hajmi V gacha, ya'ni $\Delta V = V - V_0$ ga ortadi.

Qizigan jismning hajmi temperatura o'zgarishiga chiziqli bog'liq:

$$V = V_0(1 + \beta \cdot \Delta T),$$

bu yerda β — hajmiy kengayishning temperatura koeffitsienti deyiladi. Agar () dan β ni topsak,

$$\beta = \frac{1}{\Delta T} \frac{\Delta V}{V_0}$$

ni olamiz. Demak, β jism hajmining nisbiy kengayishi $\frac{\Delta V}{V_0}$ ning temperatura o'zgarishi ΔT ga nisbati bilan aniqlanadi. Boshqacha aytganda, jismning temperaturasi 1 K ga o'zgarganda uning hajmi dastlabki hajmining qancha qismiga o'zgarganini ko'rsatadi.

Agar $V = l^3$ ekanligini e'tiborga olsak, chiziqli va hajmiy kengayishlarning temperatura koeffitsientlari orasida

$$\beta = 3\alpha$$

munosabat mavjudligini topish mumkin.

Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi. Suyuqlik qizdirilganda molekulalarning betartib harakat o'rtacha kinetik energiyasi ortadi. Bu esa molekulalar orasidagi masofaning ortishiga olib keladi. Natijada suyuqlikning hajmi ortadi. Qattiq jismlarniki kabi suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi ham hajmiy kengayishning temperatura koeffitsienti bilan tavsiflanadi. Qizdirilgan suyuqlikning hajmi ifoda bilan aniqlanadi.

**Ba'zi suyuqliklar uchun 273 K da hajmiy kengayishning
temperatura koeffitsienti**

Modda	$\beta, 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
Simob	0,54
Kerosin	3,0
Spirt	3,3
Efir	1,7

Qizdirilgan suyuqlikning zichligi. Ma'lumki, zichlik $\rho = \frac{m}{V}$ ifoda yordamida aniqlanadi. Demak, qizdirilgan suyuqlikning hajmi ortsa, uning zichligi kamayishi kerak.

Zichlik o'zgarishining temperaturaga bog'liqligini aniqlash uchun T_0 va T temperaturalardagi suyuqlik zichliklarini ρ_0 va ρ bilan belgilaymiz hamda yordamida olamiz, bunda $V = \frac{m}{\rho}$ ligidan foydalanamiz:

$$\frac{m}{\rho} = \frac{m}{\rho_0}(1 + \beta \cdot \Delta T)$$

yoki

$$\rho = \frac{\rho_0}{(1 + \beta \cdot \Delta T)}.$$

Issiqlikdan kengayishni texnikada va turmushda e'tiborga olish. Har qanday asbob-uskuna, mashinalarni yasashda ular tayyorlanadigan materiallarning issiqlikdan kengayishi hisobga olinadi. Misol uchun elektr qurilmalarida turli xil metallar yoki metall va shishalarning kavsharlanishiga zarurat bo'lsa, unda chiziqli kengayish temperatura koeffitsientlari bir-biriga yaqin bo'lganlarinigina tanlash zarur. Aks holda qizish yoki sovish natijasida mexanik kuchlanish vujudga kelib, asbobni ishdan chiqarishi mumkin.

Ko'plab mashina va mexanizmlarning issiqlikdan kengayishi maqsadga muvofiq bo'lmagan qismlari invordan yasaladi. Ko'rsatishi temperaturaga bog'liq bo'lmasligi uchun soat mayatniklari, geodeziya uzunlik o'lchov asboblari invordan yasaladi.

Quvur yo'llarini qurishda ma'lum masofada bukri qismlar qilinadi. Bu qismlar quvurlarni isishda yoki sovishda uzunligi o'zgarishi natijasida buzilishdan saqlaydi.

Elektr uzatish simlarining osiltirib qo'yilishida ham o'tkazgich materialining issiqlikdan kengayishi hisobga olinadi. Elektr yordamida yuruvchi transport vositalarining o'tkazgichlari yuklar yordamida tortib qo'yiladi va hokazolar.

Texnikada suyuqliklarning ham issiqlikdan kengayishini hisobga olish zarur. Yopiq idishda saqlanadigan suyuqlik qizdirilganda portlab ketishi mumkin. Shuning uchun ham turli idishlar suyuqliklar bilan to'ldirilganda yoki juda qattiq yopilmaydi yoki suyuqlik hajmining ortishi hisobga olinib, bo'shliq qoldiriladi.

Suv zichligining temperaturaga bog'liqligi. ifodadan ko'rinib turibdiki, temperatura ortishi bilan suyuqliklarning zichligi kamayadi. Lekin suv bundan mustasno.

Tajribalarning ko'rsatishicha, suv o'zining eng katta zichligiga 4°C da erishadi. Bunga sabab muz kristall panjarasining o'ziga xos xususiyatga ega ekanligidir. Agar suyuq holatda H_2O molekulalari bir-biriga jips joylashsa, kristallanishda molekulalar orasidagi masofa ortadi va muz kristali molekulalari orasida bo'shliq vujudga keladi. Natijada muz holatidagi suvning hajmi ortadi.

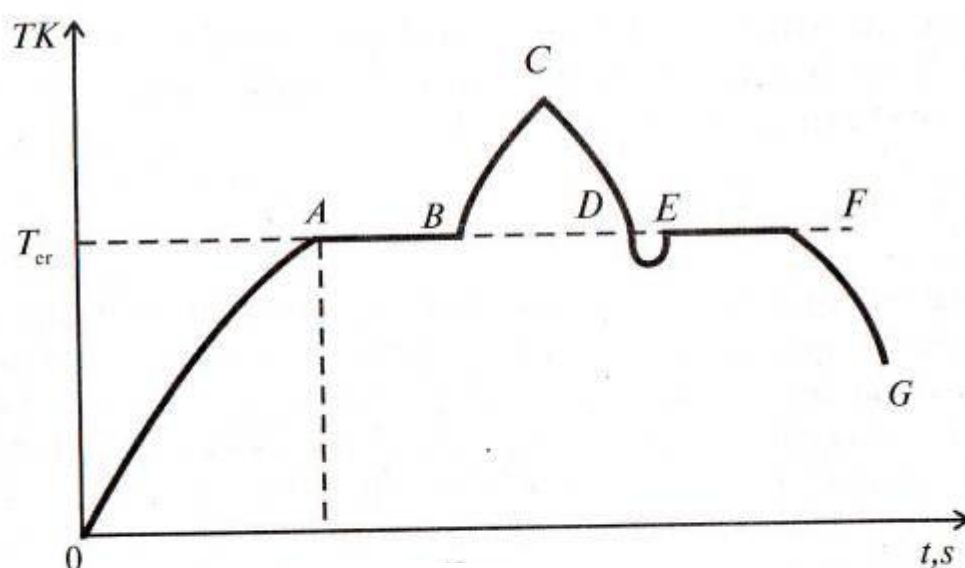
Suvning zichligi 4°S da eng katta qiymatiga erishadi va muzdagidan ham katta bo'ladi. Shuning uchun ham muz suvda suzib yuradi. Temperatura 4°S dan ko'tarilganda ham, pasayganda ham suyuqlikning zichligi kamayadi va, demak, hajmi ortadi.

Suv zichligi o'zgarishining tabiatga ta'siri. Yer shari sirtining 70 %ini suv qoplab turgani uchun ham, uning issiqlikdan kengayishining o'ziga xos xususiyati ob-havoga katta ta'sir ko'rsatadi. Bunga suv havzalarida turli temperaturali suv qatlamlarining tinimsiz o'rin almashinuvi yaqqol misol bo'ladi. Suvning temperaturasi 4°C ga yetguncha issiqroq suvning zichligi sovuqroq suvning zichligiga nisbatan kichikroq bo'ladi va shuning uchun ham issiqroq suv yuqoriga ko'tarilib, sovuqrog'i pastga tushadi.

Temperaturaning 0 dan 4°C gacha bo'lgan oralig'ida esa teskari hol ro'y beradi. Endi yuqoriroq temperaturali suv pastga tushadi, sovuqrog'i esa yuqoriga ko'tarilib, yanada soviydi va muzlaydi. Shu sababli suv havzalarining yuqori qatlami muzlab, quyi qatlamlari muzlamaydi. Natijada suv havzasi tubigacha muzlamay, undagi baliqlar va boshqa jonzorlar hayoti saqlanib qoladi.

Suvning muzlaganda kengayishi va uning oqibatlari. Yuqorida qayd etilganidek, suv muzlaganda uning molekulalari orasidagi masofa va, demak, muz holatidagi suvning hajmi ham ortadi. Bu hol tog'jinslarining yemirilishiga olib keladi. Jins qatlamlari orasiga kirib qolgan suv muzlaydi va hajmi ortib, qatlamlarni yemiradi. Shuningdek, suv solingan idishlar ham uning muzlashi natijasida yorilishi yoki sinishi mumkin. Buning oldini olish uchun turli usullardan foydalaniladi. Masalan, avtomobillarning sovitkichlariga suv o'rniga ancha past temperaturalarda ham muzlamaydigan boshqa suyuqliklardan foydalaniladi.

Qattiq jismlarning erishi. Yuqorida qayd etilganidek, molekullarning o'zaro ta'sir potensial energiyasining eng kichik qiymati $E_{p \min}$ molekullarning issiqlik betartib harakat kinetik energiyasining o'rtacha qiymati $\langle E_k \rangle$ dan katta bo'lsa ($E_{p \min} \gg \langle E_k \rangle$), modda qattiq holatda bo'ladi. Qattiq jism qizitilgan sari molekullarning (atomlarning) kinetik energiyalari ortadi va tebranish amplitudasi panjara doimiysiga tenglashib, panjaraning buzilishiga olib keladi. Haroratning yanada ortishi natijasida **qattiq jismning erishi**, ya'ni moddaning qattiq holatdan **suyuq holatga o'tishi ro'y beradi**. Erish jarayoni izotermik bo'lib, olingan issiqlik miqdori kristall panjaralarning buzilishiga sarflanadi. Modda to'la erigandan so'nggina suyuqlikning harorati ko'tariladi. 86- rasmda erish diagrammasi ko'rsatilgan. OA soha moddaning T_{er} gacha qizishini ko'rsatsa, AB soha erish jarayoniga mos keladi. B nuqtada modda suyuq holatga o'tib, BC soha suyuqlik



haroratining ortishini ko'rsatadi. Erish harorati (T_{er}) har bir moddaning tabiatiga bog'liq bo'lishi bilan birga, ko'pchilik moddalar uchun bosim ortishi bilan ortadi.

Erishda moddalarning zichliklari kamayadi (vismut va muz bundan istisno), lekin ichki energiyasi ortadi.

Solishtirma erish issiqligi. *Erish haroratidagi 1 kg moddani qattiq holatdan suyuq holatga o'tkazish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdoriga solishtirma erish issiqligi deyiladi.*

Ya'ni

$$\lambda = \frac{Q}{m},$$

yoki

$$Q = \lambda m.$$

SI da solishtirma erish issiqligining birligi:

$$[\lambda] = \frac{[Q]}{[m]} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}.$$

Qotish. Agar suyuqlikni qizitish to'xtatilsa u soviy boshlaydi (CD soha) va qattiq holatga o'tadi (EF soha). Bu jarayon ham izotermik bo'lib, issiqlik miqdorining ajralishi bilan ro'y beradi. Qattiq jismning erishi uchun qancha issiqlik miqdori sarflangan bo'lsa, qotganida ham shuncha issiqlik miqdori ajraladi. Bosim bir xil bo'lganda erish T_{er} va qotish T_k harorati ham teng bo'ladi. Kristallanish jarayoni tugagandan keyin (F nuqta) qattiq jism haroratining pasayishi ro'y beradi.

Qotish jarayoni boshlanishi uchun suyuqlik tarkibida biror zarracha (kristallanish markazi) bo'lgani ma'qul. Aks holda o'ta sovutilgan suyuqlik (kristallanish haroratidan past haroratli suyuqlik) hosil bo'ladi. (DE soha). Ammo bu holat noturg'un bo'lib, tezda kristallanish markazlari vujudga keladi va suyuqlik qattiq holatga o'tadi.

Sublimatsiya. Qattiq jismlarning bug'lanishiga, ya'ni suyuq holatga o'tmasdan gaz holatiga o'tishiga sublimatsiya (vozgonka) deyiladi. Bu hol naftalin, yod, kamfora, quruq muz kabi moddalarda kuchli ro'y beradi.

Sublimatsiyaga teskari jarayonga desublimatsiya deyiladi.

Savol:

1. Issiqlikdan kengayish deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlikdan kengayishning sababi nima?
3. Qattiq jism qizitilganda qanday o'zgarish bo'ladi?
4. Yerish deb nimaga aytiladi?
5. Solishtirma issiqligi nima?
6. Solishtirma yerish issiqligining SI dagi birligi qanday?
7. Qotish qanday jarayon?
8. Sublimatsiya nima?

21–Dars.

Mavzu: Termodinamikaning I qonuni. Termodinamika I qonunini izojarayonlarga tadbegi. Adiabatik jarayon.

Reja:

- 1. Termodinamikaning I qonuni.**
- 2. Termodinamikaning I qonunini izojarayonlarga tadbegi.**
- 3. Adiabatik jarayon**

Termodinamika energiyaning saqlanish qonuni kashf etil-gandan keyin, XIX asrning o`rtalarida yaratildi. Termodinamika ichki energiya tushunchasiga asoslanadi. Biz o`rganishni shu tushunchadan boshlaymiz. Dastavval termodinamika bilan mole kulyar kinetik nazariya o`rtasida qanday aloqa bor ekanligi to`g`risida suz yuritamiz.

Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamikaning birinchi qonuni — issiklik hodisalariga joriy etilgan energiyasining saqlanish qonunidir. Bu qonuni ichki energiyaning qanday sabablardan o`zgarishini ko`rsatadi. Bu ulug` qonun juda soddadir.

Energiyaning saqlanish qonuni. XIX asrning o`rtalariga kelib ko`pdan -ko`p tajribalar mexanik energiya hech qachon benomunishon yo`qolib ketmasligini isbot qildi. Masalan, bir parcha qo`rg`oshinga bolg`a bilan ursak, qo`rg`oshin ma`lum darajada isiydi. Ishqalanish Kuchlari jismlarni to`xtatadi, bunda jismlar isiydi.

Qo`plab bunday kuzatishlar hamda tajribalardan topilgan faktlarni umumlashtirishlar asosida energiyaning saqlanish qonuniga ta`rif byerilgan:

Tabiatda energiya yo`qdan bor bo`lmaydi va yo`qolmatsdi: energiya miqdori o`zgaryashydi, u faqat bir turdan boshqa turga o`tadi.

Energiyaning saqlanish qonuni tabiatda bo`ladigan hamma hodisalarni boshqaradi va ularni bir qilib mujassamlashtira-di. Bu qonun mutlako aniq bajariladi: u to`g`ri bo`lmay qolgan hol hech qachon bo`lgan emas.

Bu qonunni XIX asr o`rtasida aslida vrach bo`lgan ntemis olimi R. Mayyer (1814—1878), ingliz olimi D. Joul (1818—1898) kashf etgan bo`lib, uni nemis olimi G. Gelmgolts (1821 —1894) o`z asarlarida yanada to`larok ta`riflab byerdi.

Termodinamikaning birinchi qonuni. Energiyaning saqlanish va aylanishining issiqlik hodisalariga joriy etilgan qonuni Termodinamikaning birinchi qonuni deb ataladi.

Termodinamikada og`irlik markazining vaziyati amalda o`zgarmaydigan jismlar o`rganiladi. Bunday jismlarning mexanik energiyasi o`zgarmaydi, fakat ichki energiyasi o`zgara oladi.

Shu chokkacha biz sistemaning ichki energiyasi ish bajarish xisobiga yoki atrofdagi jismlar bilan issiklik almashinishi hisobiga o`zgaradigan jarayonlarni ko`rib keldik. Umumiy holda sistema bir holatdan boshqa holatga o`tganda ichki energiya bir vaktning o`zida ish bajarish hisobiga ham, issiqlik uzatish xisobiga ham o`zgaradi. Termodinamikaning birinchi qonuni ayni mana shunday umumiy xollar uchun ta`riflanadi:

Sistema bir holatdan boshqa holatga o'tganda uning ichki energiyasining o'zgarishi tashqi kuchlar sistema ustida bajargan ish bilan sistemaga uzatilgan issiqlik miqdorining yig'indisiga teng:

$$\Delta U = A + Q$$

Agar sistema yakkalangan bo'lsa, sistema ustida ish bajarilmaydi ($A=0$) va bu sistema atrofdagi jismlar bilan issiqlik almash-maydi ($Q=0$). Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, bu holda $\Delta U = U_2 - U_1 = 0$ yoki $U_2 = U_1$. Yakkalangan sispge maning ichki energiyasi o'zgarmaydi (saqlanadi).

Ko'pincha tashqi jismlarning sistema ustida bajargan A ishi o'rniga sistemaning tashqi jismlar ustida bajargan A' isha ko'rib chiqila-di. $A' = -A$ ekanligini hisobga olsak, Termodinamikaning shaklda yozilgan birinchi qonunini quyidagicha yozamiz:

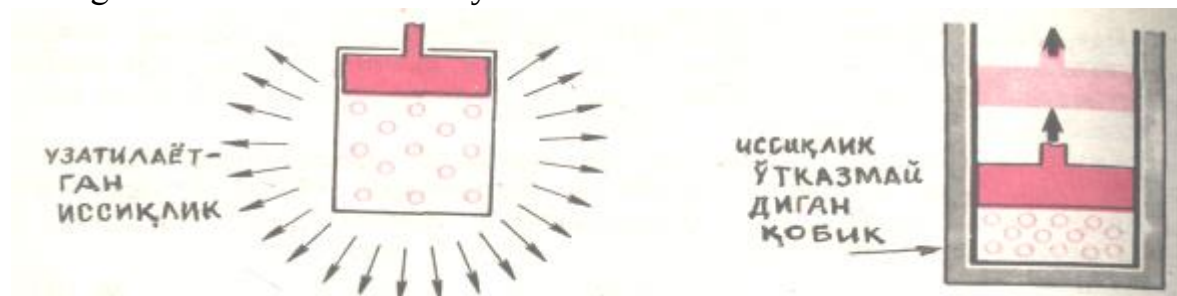
$$Q = \Delta U + A'$$

Sistemaga byerilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga va sistemaning tashqi jismlar ustida ish bajarishiga sarf etiladi.

Abadiy dvigatel yaratish mumkin emasligi haqida. Tyermodi-namikaning birinchi qonunidan abadiy dvigatel yaratish mumkin emasligi kelib chiqadi; abadiy dvigatel degani yokilg'i yoki biror boshqa matyerial sarflamasdan chegaralanmagan mikkorda ish bajara oladigan qurilmadir. Agar sistemaga issiklik kelib turmasa ($Q = 0$), u holda formulaga asosan ish A' fakat ichki energiyaning kamayishi hisobiga bajarilishi mumkin: $A' = -\Delta U$. Jamg'arilgan energiya tugagandan so'ng dvigatel ishlamay qo'yadi.

Ish va issiqlik miqdori — energiya o'zgarishi jarayonining xarakteristikalaridir. Tayinli bir holatda sistema xamisha ma'lum bir ichki energiyaga ega bo'ladi. Birok, sistemada ma'lum bir miqdor issiqlik yoki ish bor deb gapirish to'g'ri emas. Ish ham, issiqlik miqdori ham sistema ichki energiyasining biror jarayon natijasida o'zgarishini xarakterlaydigan kattaliklardir.

Sistemaning ichki energiyasi uning ish bajarishi xisobiga xam, atrofdagi jismlarga biror miqdor issiklik byerishi



hisobiga ham bir xilda o'zgarishi mumkin. Masalan, tsilindrdagi qizigan gaz soviz, ish bajarmasdan ham o'z energiyasini kamaytirishi mumkin. Birok u atrofdagi jismlarga issiqlik byermasdan porshenni surib ham energiyasini xuddi shunday mikkorda yo'qotishi mumkin. Buning uchun tsilindr devorlari bilan porshen issiqlik o'tkazmaydigan bo'lishi kyerak.

Bundan buyon butun fizika kursi davomida biz energiyaning har xil boshqa turlari bilan, ularni bir turdan boshqa turga aylantirish va uzatish usullari bilan tanishib boramiz.

Jismlar sistemasining ichki energiyasi ish bajaranda va issiklik mikdori byerganda o'zgaradi. Har bir xolatda sistema tayinli bir ichki energiyaga ega bo'ladi. Ish va issiqlik mikdori jismda bo'lmaydi, balki jismning ichki energiyasining o'zgarish jarayonini ifodalaydi.

Termodinamikaning birinchi xil jarayonlarga tatbiq etish.

Termodinamikaning birinchi qonuni yordamida kechayotgan jarayonlarning xarakteri to'g'risida muhim xulosalar chikarish mumkin. Fizik kattaliklardan biri o'zgarmay turadigan turli xil jarayonlarni (izojarayonlarni) ko'rib chiqamiz. Sistema ideal gaz bo'lsin, deb faraz etaylik. Bu eng oddiy hol.

Izoxorik jarayon. Izoxorik jarayonda gazning hajmi o'zgar-maydi va shuning uchun uning ishi nolga teng bo'ladi. tenglamaga asosan, ichki energiyaning o'zgarishi byerilgan issiqlik miqdoriga teng:

$$\Delta U = Q.$$

Agar gaz isitilayotgan bo'lsa, $Q > 0$ va $\Delta U > 0$) bo'ladi, gazning ichki energiyasi ortadi. Gaz soziyotganda ($Q < 0$ va $\Delta U = U_2 - U_1 < 0$ ichki energiyaning o'zgarishi manfiy, demak, gazning ichki energiyasi kamayadi.

Izotermik jarayon. Izotermik jarayonda ($T = \text{const}$) ideal gazning (formulaga q.) nchki energiyasi o'zgarmaydi. Formulaga asosan, sistemaga byerilgan issiqlikning hammasi ish bajarishga sarf bo'ladi:

$$Q = A'$$

Agar gaz issiqlik olayotgan bo'lsa ($Q > 0$) u musbat ish bajaradi ($A' > 0$). Aksincha, agar gaz atrofdagi muhitga (tyermostatga) issiqlik byerayotgan bo'lsa, $Q < 0$ va $A' < 0$ bo'ladi. Bu holda tashqi kuchlarning gaz ustida bajargan ishi musbat bo'ladi.

Izobarik jarayon. Izobarik jarayonda formulaga asosan, sistemaga byerilayotgan issiqlik mikdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga va o'zgarmas bosim sharoitida ish bajarishga sarf etiladi.

Adiabatik jarayon. Endi gap atrofidagi jismlar bilan issiklik almashmaydigan sistemada yuz byeradigan jara,yon to'g'risida boradi. Issiqlik almashmaydigan qilib izolyatsiyalangan sistemada bo'ladigan jarayon adiabatik jarayon deb ataladi.

Adiabatik jarayonda $Q = 0$ bo'ladi va tenglamaga asosan, ichki energiya faqat ish bajarish hisobiga o'zgaradi:

$$\Delta U = A$$

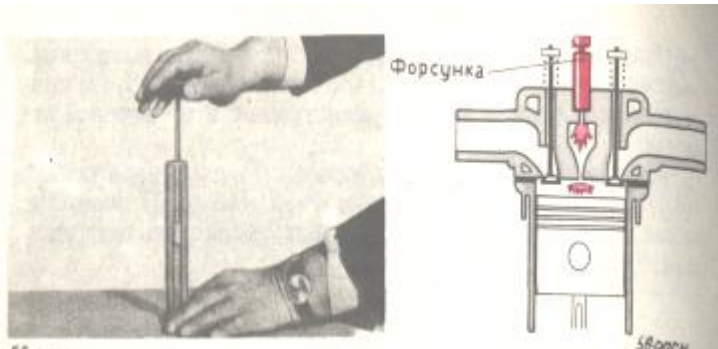
Albatta, sistemani mutlaqo issiqlik almashtirmaydigan g'ilof bilan o'rab bo'lmaydi. Biroq bir qator hollarda real jarayonlarni adiabatik jarayonlarga juda yaqin deb hisoblash mumkin. Buning uchun bu jarayonlar etarlicha tez o'tishi kyerakki, jarayon kechgan vaqt ichida sistema bilan atrofdagi jismlar o'rtasida issiqlik sezilarli darajada almashib ulgurmasin.

Tenglamaga asosan, sistema ustida musbat ish bajarilganda, masalan, gazni siqishda gazning ichki energiyasi ortadi. Bu esa gazning harorati ko'tarilishini bildiradi. Aksincha, kengayishda gazning o'zi musbat ish bajaradi ($A' > 0$) va uning ichki energiyasi kamayadi — gaz soviydi.

Tez siqilganda gazning isishini porsheni zich siqilib turadigan shaffof tsilindrda ko'rsatish mumkin (rasm). Agar TSilindr tubiga efirga botirib olingan bir tutam paxta qo'yib, porshenni pastga tez tushirsak, efir bug'lari alangalanib ketadi.

Tez siqilganda havoning isishidan Dizel dvigatellarida foydalaniladigan bo'lindi. Bu dvigatellarda yonuvchi aralashma-ni o't oldirish sistemasi yo'q, vaholanki, benzin bilan ishlaydigan odatdagi ichki yonuv dvigatellarida o't oldirish sistemasi zarur. Dizel dvigatelida tsilindrga yonuvchi aralashma emas, balki atmosferaga havosi so'riladi. Siqish taktining oxirida tsilindr ichiga maxsus forsunka suyuq yoqilg'i purkaydi. (rasm). Bu paytga kelib tsilindr ichidagi havoning harorati shu kadar yuqori bo'ladiki, natijada yoqilg'i alangalanib ketadi. Dizel dvigatellarining foydali ish koeffitsienti odatdagi dvigatellarnikidan yukori bo'ladi, ammo ularni yasash va ishlatish ancha murakkab. Hozir tobora ko'proq avtomobillarga Dizel dvigatellari o'rnatilyapti.

Havoni sikadigan kuchli kompressorlar ishlab turganda havoning harorati shu kadar yuqori bo'ladiki, bunda tsilindrlarni maxsus sistomalar vositasida sovitib turishga to'g'ri keladi. Kengayishda gazlarning adiabatik sovishidan gazlarni suyuqlan-tiradigan mashinalarda foydalaniladi.



Adiabatik kengayishda gazning sovishi Yer atmosferasida ulkan miqyosda yuz byeradi. Isigan xavo yuqori ko'tarilib kengayadi, chunki yuqori ko'tarilgan sari atmosferaga bosimi kamayib boradi. Havo bunday kengayganda ancha soviydi. Natijada ko'tarilgan suv bug'`lari kondensatsiyalanib, bulut hosil bo'ladi.

Ideal gazning ichki energiyasi fakat izotermik jarayondagina uzgarmaydi. Izoxorik jarayonda ichki energiya issiqlik uzatish xisobiga o'zgaradi, izobarik jarayonda esa ichki energiya issiklik uzatish hisobiga ham, ish bajarish hisobiga xam o'zgaradi. Atrofdagi jismlar bilan issiqlik almashmaydigan sistemada adiabatik jarayon yuz byeradi. Bu jarayonda energiyaning o'zgarishi tashki kuchlarning ishiga teng.

Savol.

1. *Termodinamikaning birinchi qonunini ta'riflab byering.*
2. *Qanday hollarda ichki energiyaning o'zgarishi manfiy bo'ladi?*
3. *Nima uchun sistemaning ichki energiyasi bor deb gapirish mumkin, lekin u ma'lum issiqlik miqdoriga yoki ishga ega deb gapirish to'g'ri emas?*
4. *Adiabatik jarayonlarga kitobda aytilmagan misollardan keltiring.*
5. *Uchta jismdan iborat sistema uchun issiqlik balansi tenglamasi qanday yoziladi?*

22-Dars.

Mavzu: Qaytar va qaytmas jarayonlar. Termodinamikaning II qonuni va uning talqini.

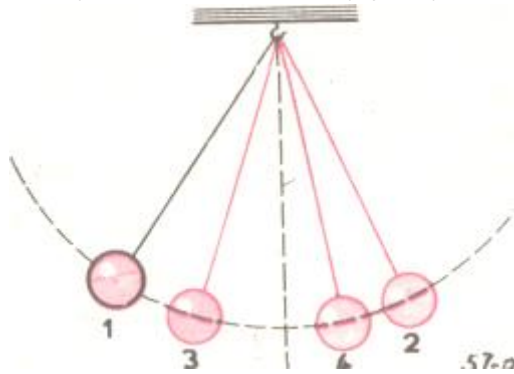
Reja:

1. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
2. Termodinamikaning II qonuni va uning tadbig'i.
3. Issiqlik mashinalari va ularning ishlash prinsipi.

Tabiatdagi jarayonlar qaytmas jarayonlardir

Energiyaning saklanish konuniga asosan, har qanday aylanish-larda energiyani mikdori o'zgarmaydi. Lekin bu konun energiyani kanday aylanishlari yuz byerishi mumkinligi tug'risida hech nima bildirmaydi. Shu bilan birga energiyani saklanish konuni nuqtai nazaridan bo'lishi mumkin bo'lgan ko'p jaryonlar amalda h'ech qachon yuz byermaydi.

Qaytmas jarayonlarga misollar. Isitilgan jismlar o'z energiyasini atrofda turgan sovuqroq jismlarga byerib asta-sekin soviydi. Sovuq jismdan issiq jismga issiqlik uzatish kabi teskari jarayon energiya-ning saqlanish qonuniga xilof kelmaydi, lekin bunday jarayon hech qachon o'z-o'zidan yuz byermaydi.



Boshqa bir misolni olaylik. Muvozanat va-ziyatdan chiqarilgan mayatnikning tebranishlari borib-borib so'nadi (rasm: mayatnikning muvozanat vaziyatdan eng ko'p og'dirilganda ketma-ket egallagan vaziyatlari 1, 2, 3, 4 raqamlari bilan belgilangan). Ishqalanish kuchlarining ishi hisobiga mexanik energiya kamayadi, mayatnik va atrofda havoning harorati (demak, ularning ichki energiyasi)

salgina ko'tariladi. Mayatnikning o'zining va atrofda muhitning (havoning) sovishi hisobiga mayatnikning amplitudasi ortishidek teskari jarayon ham enyerge-tik nuqtai nazardan yuz byerishi mumkin. Lekin bunday jarayon hech qachon kuzatilgan emas. Mexanik energiya o'z-o'zidan ichki enyerge-giyaga aylanadi-yu, lekin ichki energiya o'z-o'zidan mexanik energiya-ga aylanmaydi. Bunda bir butun jismning tartibli harakatining energiyasi uning tarkibidagi molekulalarning betartib issiqlik harakatining energiyasiga aylanadi.

Tabiatdagi jarayonlarning qaytmasligi to'g'risida umumiy xulosa. Issiq jismdan sovuq jismga issiqlik o'tishi va mexanik energiyani ichki energiyaga o'tishi eng tipik qaytmas jarayonlarga misollardir. Bunday misollarni ko'plab keltirish mumkin. Bu misollarning hammasi tabiatda jarayonlar Termodinamikaning birinchi qonunida hech aks ettirilmagan ma'lum bir yo'nalishda yuz byerishini ko'rsatadi. Tabiatda uamma makroskopik jarayonlar faqat tayinli bir yo'nalishda yuz byeradi. Teskari yo'nalshida ular o'z-o'zidan yuz byerolmaydi. Tabiatdagi hamma jarayonlar qaytmas jarayonlar bo'lib, ularning eng fojialilari orga-nizmlarning qarishi va o'lishidir.

Qaytmas jarayon tushunchasining aniq ta'rif. Jarayonlar qaytmaydigan bo'lishini mohiyatini to'g'ri tushunib olish uchun bu tushunchani aniqlashtiramiz. Qaytmas jarayonlar deb faqat tayinli bir yo'nalishdagina o'z-o'zidan yuz byera oladigan jarayonlarga aytiladi; teskari yo'nalishlarda ular faqat murakkabroq jarayonning bir bo'lagi sifatidagina yuz byera oladi. Masalan, mayatnikni qo'l bilan turtib uning tebranishlari amplitudasini yanada orttirish mumkin. Lekin amplituda bu holda o'z-o'zidan ortgani yo'q, balki qo'l bilan turtishni o'z ichiga olgan murakkabroq jarayon natijasida ortdi.

«Teskari» kino. Tabiatdagi hodisalarning qaytmaydigan jarayon ekanligiga kinofilm lentasini teskari aylantirib ko'rish yaxshi misol bo'ladi. Masalan, bunda suvga sho'ng'ish quyidagicha ko'rinadi. Boshda hovuzdagi sokin suv to'lqinlana boshlaydi, so'ngra tezlik bilan yuqoriga ko'tarilayotgan oyoqlar, undan keyin sho'ng'uvchining o'zi ko'rinadi. Suv yuzi tezda tinchlanadi. SHO'ng'uvchining tezligi asta-sekin kamayadi, nihoyat, u minora ustida tinch turgani ko'rinadi. Agar jarayonlarni qaytarish mumkin bo'lganda edi, biz ekranda ko'rgan narsalar hakikatda yuz byergan bo'lar edi.

Yuz byerayotgan narsaning «bema'niligi» shundan kelib chikadi-ki, biz jarayonlarning ma'lum bir yo'nalishda yuz byerishiga o'rganib kolganmiz va ularning teskari tartibda yuz byerishi mumkin emasligiga shubha kilmaymiz. Lekin sho'ng'uvchining suv-dan minoraga ko'tarilishi energiyaning saqlanish qonuniga ham mexanika konunlariga ham, umuman, Termodinamikaning ikkinchi qonunidan boshka xech kandy qonunlarga xilof emas.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Termodinamikaning ik-kinchi konuni bo'lishi mumkin bo'lgan enyergetik aylanishlarning yo'nalishini ko'rsatadi va shu bilan tabiatdagi jarayonlarning qaytmaydigan jarayon ekanlngini ifodalaydi.

Bu konun tajribadan olingan faktlarni bevosita umumlashti-rish yo'li bilan aniqlangan.

Termodinamikaning ikkinchi qonunining bir necha ta'rif bor, bu ta'riflar sirtdan qaraganda bir-biridan fark kiladi, lekin aslida ayni bir narsani ifodalaydi, shuning uchun ularning xammasining ahamiyati bir xil.

Nemis olimi R. Qlauzius (1822—1888) ikkinchi konunni bunday ta'riflagan: agar sovuqroq sistema bilan issiqroq sistemaning ikkalasida yoki atrofdagi jismlarda ayni bir paytda boshqa o'zgarishlar bo'lmasa, sovuqroq sistemadan issiq-roq sistemaga issiqlik o'tkazib bo'lmaydi.

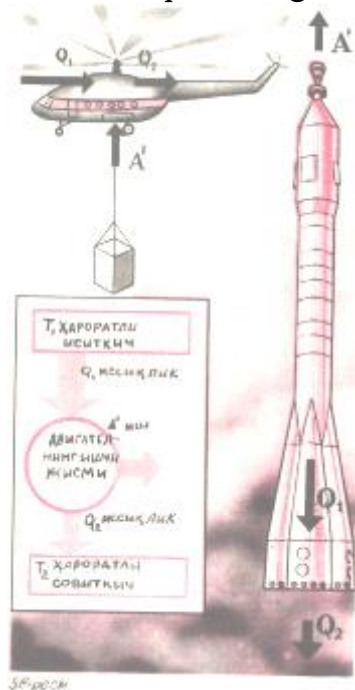
Bu yerda issiklikning faqat ma'lum bir yo'nalishda uzatili-shidek tajribadan topilgan fakt qayd qilinadi: issiqlik fakat issik jismlardan sovuq jismlarga o'z-o'zidan o'ta oladi. To'g'ri, sovitkich qurilmalarda issiklik sovuk jismdan issikrok jismga uzatiladi, lekin issiqlikning bunday uzatilishi «atrof jism-lardagi boshka o'zgarishlarga» bog'lik, ya'ni bunda sovish ish xisobiga bo'ladi.

Bu konunning muhimligi shundan iboratki, bu qonundan fakat issiklik uzatish jarayonining qaytmas jarayon ekanligi to'g'risi-dagina emas, balki tabiatdagi boshqa jarayonlarning ham qaytmas jarayon ekanligi to'g'risida xulosa chikarish mumkin. Agar biror hollarda issiqlik sovuq jismlardan issiq jismlarga o'z-o'zidan o'tsa edi, u holda boshka jarayonlarni xam kaytadigan jarayonga aylantirish mumkin bo'lar edi.

Hamma jarayonlar o'z-o'zidan tayinli bir yo'nalishda kechadi. Ular kaytmas jarayonlardir. Issiqlik hamisha issik jismdan sovuq jismga o'tadi, makroskopik jismlarning mexanik energiyasi ichki energiyaga o'tadi.

Tabiatdagi jarayonlarning yo'nalishini Termodinamikaning ikkinchi qonuni ko'rsatib byeradi.

Issiqlik dvigatellarining ishlash printsiplari.



Ish bajarishi uchun dvigatel porshenining yoki turbina kuraklarining ikkala tomonida bosimlar farqi bo'lishi zarur. Hamma issiqlik dvigatellarida bosimlarning bu farqi ish bajaradigan jismning haroratini atrofdagi muhitning haroratiga nisbatan bir necha yuz yoki bir necha ming gradus ko'tarish hisobiga paydo bo'ladi. Haroratning bunday ko'tarilishi yoqilg'i yongan-da yuz byeradi

Issiqlik dvigatella-rining hammasida ishchi jism (ish bajaradigan jism) gaz bo'lib, gaz kengayganda ish bajaradi. Ishchi jismning (gazning) boshlang'ich haroratini T_1 bilan belgilaymiz. Bug'' turbinolari yoki bug'' mashi-nalarining bug'' qozonida bug'' o'sha T_1 haroratga ega bo'ladi.

Ichki yonuv dvigatella-ri yoki gaz turbinalarida harorat yoqilg'i bevosita dvigatelning ichida yonganda ko'tariladi. T_1 harorat isitkichning harorati deb ataladi.

Sovitkichning aqamiyati. Ish bajarila borgan sari gazning energiyasi kamaya boradi va mukarrar ravishda biror G_2 haroratga kadar soviydi. Bu harorat atrofdagi muhitning haroratidan past bo'lolmaydi, chunki aks holda gaz bosimi atmosferaga bosimidan kichik bo'lib kolib, dvigatel ish bajarolmay qoladi. Odatda G_2 harorat atrofdagi muhitning haroratidan birmuncha yuqori bo'ladi. Bu harorat sovitkichning harorati deb ataladi. Sovitkich sifatida atmosferaga yoki kondensator deb ataladigan maxsus qurilmalardan foydalaniladi; kondensatorlar ishlatib bo'lingan bug''ni sovitadi yoki kondensatsiyalaydi. Kondensatsiyalashda sovitkichning harorati atmosferaning haroratidan past bo'lishi ham mumkin.

Shunday qilib, ishchi jism dvigatel ichida kengayganda o'zining butun ichki energiyasini ish bajarishga byera olmaydi. Issiqlikning bir qismi muqarrar ravishda ishlatib bo'lingan bug''lar yoki ichki yonuv dvigatellari va gaz turbinalaridan chikadigan gazlar bilan birga sovitkichga (atmosfyeraga) uzatiladi. Ichki energiyaning o'sha qismi yo'qoladi.

Issiqlik dvigateli ishchi jismning ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. SHu bilan birga bu jarayonda issiqlik issiqroq jismlardan (isitkichdan) sovuqroq jismlarga (sovitkichga) uzatiladi.

Yoqilgi yonganda dvigatelnish ishchi jismi Q_1 issiqlik miqdori oladi. A' ish bajaradi va sovitkichga $Q_2 < Q_1$ issiqlik miqdori byeradi.

Issiqlik dvigatelining printsipl sxemasi rasmda tasvirlangan.

Savol

1. *Qanday jarayonlar qaytmas jarayonlar deb ataladi? Eng tipik qaytmas jarayonlarni aytib byering.*
2. *Kitobda tilga olinmagan qaytmas jarayonlarga misollar keltiring.*
3. *Termodinamikaning ikkinchi qonunini ta'riflab byering.*

23 –Dars.

Mavzu: Issiqlik mashinalari va ular ning ishlash prinsipi. Sovutkich va uning ishlashi. Issiqlik mashinalarining FIK va ularni oshirish yo'llari. Karno sikli.

Reja:

1. **Issiqlik mashinalarining FIK va ularni oshirish yo'llari.**
2. **Issiqlik mashinalarining xalq xo'jaligidagi o'rni.**
3. **O'zbekistonda issiqlik energiyasidan foydalanish va ularni istiqbollari.**
4. **Tabiatni muhofaza qilish.**

Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsienti (FIK). Issiadik dvigatellarida ichki energiyaning ishga to'lik. aylanmay qolishiga tabiatdagi jarayonlarning kaytmas jarayon ekanligi sabab bo'ladi. Agar issiklik sovitkichdan isitkichga o'z-o'zidan kaytadigan bo'lganda edi, u xolda ichki energiya xar kanday issiklik dvigateli yordamida ishga to'lik aylantirila olinar edi.

Energiyaning saklanish konuniga asosan, dvigatel bajarayotgan ish

$$A' = |Q_1| - |Q_2|$$

bo'ladi, bu yerda Q_1 — isitkichdan olingan issiqlik mikdori, Q_2 — sovitktga byerilgan issiqlik miqdori.

Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsienti deb dvigatel bajarayotgan A' ishning isigkichdan olingan Q_1 issiqlik miqdoriga nisbatiga aytiladi:

$$\eta = \frac{A'}{|Q_1|} = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

Hamma dvigatellarda ma'lum miqdor issiqlik sovitkichga byeril-gani uchun hamma hollarda $\eta < 1$ bo'ladi.

Issiqlik dvigatelining FIK isitkich va sovitkich haroratla-rining farqiga to'g'ri proportsional bo'ladi. $T_1 - T_2 = 0$ bo'lganda dvigatel ishlay olmaydi.

Issiqlik dvigatellari FIQning maksimal qiymati. Tyermodi-namika qonunlari isitkichining xarorati T_1 va sovitkichining harorati T_2 bo'lgan issiklik dvigatelining bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta FIKni hisoblab chiqarishga imkon byeradi. Buni birinchi bo'lib frantsuz injenyeri va olimi Sadi Karno (1796—1832) «Olovning

xarakatlantiruvchi kuchi va bu kuchni hosil qila oladigan mashinalar hakida mulohazalar» nomli asarida (1824) hisoblab topdi.

Karno ishchi jism sifatida ideal gaz ko'llaniladigan ideal issiklik mashinasini o'ylab topdi. Karnoning hisobi bo'yicha bu mashinaning FIK kiymyati kuyidagicha bo'ladi:

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Karno mashinasining FIK, kutilganidek, isitkich va sovitkich absolyut haroratlarining farkiga to'g'ri proporsional bo'lib chikdi.

Karno isbot etganidek, bu formulaning asosiy ahamiyati shundaki, T_1 haroratli isitkich va T_2 haroratli sovitkich bilan ishlaydigan xar qanday real issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti idval issiqlik mashinasining FIK dan ortiq bo'lolmaydi.

formula issiqlik dvigatellari FIK ning maksimal qiymatining nazariy chegarasini ko'rsatib byeradi. Bu formula isitkichning harorati qanchalik yukori va sovitkichning harorati qanchalik past bo'lsa, issiklik dvigateli shunchalik samarali bo'lishini ko'rsatadi. Sovitkichning harorati absolyut nolga teng bo'lgan holdagina $p = 1$ bo'ladi.

Birok amalda sovitkichning harorati atrofdagi havoning haroratidan past bo'lolmaydi. Isitkichning xaroratini ko'tarish mumkin. Birok har qanday matyerialning (kattik, jismning) issiqqa chidamliligi cheklangan bo'ladi. Isitilganda matyerial asta-sekin o'zining elastiklik xossalarini yo'qotadi, etarlicha xaroratda esa yerib ketadi.

Hozirgi vaqtda injenyerlarning asosiy kuchlari issiklik dvigatellarining kismmlarida bo'ladigan ishkalanishni kamayty-rish xisobiga, yokilg'ining to'liq yonmay kolishi oqibatida isrof bo'lishini kamaytirish va shu kabi tadbirlar xisobiga dvigatel-larning FIQni orttirishga karatilgan. Bunday tadbirlar bila FIKni orttirish soxasidagi bor imkoniyatlar hali kattadir Masalan, bug'' turbinasida bug''ning boshlang'ich va oxirgi harorat lari taxminan bunday: $T_1 = 800 \text{ K}$ va $G_2 = 300 \text{ K}$. Bunda haroratlarda FIK ning eng katta kiymati kuyidagiga ten bo'ladi:

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \approx 0,62$$

Yoki

$$\eta_{\max} = 62\%$$

Energiyaning turli xil isroflari tufayli bu koeffitsientning xakikiy kiymati $\eta = 40 \%$ bo'ladi. Maksimal FIK 44% ga yaqin bo'lib, dizel dvigatellari shunday FIK ga ega.

Issiklik dvigatellarining FIKni orttirish, uni mumkin bo'lgan maksimal kiymatga yaqinlashtirish o'ta muxim texnik vazifadir.

Issiklik dvigatellari gazning porshenlar sirtidagi yoki turbina kuraklari sirtidagi bosimlar farqi evaziga , ish bajaradi. Bu bosimlar farki haroratlar farqi yordamida yaratiladi. Mumkin bo'lgan maksimal FIK bu haroratlar farkiga proporsional bo'lib, isitkichning absolyut haroratiga teskari proporsionaldir.

Issiklik dvigateli sovitkichi islay olmaydi (odatda sovitkich vazifasini atmosferaga bajaradi).

Issiqlik dvigatellarining ahamiyati. Issiqlik dvigatellari va atrof-muhitni muhofaza qilish

Insoniyatning bug'ungi xayotini issiqlik dvigatellarisiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Issiqlik dvigatellari bo'lmaganda edi, biz ko'p miqdorda arzon elektr energiyasiga ega bo'lmagan va tez yurar transportning deyarli hamma turlaridan mahrum bo'lar edik.

Issiqlik dvigatellarining ahamiyati. Issiqlik elektr stantsiyalarida elektr toki genyeratorlarining rotorlarini harakatga keltiradigan issiqlik dvigatellari (asosan kuvvatli bug'' turbinalari)ni ishlatish katta ahamiyatga ega. Bizning mamlakatimizda ishlab chiqariladigan butun elektr energiyasining 80 % dan ko'pini issiqlik elektr stantsiyalari byeradi.

Atom elektr stantsiyalarining hammasida issiqlik dvigatella-ri sifatida bug'' turbinalari ishlatiladi. Bu stantsiyalarda yuqori haroratli bug'' hosil qilishda atom yadrolarining energiyasi ishlatiladi.

Nihoyat, hozirgi zamon transportining hamma asosiy turlarida asosan issiqlik dvigatellari ishlatiladi. Avtomobil transportida porshenli ichki yonuv dvigatellarining yonuvchi aralashma tsilindrda tashkarida hosil qilinadigan turlari (karbyuratorli dvigatellar) va yonuvchi aralashma bevosita tsilindrning ichida hosil qilinadigan turlari (dizel dvigatel-lari) ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida juda qo'l kelgan traktorlarga ham mana shu dvigatellar o'rnatiladi.

Temir yo'l transportida XX asrning o'rtalariga qadar asosiy dvigatel bug'' mashinasi edi. Hozir esa asosan dizel bilan ishlaydigan teplovozlar va elektrovozlar yurib turibdi. Birok elektrovozlar ham energiyani asosan elektr stantsiyalari-dagi issiqlik dvigatellaridan oladi.

Suv transportida ichki yonuv dvigatellari ham, yirik-yirik kemalarda katta quvvatli bug'' turbinalari ham ishlatiladi.

Aviatsiyada engil samolyotlarga porshenli dvigatellar, ulkan samolyotlarga esa issiqlik dvigatellari jumlasiga kiradigan turboreaktiv va reaktiv dvigatellar qo'yiladi. Kosmik raketalar ham reaktiv dvigatellar bilan uchiriladi.

Issiqlik dvigatellari va tabiatni muqofaza qilish. Ishla-tishga qulay bo'lgan energiya olish maqsadida ishlab chiqarish jarayonlarining barcha boshqa turlariga karaganda hamma joyda ko'prok issiqlik dvigatellarini ishlatish atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Termodinamika qonunlariga asosan, elektr energiyasi va mexanik energiya ishlab chiqarishda atrof-muhitga ko'p miqdorda issiqlik chiqarilmasdan iloj yo'q. Buning oqibatida Yerdagi o'rtacha xarorat asta-sekin ko'tariladi. Hozirgi vaktida Yer yuzida dvigatellar iste'mol qilayotgan quvvat 10^{10} kVt ga etdi. Bu quvvat $ZCHO^{12}$ kVt ga etganda o'rtacha harorat taxminan bir gradusga ko'tariladi. Harorat yanada ko'tarila borsa, muzliklarning yerish xavfi va Dunyo okeani sathining falokatli ko'tarilish xavfi tug'iladi.

Undan tashqari, Yerdagi harorat yoqilg'ini katta miqyosda yoqishda atmosferaga ajralib chiqayotgan karbonat angidrid (SO_2)ning miqdori ortishi okibatida xavfli darajada ortib borishi mumkin. Atmosfyeradagi karbonat angidrid suv bug''lari bilan bir qatorda «parnik effektiga» sabab bo'ladi. Atmosfyera ko'zga ko'rinadigan quyosh nurini zaif yutadi, bu nur Yer yuzini isitadi. Isigan sirt esa o'z

navbatida ko'zga ko'rinmaydigan nur (issiqlik nurlanishi) chikaradiki, buni asosan atmosferadagi karbonat angidrid yutadi. Ochiq kunda kuyoshdan Yer yuziga tushayotgan yorug'likning fakat 10—20 % miqdorigina koinotga qaytadi. Yer yuzidagi xarorat «parnik effekti» tufayli bu effekt bo'lmagan holdagidan taxminan 35°S yuqori bo'ladi. SO₂ ning kontsentratsiyasi ortishi natijasida issiklik nurlanishi yanada ko'p yutiladi. Bu hol Yerning haroratini orttiradi.

Karbonat angidridning atmosferadagi hajmiy kontsentratsiyasi atmosferadagi hamma gazlarning 0,0314 % ni tashkil qiladi. Bu kontsentratsiyaning salgina ortib ketishi Yerning issiklik balansini keskin buzib yuboradi, degan xavfsirash bor. Chunki hozirning o'zidayok atmosferaga yiliga 5 mlrd. t SO₂ chikariladi.

Issiqlik dvigatellarini ishlatishning salbiy oqibatla-ri fakat shulargina emas. Issiklik elektr stantsiyalarining o'txonalari, avtomobillardagi ichki yonuv dvigatellari muttasil ravishda atmosferaga o'simlik, jonivor va inson uchun zararli bo'lgan moddalar chiqarib turadi: bu moddalar jumlasiga oltingugurt birikmalari (toshko'mir yonganda), azot oksidlari, uglevodorodlar, uglyerod (II) oksidi va boshqalar kiradi. Bu jixatdan karaganda soni tahlikali ravishda ortib borayotgan avtomobillar, ayniqsa katta xavf-xatar tug'diradi, dvigatelidan chikkan gazlarni tozalash esa ancha kiyin. Atom elektr stantsiyala-rida xavfli radioaktiv chikindilarni ko'mib tashlash muammola-ri ko'ndalang bo'lmoqda.

Undan tashqari, elektr stantsiyalarida bug'` turbinalari-dan foydalanish ishlatib bo'lingan bug'` sovitiladigan hovuzlar uchun maydonlarni talab qiladi. Elektr stantsiyalar quvvatining ortishi suvga bo'lgan ehtiyojni keskin orttiradi. 1980 yilda bizning mamlakatimizda bu maksadlarga 200 km⁵ ga yaqin suv, ya'ni xo'jalikning hamma shoxobchalariga ketadigan suvning 35 % iga yaqini talab etilgan edi.

Bularning hammasi jamiyat oldiga qator muhim muammo-lar qo'yadi. Issiqlik dvigatellarining FIKini orttirish-dek muhim masala bilan bir katorda atrof-muhitni muhofaza qilish sohasida qator tadbirlarni amalga oshirish talab qi-linadi. Zararli moddalarning atmosferaga chikishiga karshilik qiluvchi inshootlarning samaradorligini orttirish, avtomobil dvigatellarida yoqilg'ining to'liqroq yonishiga yerishish zarur. Dvigatelidan chiqayotgan gazlarda SO ning mikdori ko'p bo'lgan avtomobillarni ishlatishga hozirning o'zidayok yo'l qo'yilmayapti. Odatdagi avtomobillardan qolishmaydigan elektromobillar yaratish imkoniyatlari va ishlatib bo'lingan gazlarida zararli moddalar bo'lmaydigan yoqilg'ilarni ishl-atish (masalan, vodorod va kislorod aralashmasi bilan ishlaydigan dvigatellar) imkoniyatlari muhokama kilinmokda.

Yer va suvni tejash maksadida butun-butun elektr stantsiyalari kompleksi qurish, birinchi navbatda suv bilan ta'minlash tsikli yopiq bo'lgan (atom) elektr stantsiyalari kurish maksadga muvofiq keladi.

Ko'rilayotgan tadbirlarning boshka bir yo'li energiyadan foydalanishning samaradorligini orttirishdan, energiyani iqtisod qilish uchun kurashdan iborat.

Yuqorida tilga olingan muammolarni hal etish insoniyat hayoti uchun juda muhimdir. Atrof-muhitni muhofaza etish ishi yer shari miqyosida tadbirlar ko'rishni talab etadi.

Issiqlik dvigatellarining asosiy turlari: bug' turbinolari, ichki yonuv dvigatellari va reaktiv dvigatellardir.

Savol

1. *Qanday qurilma issiqlik dvigateli deb ataladi?*
2. *Issiqlik dvigatelida isitkich, sovitch va ishchi jismning ahamiyati qanday?*
3. *Nima uchun issiqlik dvigatellarida okeanning ichki energiyasidan foydalanib bo'lmaydi?*
4. *Dvigatelning foydali ish koeffitsienti deb nimaga aytiladi?*
5. *Issiqlik dvigateli foydali ish koeffitsientining bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta qiymati nimaga teng?*

24 –Dars.

Mavzu: Issiqlik mashinalarining x/x dagi o'rni. O'zbekistonda issiqlik energetikasidan foydalanish va ularning istiqbollari. Tabiatni muhofaza qilish

Reja:

5. Issiqlik mashinalarining FIK va ularni oshirish yo'llari.
6. Issiqlik mashinalarining xalq xo'jaligidagi o'rni.
7. O'zbekistonda issiqlik energiyasidan foydalanish va ularni istiqbollari.
8. Tabiatni muhofaza qilish.

Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsienti (FIK). Issiqlik dvigatellarida ichki energiyaning ishga to'liq aylanmay qolishiga tabiatdagi jarayonlarning kaytmas jarayon ekanligi sabab bo'ladi. Agar issiqlik sovitchdan isitkichga o'z-o'zidan kaytadigan bo'lganda edi, u holda ichki energiya xar kanda issiqlik dvigateli yordamida ishga to'liq aylantirila olinar edi.

Energiyaning saklanish konuniga asosan, dvigatel bajarayotgan ish

$$A' = |Q_1| - |Q_2|$$

bo'ladi, bu erda Q_1 — isitkichdan olingan issiqlik miqdori, Q_2 — sovitchga berilgan issiqlik miqdori.

Issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsienti deb dvigatel bajarayotgan A' ishning isitkichdan olingan Q_1 issiqlik miqdoriga nisbatiga aytiladi:

$$\eta = \frac{A}{|Q_1|} = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

Hamma dvigatellarda ma'lum miqdor issiqlik sovitkichga beril-gani uchun hamma hollarda $\eta < 1$ bo'ladi.

Issiqlik dvigatelining FIK isitkich va sovitkich haroratla-rining farqiga to'g'ri proporsional bo'ladi. $T_1 - T_2 = 0$ bo'lganda dvigatel ishlay olmaydi.

Issiqlik dvigatellari FIQning maksimal qiymati. Termodi-namika qonunlari isitkichining xarorati T_1 va sovitkichining harorati T_2 bo'lgan issiqlik dvigatelining bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta FIKni hisoblab chiqarishga imkon beradi. Buni birinchi bo'lib frantsuz injeneri va olimi Sadi Karno (1796—1832) «Olovning xarakatlantiruvchi kuchi va bu kuchni hosil qila oladigan mashinalar hakida mulohazalar» nomli asarida (1824) hisoblab topdi.

Karno ishchi jism sifatida ideal gaz ko'llaniladigan ideal issiqlik mashinasini o'ylab topdi. Karnoning hisobi bo'yicha bu mashinaning FIK kiymyati kuyidagicha bo'ladi:

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Karno mashinasining FIK, kutilganidek, isitkich va sovitkich absolyut haroratlarning farqiga to'g'ri proporsional bo'lib chikdi.

Karno isbot etganidek, bu formulaning asosiy ahamiyati shundaki, *T₁ haroratli isitkich va T₂ haroratli sovitkich bilan ishlaydigan xar qanday real issiqlik mashinasining foydali ish ko'effitsienti idval issiqlik mashinasining FIK dan ortiq bo'lolmaydi.*

(6.18) formula issiqlik dvigatellari FIK ning maksimal qiymatining nazariy chegarasini ko'rsatib beradi. Bu formula isitkichning harorati qanchalik yukori va sovitkichning harorati qanchalik past bo'lsa, issiqlik dvigateli shunchalik samarali bo'lishini ko'rsatadi. Sovitkichning harorati absolyut nolga teng bo'lgan holdagina $p = 1$ bo'ladi.

Birok amalda sovitkichning harorati atrofdagi havoning haroratidan past bo'lolmaydi. Isitkichning xaroratini ko'tarish mumkin. Birok har qanday materialning (kattik, jismning) issiqqa chidamliligi cheklangan bo'ladi. Isitilganda material asta-sekin o'zining elastiklik xossalarini yo'qotadi, etarlicha xaroratda esa erib ketadi.

Hozirgi vaqtda injenerlarning asosiy kuchlari issiqlik dvigatellarining kismalarida bo'ladigan ishkalanishni kamayty-rish xisobiga, yokilg'ining to'liq yonmay kolishi oqibatida isrof bo'lishini kamaytirish va shu kabi tadbirlar xisobiga dvigatel-larning FIQni orttirishga karatilgan. Bunday tadbirlar bila FIKni orttirish soxasidagi bor imkoniyatlar hali kattadir Masalan, bug'' turbinasida bug''ning boshlang'ich va oxirgi harorat lari taxminan bunday: $T_1 = 800 \text{ K}$ va $G_2 = 300 \text{ K}$. Bunda haroratlarda FIK ning eng katta kiymati kuyidagiga ten bo'ladi:

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \approx 0,62$$

Yoki

$$\eta_{\max}=62\%$$

Energiyaning turli xil isroflari tufayli bu koeffitsientning xakikiy qiymati $\eta = 40\%$ bo'ladi. Maksimal FIK 44% ga yaqin bo'lib, dizel dvigatellari shunday FIK ga ega.

Issiklik dvigatellarining FIKni o'ttirish, uni mumkin bo'lgan maksimal qiymatga yaqinlashtirish o'ta muxim texnik vazifadir.

Issiklik dvigatellari gazning porshenlar sirtidagi yoki turbina kuraklari sirtidagi bosimlar farqi evaziga, ish bajaradi. Bu bosimlar farqi haroratlar farqi yordamida yaratiladi. Mumkin bo'lgan maksimal FIK bu haroratlar farqiga proporsional bo'lib, isitkichning absolyut haroratiga teskari proporsionaldir.

Issiklik dvigateli sovitkichsiz ishlay olmaydi (odatda sovitkich vazifasini atmosfera bajaradi).

Issiqlik dvigatellarining ahamiyati. Issiqlik dvigatellari va atrof-muhitni muhofaza qilish

Insoniyatning bug'ungi xayotini issiqlik dvigatellarisiz tasavvur kilib bo'lmaydi. Issiklik dvigatellari bo'lmaganda edi, biz ko'p miqdorda arzon elektr energiyasiga ega bo'lmagan va tez yurar transportning deyarli hamma turlaridan mahrum bo'lar edik.

Issiqlik dvigatellarining ahamiyati. Issiklik elektr stantsiyalarida elektr toki generatorlarining rotorlarini harakatga keltiradigan issiqlik dvigatellari (asosan kuvvatli bug'' turbinalari)ni ishlatish katta ahamiyatga ega. Bizning mamlakatimizda ishlab chiqariladigan butun elektr energiyasining 80% dan ko'pini issiklik elektr stantsiyalari beradi.

Atom elektr stantsiyalarining hammasida issiklik dvigatella-ri sifatida bug'' turbinalari ishlatiladi. Bu stantsiyalarda yuqori haroratli bug'' hosil qilishda atom yadrolarining energiyasi ishlatiladi.

Nihoyat, hozirgi zamon transportining hamma asosiy turlarida asosan issiqlik dvigatellari ishlatiladi. Avtomobil transportida porshenli ichki yonuv dvigatellarining yonuvchi aralashma tsilindrda tashkarida hosil qilinadigan turlari (karbyuratorli dvigatellar) va yonuvchi aralashma bevosita tsilindrning ichida hosil qilinadigan turlari (dizel dvigatel-lari) ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida juda qo'l kelgan traktorlarga ham mana shu dvigatellar o'rnatiladi.

Temir yo'l transportida XX asrning o'rtalariga qadar asosiy dvigatel bug'' mashinasi edi. Hozir esa asosan dizel bilan ishlaydigan teplovozlar va elektrovozlar yurib turibdi. Birok elektrovozlar ham energiyani asosan elektr stantsiyalari-dagi issiqlik dvigatellaridan oladi.

Suv transportida ichki yonuv dvigatellari ham, yirik-yirik kemalarda katta quvvatli bug'' turbinalari ham ishlatiladi.

Aviatsiyada engil samolyotlarga porshenli dvigatellar, ulkan samolyotlarga esa issiqlik dvigatellari jumlasiga kiradigan turboreaktiv va reaktiv dvigatellar qo'yiladi. Kosmik raketalar ham reaktiv dvigatellar bilan uchiriladi.

Issiqlik dvigatellari va tabiatni muqofaza qilish. Ishla-tishga qulay bo'lgan energiya olish maqsadida ishlab chiqarish jarayonlarining barcha boshqa turlariga karaganda hamma joyda ko'prok issiqlik dvigatellarini ishlatish atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Termodinamika qonunlariga asosan, elektr energiyasi va mexanik energiya ishlab chiqarishda atrof-muhitga ko'p miqdorda issiqlik chiqarilmasdan iloj yo'q. Buning oqibatida Erdagi o'rtacha xarorat asta-sekin ko'tariladi. Hozirgi vaktida Er yuzida dvigatellar iste'mol qilayotgan quvvat 10^{10} kVt ga etdi. Bu quvvat $ZCHO^{12}$ kVt ga etganda o'rtacha harorat taxminan bir gradusga ko'tariladi. Harorat yanada ko'tarila borsa, muzliklarning erish xavfi va Dunyo okeani sathining falokatli ko'tarilish xavfi tug'iladi.

Undan tashqari, Erdagi harorat yoqilg'ini katta miqyosda yoqishda atmosferaga ajralib chiqayotgan karbonat angidrid (SO_2)ning miqdori ortishi okibatida xavfli darajada ortib borishi mumkin. Atmosferadagi karbonat angidrid suv bug'liqlari bilan bir qatorda «parnik effektiga» sabab bo'ladi. Atmosfera ko'zga ko'rinadigan quyosh nurini zaif yutadi, bu nur Er yuzini isitadi. Isigan sirt esa o'z navbatida ko'zga ko'rinmaydigan nur (issiqlik nurlanishi) chikaradiki, buni asosan atmosferadagi karbonat angidrid yutadi. Ochiq kunda kuyoshdan Er yuziga tushayotgan yorug'likning fakat 10—20 % miqdorigina koinotga qaytadi. Er yuzidagi xarorat «parnik effekti» tufayli bu effekt bo'lmagan holdagidan taxminan $35^{\circ}S$ yuqori bo'ladi. SO_2 ning kontsentratsiyasi ortishi natijasida issiqlik nurlanishi yanada ko'p yutiladi. Bu hol Erning haroratini orttiradi.

Karbonat angidridning atmosferadagi hajmiy kontsentratsiyasi atmosferadagi hamma gazlarning 0,0314 % ni tashkil qiladi. Bu kontsentratsiyaning salgina ortib ketishi Erning issiqlik balansini keskin buzib yuboradi, degan xavfsirash bor. Chunki hozirning o'zidayok atmosferaga yiliga 5 mlrd. t SO_2 chikariladi.

Issiqlik dvigatellarini ishlatishning salbiy oqibatlaridan fakat shulargina emas. Issiqlik elektr stantsiyalarining o'txonalari, avtomobillardagi ichki yonuv dvigatellari muttasil ravishda atmosferaga o'simlik, jonivor va inson uchun zararli bo'lgan moddalar chiqarib turadi: bu moddalar jumlasiga oltingugurt birikmalari (toshko'mir yonganda), azot oksidlari, uglevodorodlar, uglerod (II) oksidi va boshqalar kiradi. Bu jixatdan karaganda soni tahlikali ravishda ortib borayotgan avtomobillar, ayniqsa katta xavf-xatar tug'diradi, dvigateldan chikkan gazlarni tozalash esa ancha kiyin. Atom elektr stantsiyalarida xavfli radioaktiv chikindilarni ko'mib tashlash muammolaridan ko'ndalang bo'lmoqda.

Undan tashqari, elektr stantsiyalarida bug'liq turbinalaridan foydalanish ishlatib bo'lingan bug'liq sovitiladigan hovuzlar uchun maydonlarni talab qiladi. Elektr stantsiyalar quvvatining ortishi suvga bo'lgan ehtiyojni keskin orttiradi. 1980 yilda bizning mamlakatimizda bu maksadlarga 200 km^5 ga yaqin suv, ya'ni xo'jalikning hamma shoxobchalariga ketadigan suvning 35 % iga yaqini talab etilgan edi.

Bularning hammasi jamiyat oldiga qator muhim muammolar qo'yadi. Issiqlik dvigatellarining fikrini orttirish-dek muhim masala bilan bir qatorda atrof-muhitni muhofaza qilish sohasida qator tadbirlarni amalga oshirish talab qilinadi. Zararli moddalarning atmosferaga chikishiga karshilik qiluvchi inshootlarning samaradorligini orttirish, avtomobil dvigatellarida yoqilg'ining to'liqroq yonishiga erishish zarur. Dvigateldan chiqayotgan gazlarda SO ning miqdori ko'p bo'lgan avtomobillarni ishlatishga hozirning o'zidayok yo'l qo'yilmayapti. Odatdagi avtomobillardan qolishmaydigan elektromobillar yaratish imkoniyatlari va ishlatib bo'lingan gazlarida zararli moddalar bo'lmaydigan yoqilg'ilarni ishl-atish (masalan,

vodorod va kislorod aralashmasi bilan ishlaydigan dvigatellar) imkoniyatlari muhokama kilinmokda.

Er va suvni tejash maksadida butun-butun elektr stantsiyalari kompleksi qurish, birinchi navbatda suv bilan ta'minlash tsikli yopiq bo'lgan (atom) elektr stantsiyalari kurish maksadga muvofiq keladi.

Ko'rilayotgan tadbirlarning boshka bir yo'li energiyadan foydalanishning samaradorligini orttirishdan, energiyani iqtisod qilish uchun kurashdan iborat.

YUqorida tilga olingan muammolarni hal etish insoniyat hayoti uchun juda muhimdir. Atrof-muhitni muhofaza etish ishi er shari miqyosida tadbirlar ko'rishni talab etadi.

Issiqlik dvigatellarining asosiy turlari: bug'' turbinalari, ichki yonuv dvigatellari va reaktiv dvigatellardir.

Savol

1. *Qanday qurilma issiqlik dvigateli deb ataladi?*
2. *Issiqlik dvigatelida isitkich, sovitkich va ishchi jismning ahamiyati qanday?*
3. *Nima uchun issiqlik dvigatellarida okeanning ichki energiyasidan foydalanib bo'lmaydi?*
4. *Dvigatelning foydali ish ko'effitsienti deb nimaga aytiladi?*
5. *Issiqlik dvigateli foydali ish ko'effitsientining bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta qiymati nimaga teng?*

25 –Dars.

Mavzu: Elektr maydon. Kulon qonuni. Dielektrik singdiruvchanlik. Zaryadlangan jism atrofida va ichidagi maydon kuchlanganligi.

Reja:

- 1. Elektr zaryadini saqlanish qonuni.**
- 2. Kulon qonuni.**
- 3. Elektr maydoni.**
- 4. Elektr maydon kuchlanganligi.**

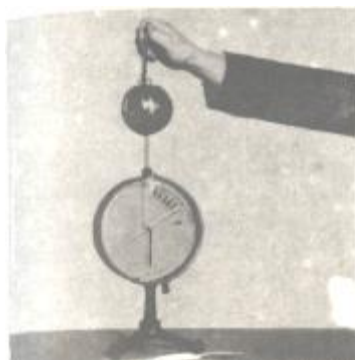
Qanday qilib makroskopik jismlar elektr zaryadi oladi? Xozir shu to'g'risida so'z yuritamiz.

Hamma jismlar tarkibida elektr zaryadli zarralar bo'lgani tufayli elektromagnit kuchlar tabiatda juda katta ahamiyatga ega. Atomning tarkibiy qismlari bo'lmish yadro va elektronlar elektr zaryadiga egadir.

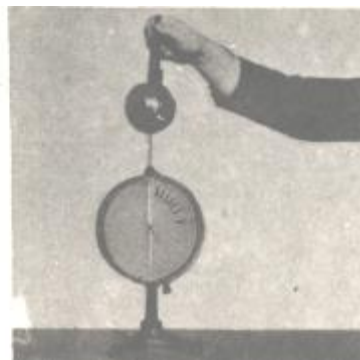
Jismlar o'rtasida elektromagnit kuchlarning ta'siri bevosita sezilmaydi, chunki odatdagi holatda jismlar elektr jihatdan neytral bo'ladi. Har qanday moddaning atomi neytraldir, chunki atomdagi elektronlar soni yadrodagi protonlar soniga teng. Musbat zaryadli zarralar bilan manfiy zaryadli zarralar bir-biriga elektr kuchlari bilan bog'langan bo'lib, ular neytral sistemalar hosil qiladi.

Makroskopik jismda bir xil ishorali zaryadga ega bo'lgan elementar zarralar ortiq bo'lgan holda bu jism elektr jihatdan zaryadlangan bo'ladi. Jismda elektronlar protonlardan ko'p bo'lsa, jismning zaryadi manfiy bo'ladi, elektronlar etishmasa, jismning zaryadi musbat bo'ladi.

Makroskopik jismni elektr jihatdan zaryadlash, ya'ni uni elektrlash uchun bir qism manfiy zaryadni u bilan bog'langan musbat zaryaddan ajratish kerak. Jismlarni bir-biriga ishqalab elektrlash mumkin. Agar quruq soch taroq bilan bir necha marta taralsa, juda harakatchan zaryadli zarralar bo'lgan elektronlar bir kismi sochdan tarokka o'tib, uni manfiy zaryadlaydi, soch esa musbat zaryadlanib qoladi.



a-rasm



b-rasm

Elektrlashda zaryadlarning teng bo'lishi. Ishqalab elektrlaganda ikkala jism ishorasi qarama-qarshi bo'lgan, biroq moduli teng bo'lgan zaryadlar olishini tajribada isbot qilish mumkin. Styerjeniga teshigi bor metall sfyera o'rnatilgan elektrometr va biri ebonitdan, ikkinchisi pleksiglasdan ishlangan uzun dastali ikkita plastinka olamiz. Bir-biriga ishqalanganda plastinkalar elektrlanadi. Plastinkalardan birini sfyera tegizmasdan sfyera ichiga kiritamiz. Agar plastinka musbat zaryadlangan bo'lsa elektrometr strelkasidagi va styerjenidagi elektronlarning bir qismi plastinkaga tortilib, sfyeraning ichki yuziga to'planadi. Bunda strelka musbat zaryadlanib, styerjendan itariladi (a-rasm). Agar birinchi plastinkani chetga olib ko'yib, sfyera ichiga ikkinchi plastinka kiritilsa, sfyeradagi va styerjendagi elektronlar plastinkadan itarilib, strelkada ortiqcha darajada to'planadi. Buning okibatida strelka oldingi tajribadagidek burchakka og'adi. Agar sfyera ikkala plastinka baravar kiritilsa, strelka og'may turadi (1, b-rasm). Bu hol plastinkalarning zaryadi moduli jihatidan teng, ishora jihatidan qarama-qarshi ekanligini isbotlaydi.

Jismlarning elektrlanishi va bu hodisadan texnikada foydalanish. Sintetik matolar ishqalanganda elektrlanish kuchliroq bo'ladi. Quruq havoda neylon ko'ylakni echganda charsillagan tovush chikadi. Ishqalanuvchi sirtlarning zaryadlangan qismlari orasida mayda uchqunchalar chiqadi. Ishlab chiqarish

korxonalarida bunday hodisalarni e'tiborga olishga to'g'ri keladi. Masalan, to'qimachilik fabrikalarida iplar ishkalanish hisobiga elektrlanib qolib, urchuk va g'altaklarga tortilib uziladi. Yigirilgan ip o'ziga chang tortib kirlanadi. Iplarning elektrlanib kolishiga qarshi maxsus choralar ko'rishga to'g'ri keladi.

Jismlarning jips tekkanda elektrlanishi hodisasidan zamonaviy nusxa ko'chirish qurilmalarida («Yera», «Ksyeroks» va boshkalarda) foydalaniladi.

Elektr zaryadining saklanish qonuni

Plastinkalarning elektrlanishiga oid tajribalar shuni isbot qiladiki, dastlabki paytda neytral bo'lgan jismlardagi zaryadlar ishqalab elektrlashda qayta taqsimlanadi. Elektronlarning ozroq qismi bir jismdan ikkinchisiga o'tadi. Bunda yangi zaryadli zarralar paydo bo'lmaydi, oldin bor bo'lganlari yo'kolmaydi.

Jismlarni elektrlashda elektr zaryadining saqlanish qonuni bajariladi. Bu qonun tashqaridan zaryadli zarralar kirmaydi-gan va tashkariga bunday zarralar chiqmaydigan systema uchun, ya'ni yopik, sistema uchun o'rinlidir. YOpiq sisteyashda barcha zarralar zaryadlarining algebraik yig'indisi o'zgarmay qolave-radi. Agar zarralarning zaryadini q_1 , q_2 va hokazo bilan belgilansa, u holda

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{sonst}$$

Zaryadning saqlanish kbnunining ma'nosi juda chuqur. Agar zaryadli elementar zarralarning soni o'zgarmasa, zaryadning saklanish qonuni to'g'ri bo'lishi ravshan. Lekin elementar zarralar bir-biriga aylanishi, yangidan paydo bo'lishi va yangi zarralarga o'rin bo'shatib yo'qolishi mumkin. Biroq hamma hollarda zaryadli zarralar juft-jufti bilan paydo bo'ladi, bular zaryadining moduli teng va ishorasi qarama-qarshi bo'ladi. Zaryadli zarralar neytral zarralarga aylanishda, ham faqat juft-jufti bilan yo'qoladi. Hamma hollarda zaryadlarning yig'indisi ayni bir xil bo'lganicha qolavyeradi.

Elementar zarralarning bir-biriga aylanishlari ustida o'tkazilgan juda ko'p kuzatishlar zaryadning saqlanish qonuni to'g'ri ekanligini tasdiqlaydi. Bu qonun elektr zaryadning eng asosiy xossalaridan birini ifodalaydi. Zaryadning nima sababdan saqlanishi haligacha ma'lum emas.

Elektrostatikaning asosiy qonuni - kulon qonuni

Bu qonunni fransuz fizigi SH a r l K u l o n 1785 yilda tajribada topgan, shuning uchun bu qonun uning nomi bilan ataladi.

Tabiatda nuqtaviy zaryadlangan jismlar yo'q. Lekin jismlar orasidagi masofa ularning o'lchamlaridan ko'p marta ortiq bo'lsa, zaryadlangan jismlarning shakli %am, o'lchamlari ham ular orasidagi o'zaro ta'sirga sezilarli ta'sir qilmaydi. Bu holda jismlarni nuqtaviy jismlar deb hisoblash mumkin. Butun olam tortishish qonuni ham nuqtaviy jqsmlar uchun ta'riflanganini esga oling.

Zaryadli jismlarning o'zaro ta'sir kuchi bu jismlar orasidagi muhitning xossalariga bog'liq. Hozircha zaryadli jismlar vakuumda o'zaro ta'sir qilishyapti deb hisoblaymiz. Lekin tajribaning ko'rsatishicha, havo zaryadli jismlarning o'zaro ta'sir kuchiga juda kam ta'sir ko'rsatadi: o'zaro ta'sir kuchi havoda deyarli vakuumdagidek bo'lar ekan.

Kulon tajribalari. Elektr zaryadlari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari katta bo'lgani tufayli elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir qonuni osongina topilgan. Bu yerda juda sezgir asboblari ishlatishga ehtiyoj tug'ilmagan, holbuki butun olam

tortishish Qonunini Yerda tekshirib ko'rishda juda sezgir asboblari ishlatishga to'g'ri kelgan edi. Zaryadli qo'zg'almas jismlar bir-biri bilan qanday o'zaro ta'sir qilishi buralma tarozida aniqlandi.

Buralma tarozi ingichka elastik simga osib ko'yilgan shisha tayoqchadan iborat. Tayoqchani bir uchiga kichkina a metal sharcha, ikkinchi uchiga s posangi mahkamlab qo'yilgan. Yana bir b metall sharcha tarozining qopqog'iga qimirlamaydigan qilib o'rnatilgan.

Sharchalarga bir xil ishorali zaryadlar byerilganda ular bir-biridan itariladi. SHarchalarni tayinli bir masofada tutib turish uchun elastik simni biror burchakka burishga to'g'ri keladi. Simning burilish burchagiga qarab sharchalarning o'zaro ta'sir kuchi aniqlanadi.

Buralma tarozi zaryadli sharchalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchining zaryadlarga va ular orasidagi masofaga bog'liqligini o'rganishga imkon beradi. U zamonlarda kuch va masofani o'lchay bilganlar. Yagona qiyinchilik zaryadning o'zini o'lchashda bo'lgan, uni o'lchash uchun hatto birliklar ham bo'lmagan. Kulon sharchalardan birining zaryadini 2, 4 va hokazo marta o'zgartirishning sodda usulini topdi, buning uchun u sharchani zaryadsiz xuddi shunday boshqa sharchaga uladi. Bunda zaryad sharchalarga teng taqsimlangan, natijada tekshirilayotgan zaryad ma'lum nisbatda kamaygan. Kuchning yangi zaryadga munosib yangi qiymati tajribada topilgan.

Kulon qonuni. Kulon tajribalari tufayli butun olam tortishish qonuniga o'xshashligi bilan kishini hayratda qoldira-digan qonun kashf etilgan. Vakuumdagi joylashgan zaryadli qo'zg'almas nuqtaviy ikki jismning o'zaro ta'sir kuchi ularning zaryadlari modullarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional. Bu kuch Kulon kuchi deb ataladi. Zaryadlarning modullarini $|q_1|$ va $|q_2|$ bilan, ular orasidagi masofani r bilan belgilasak, Kulon qonuni

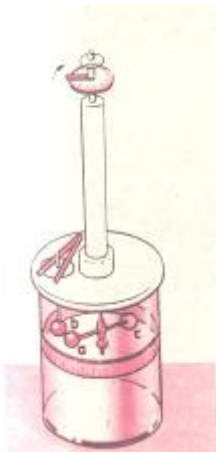
$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

shaklida yoziladi, bu yerda k — proporsionallik koeffitsienti; k koeffitsient son jihatdan oralaridagi masofa uzunlik birligiga teng bo'lgan birlik zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchiga teng. Bu koeffitsientning qiymati qanday birliklar sistemasi olinganiga bog'liq.

Butun olam tortishish qonunining shakli ham xuddi kabi bo'ladi, faqat tortishish qonunida zaryadlar o'rnida massa katnashadi. k koeffitsient o'rnida esa gravitasion doimiy turadi. Ipga osib qo'yilgan zaryadli ikkita sharcha bir-biriga tortiladi yoki bir-biridan itariladi. Bundan zaryadli qo'zg'almas ikkita nuqtaviy jism orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari bu jismlarni tutashtiruvchi to'g'ri chiziqli bo'ylab yo'nalgan, degan xolos chiqadi. Bunday kuchlar markaziy kuchlar deb ataladi. Nyutonning uchinchi qonuniga asosan, $\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$.

Kulon qonunining kashf etilishi elektr zaryadining xossalari o'rganish yo'lidagi dastlabki qadamdir. Jismlarda yoki elementar zarralarda elektr zaryadining borligi ularning bir-biriga Kulon qonuniga muvofiq ravishda ta'sir ko'rsatishini bildiradi.

fizik

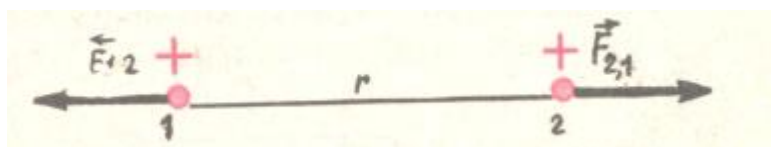


Elektr zaryadining birligi

Elektr zaryadi deb atalgan yangi fizik kattalik kiritildi. Bu kattalik uchun birlik tanlab olish kiyerak. Bu tanlash boshqa kattaliklarning birligini tanlash kabi ixtiyoriy ravishda bo'lishi lozim. Bu yerda gap faqat qanday birlik maqsadga muvofiq ekanligidadir.

Elektr zaryadining birligi qilib massa etaloni — kilogrammga o'xshash makroskopik etalon tanlash mumkin emas, chunki zaryad mukarrar ravishda oqib ketib turadi. Zaryad birligi sifatida elektron zaryadini qabul qilish tabiiy bo'lar edi (hozir atom fizikasida xuddi shunday qilingan). Lekin, elektronning zaryadi juda kichik, shuning uchun uni zaryad birligi sifatida ishlatish hamma vaqt ham qulay

bo'lavermaydi.



Zaryad birligi — kulon. Xalqaro birliklar sistemasida (SI)da zaryad birligi asosiy birlik bo'lmay, hosilaviy birlikdir va uning uchun etalon belgilanmaydi. SI da metr, sekund va kilogramm bilan bir katorida elektr kattaliklarni o'lchashning yana bir asosiy birligi, ya'ni tok kuchi birligi — ampyer ishlatiladi. Ampyerning etalon qiymati toklarning magnit o'zaro ta'sirlari orqali aniqlanadi.

CI da zaryadning kulon deb atalgan birligi tok kuchining birligi orqali aniqlanadi. 1 kulon (Kl) — tok kuchi 1 A bo'lganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan 1 s ichida o'tadigan zaryaddir.

Kulon qonuni SI birliklarida ifodalanganda undagi k koeffisient $\frac{H \cdot m^2}{Kl^2}$ bilan ifodalanadi, chunki (1) formulaga asosan,

$$k = \frac{Fr^2}{|q_1||q_2|}$$

bo'lib, zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi nbyuton hisobida, masofa metr hisobida va zaryad kulon hisobida ifodalanadi. Bu koeffisientning son qiymatini tajribadan aniqlash mumkin. Buning uchun bir-biridan ma'lum bir g maooxada turgan ikkita ma'lum zaryad o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchini o'lchash hamda F, r, $|q_1|$ va $|q_2|$ larning qiymatlarini formulaga qo'yish lozim. k ning topilgan qiymati quyidagiga teng:

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{H \cdot m^2}{Kl^2}$$

1 Kl juda katta zaryad. Har biri 1 Kl dan bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryad orasidagi masofa 1 km bo'lganda ular o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchi massasi 1 t bo'lgan yukning Yerga tortilish kuchidan salgina kichik bo'ladi. SHuning uchun o'lchamlari bir necha metr chamasida bo'lgan chog'roq jismga 1 Kl zaryad byerib bo'lmaydi. CHunki zaryadli zarralar bir-biridan itarilib, jism sirtida turib qololmaydi. Bu sharoitda zaryadlarning bir-birini itarish kuchini (Kulon kuchini)

muvozanatlaydigan hech kanday boshqa kuch tabiatda yo'q. Lekin butunicha neytral bo'lgan o'tkazgichda 1 Kl zaryadni harakatga keltirish qiyin emas. Quvvati 100 Vt bo'lgan odatdagi elektr lampochkasida 127 V kuchlanishda 1 A dan salgina kam tok qaror topadi. Bu holda 1 s ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan deyarli 1 Kl zaryad o'tadi.

Tabiatda mavjud bo'lgan eng kichik zaryad elementar zarralarning zaryadidir. CI birliklarida bu zaryadning moduli quyidagiga teng:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$$

Elektr doimiysi. SI da k koeffisient

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

shaklida yoziladi.

ϵ_0 miqdor (ϵ — grekcha harf, «epsilon» deb o'qiladi) elektr doimiysi deb ataladi. ϵ_0 ning qiymati quyidagiga teng:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Kl}^2}{\text{H} \cdot \text{m}^2}$$

Bundan buyon biz formulalar yozuvini oddiyroq qilish uchun formulalarda k ning ifodasini emas, balki o'zini yozamiz (zarur bo'lgan hollargina bundan mustasnodir).

CI da zaryadning birligi — kulon tok kuchining birligi — ampyer yordamida belgilanadi. Elementar elektr zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$.

Elektr maydon

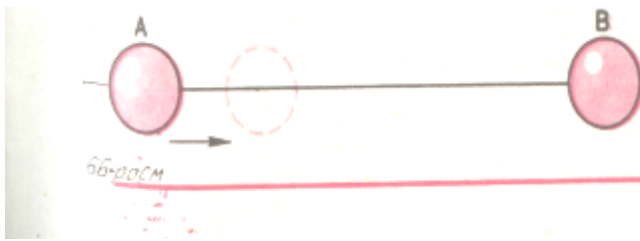
Faradey g'oyalari. Ulug' ingliz olimi Maykl Faradey yaqindan ta'sir qilish tasavvurlari tomon keskin 6urilish yasadi. Maksvell bu tasavvurlarni nihoyasiga etkazdi.

Olisdan ta'sir qilish nazariyasiga binoan, bir zaryad ikkinchisining borligini bevosita «sezadi». Zaryadlardan biri, masalan, A zaryad (4-rasm) siljiganda ikkinchi V zaryadga ta'sir qiluvchi kuch uz qiymatini darhol o'zgartiradi. Lekin bunda va V zaryadning o'zida, na uning atrofidagi fazoda hech kanday o'zgarish yuz byermaydi.

Faradeyning g'oyasiga asosan esa, elektr zaryadlari bir-biriga bevosita ta'sir qilmaydi. Ulardan har biri atrofdagi fazoda elektr maydoni hosil qiladi. Bir zaryadning maydoni ikkinchi zaryadga ta'sir qiladi, ikkinchisining maydoni birinchi zaryadga ta'sir qiladi. Zaryaddan uzoqlashilgan sari maydon zaiflasha boradi.

Dastlab bu g'oya Faradeyning bir jismning ta'siri ikkinchisiga bo'shliq orqali uzatila olmaydi, degan ishonchinigina ifodalagan.

Maydonning bor ekanligi isbotlangan emas edi. Faqat qo'zg'almas zaryadlarning o'zaro ta'sirini tekshirish bilan maydonning borligini isbotlab bo'lmaydi. Harakatlanuvchi zaryadli zarralarning elektromagnit o'zaro ta'sirlarini o'rganilgandan keyingina yakindan ta'sir qilish nazariyasi yaxshi natijalarga yerishdi. Dastlab vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan maydonlar borligi isbot etildi va shundan keyingina qo'zg'almas zaryadlar elektr maydonning borligi to'g'risida xo'losa chiqarildi.



Elektromagnit o'zaro ta'sirlarning tarqalish tezligi. Fara-deyning g'oyalariga asoslanib, Maksvell elektromagnit o'zaro ta'sirlar fazoda chekli tezlik bilan tarqalishini nazariy ravishda isbotlab byerdi.

Yaqindan ta'sir qilish nazariyasini olisdan ta'sir qilish nazariyasidan farqlovchi asosiy g'oya o'zaro ta'sirlashuvchi jismlar orasidagi fazoda chekli vaqt davom etadigan ma'lum bir jarayon bor, degan g'oyadir. Bu ikki nazariyani tasdiqlash uchun keltirilgan boshqa dalillarning hech qaysisi hal qiluvchi dalil bo'lolmaydi. To'g'ri, zaryadlarni ko'chirganda o'rinli bo'ladigan tenglikni tajribada tekshirib ko'rish kiyin, chunki c tezlikning qiymati juda katta. Lekin radio ixtiro etilgan keyingi hozirgi davrda bunga ehtiyoj ham yo'q.

Radioto'lqinlar. Elektromagnit to'ltinlar vositasida axborot uzatish radioaloka deb ataladi. Hozir siz Venyeraga 122 Yaqinlashib borayotgan kosmik stansiyadan Yyerga radioto'lqin to'rt minutdan salgina ortiq vaqt ichida yetib keladi, degan xabarni razetalardan o'qishingiz mumkin. Bu kosmik stansiya o'sha sayyoraning atmosferasida yonib ketgan taqdirda ham u yuborgan radioto'ltinlar boshqa jismlarda yutilguncha fazoda uzoq vaqt daydib yurishi mumkin. SHunday qilib, elektromagnit maydon real borliq sifatida namoyon bo'ladi.

Elektr maydon nima? Elektr maydon haqiqatda bor ekanligini biz yaxshi bilamiz. Biz uning xossalari tajribada tadqiq qila olamiz. Lekin biz bu maydonning nimadan iborat ekanligini ayta olmaymiz. Bu yerda biz fy-nDa ma'lum bo'lgan faktlar chegarasiga kelib takalamna.

Bino g'isht, plita va hokazolardan iborat. Ular esa o'z navbatida, molekulalardan, molekulalar atomlardan tuzilgan. Atomlar elementar zarralardan tuzilgan. Biz hozircha elementar zarralardan soddaroq zarralarni bilmaymiz. Elektr maydonga kelganda ham gap xuddi shunday. Biz maydondan soddarok hech narsani bilmaymiz. SHuning uchun elektr maydonning tabiati to'g'risida biz faqat kuyidagi fikrlarni ayta olamiz:

birinchidan, maydon moddiydir: u bizga va bizning uni bilishimizga bog'liq bo'lmagan holda mavjuddir; ikkinchidan, maydonning ma'lum xossalari borki, bu xossalari uni tevarak atrofdagi boshqa narsalar bilan chalkashtirib yuborishga yo'l qo'ymaydi.

Bu xossalarni aniqlash elektr maydon nima, degan tasavvurni shakillantiradi.

Elektr maydonni o'rganishda biz matyeriyaning harakati Nbyuton mexanikasi qonunlariga bo'ysunmaydigan alohida bir turiga duch kelamiz. Elektr maydonning kashf etilishi bilan butun fan tarixida birinchi marta: matyeriyaning turli ko'rinishlari mavjud va ulardan xar birining o'ziga xos qonunlari bor, degan chuqur g'oya paydo bo'ldi.

Elektr maydonning asosiy xossalari. Elektr maydonning asosiy xossasi — uning elektr earyadlariga biror kuch bilan ta'sir qilishidir. Zaryadga ko'rsatilayotgan ta'sirga qarab maydonning mavjudligi, uning fazodagi taksimoti aniqlanadi, uning hamma xarakteristikalarini o'rganiladi.

Qo'zg'almas zaryadlarning elektr maydoni elektrostatik maydon deb ataladi, Bu maydon vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi. Elektro-statik maydonni faqat elektr zaryadlari hosil qiladi. Bu maydon zaryadlar atrofidagi fazoda mavjud bo'lib, ular bilan uzviy bog'liqdir.

Biz elektrodinamikani o'rgana borganimiz sari elektr maydonning yangi-yangi xossalari bilan tanisha boramiz. Vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan elektr maydon bilan ham tanishamiz, bu maydon zaryadlar bilan uzviy bog'langan emas. Statik va o'zgaruvchan maydonlarning ko'p xossalari bir xil bo'ladi. Birok ular o'rtasida muhim farqlar ham mavjud. Agar maydonning

biror xossasi statik maydonlarga ham, o'zgaruvchan maydonlarga ham bir xilda taalluqli bo'lsa, maydonning xossalarini tilga olganda bu maydonni soddagina qilib elektr maydon deb ataymiz.

Yaqindan ta'sir qilish nazariyasiga asosan, zaryadlangan zarralar orasidagi o'zaro ta'sir elektr maydon vositasida amalga oshiriladi. Elektr maydon matyeriyaning alohida shakli bo'lib, u bizning bu maydon to'g'risidagi bilimlarimizdan qat'i nazar mavjud bo'ladi. Elektr maydon realligining isboti elektromagnit o'zaro ta'sirlarning chekli tezlik bilan tarqalishidir.

Savol.

- 1. Yaqindan ta'sir qilish nazariyasining olisdan ta'sir qilish nazariyasidan farqi nimada?*
- 2. Elektrostatik maydonning asosiy xossalarini aytib byering.*
- 3. Elektrostatik maydon deb nimaga aytiladi?*
- 4. Klon qonunini ifodalab byering?*
- 5. Nuqtaviy zaryad deb qanday zaryadga aytiladi?*

27-Dars.

Mavzu: Elektr maydon bajargan ishi. Potensiallar ayirmasi. Potensiallar ayirmasi bilan bir jinsli maydonning kuchlanganligi orasidagi bo'glanish.

Reja:

- 1. Elektr maydon bajargan ishi.**
- 2. Potensiallar ayirmasi.**
- 3. Potensiallar ayirmasi bilan bir jinsli maydonning kuchlanganligi orasidagi bo'glanish.**

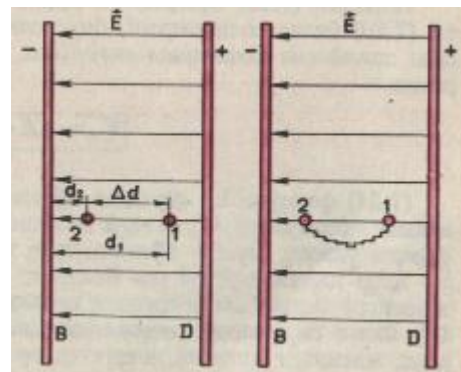
Zaryadli jismlar bir-birini tortadi yoki bir-biridan itariladi. Zaryadli jismlar, masalan, elektroskop yaproqchalari ko'chganda ular orasida ta'sir etuvchi kuchlar ish bajaradi. Mexanikadan ma'lumki, jismlarning bir-biri bilan qiladigan o'zaro ta'siri tufayli ish bajara oladigan sistema potensial energiyaga ega bo'ladi. Binobarin, zaryadli jismlar sistemasi potensial energiyaga egadir va bu energiya elektrostatik energiya yoki elektr energiyasi deb ataladi.

Potensial energiya tushunchasi elektrostatikadagi eng qiyin tushunchadir. Eslab ko'ring-a, mexanikada potensial energiyani tasavvur etish naqadar kiyin bo'lgan edi. Kuchni biz bevosita sezamiz, potensial energiyani esa sezmaymiz. Binoning beshinchi qavatida bizning tanamizning potensial energiyasi birinchi kavatidagidan katta. Lekin biz buni hech idrok etmaymiz. Yuqoriga ko'tarilishda ish bajarishga to'g'ri kelganligini shuningdek, beshinchi qavatdan yiqilganda nima bo'lishini tasavvur etsak fark tushunarli bo'lib koladi.

Atomda elektronlarning yadro bilan qiladigan o'zaro ta'siri energiyasi va molekulada atomlarning o'zaro ta'sir energiyasi (ximiyaviy energiya) asosan elektr energiyasidir. Atom yadrosi ichida ulkan elektr energiyasi bor. Atom elektr stansiyasining yadro reaktori ishlayotganda xuddi mana shu energiya hisobiga issiqlik chikadi.

Yakindan ta'sir qilish nazariyasi nuqtai nazaridan, zaryadga boshqa zaryadlar hosil qilgan elektr maydon bevosita ta'sir kiladi. Zaryadni ko'chirishda unga maydon tomonidan qo'yilgan kuch ish bajaradi. (Bundan buyon qisqalik uchun maydonning kuchi ish bajaradi deb emas, balki maydon ish bajaradi deb gapiramiz). SHuning uchun zaryadli jism elektr maydonida energiyaga ega deyish mumkin. Bir jinsli elektr maydondagi zaryadning potensial energiyasini topamiz.

Zaryadni bir jinsli elektrostatik maydonda ko'chirishda bajarilgan ish. Zaryadlarining ishorasi qarama-qarshi bo'lgan katta metall plastinkalar bir jinsli maydon hosil qiladi. Yyer yuziga yaqin joylarda turgan toshga Yyer o'zgarmas $F = mg$ kuch bilan ta'sir kilgani kabi, bu maydon ham q zaryadga o'zgarmas $\vec{F} = q\vec{E}$ kuch bilan ta'sir qiladi. Plastinkalar vyertikal turgan (rasm), chapdagi V plastinka manfiy, o'ngdagi D plastinka musbat zaryadlangan bo'lsin. Musbat q zaryadni B



plastinka-dan d_1 masofada turgan 1 nuqtadan o'sha plastinkadan d_2 masofada turgan 2 nuqtaga ko'chirishda maydon bajaradigan ishni hisoblab chiqaramiz: $d_2 < d_1$ bo'lib, 1 va 2 nuqtalar ayni bir kuchlanganlik chizig'ida joylashgan.

yo'lning $\Delta d = d_1 - d_2$ qismida elektr maydon musbat ish bajaradi:

$$A = qE(d_1 - d_2) = -(qEd_2 - qEd_1)$$

Og'irlik kuchining ishi traektoriyaning shakliga bog'liq bo'lma-gani kabi, bu ish ham zaryad traektoriyasining shakliga bog'liq emas. Buni bevosita hisoblashlar bilan isbot qilamiz.

Zaryadni 1 va 2 nuqtalarni tutashtiruvchi ixtiyoriy egri chiziq bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ishni hisoblab chiqaramiz. Ishni hisoblashda zaryadning silliq egri chiziq bo'ylab ko'chishini pog'onalari istagancha kichik bo'lgan pog'onali chiziq bo'ylab ko'chish bilan almashtirish mumkin. Kuchlanganligi F ga pyerpendikulyar bo'lgan pog'onalar bo'ylab ko'chishda ish bajarilmaydi. $\vec{E}$ ga parallel bo'lgan pog'onalar bo'ylab ko'chishda esa ish bajariladi, chunki gorizontal kesmalar uzunliklarining yig'indisi $\Delta d = d_1 - d_2$ ga teng.

Potensial energiya. Agar ish jism traektoriyasining shakliga bog'liq bo'lmasa, bu ish potensial energiya o'zgarishining teskari ishora bilan olingan qiymatiga teng:

$$A = -(W_{p_2} - W_{p_1}) = -\Delta W_p.$$

Bu to'g'rida IX sinf fizikasi kursida batafsil gapirilgan.

Topilgan ifodani potensial energiyaning umumiy ta'rif bilan solishtirsak, bir jinsli elektrostatik maydondagi zaryadning potensial anyergiyasi quyidagiga teng ekanini ko'ramiz:

$$W_p = qEd.$$

Quyidagi formula yyer sirtidan ko'tarilgan jism potensial energiyasining formulasi $W_p = mgh$ ga o'xshaydi. Biroq zaryad q massadan farqli o'laroq, musbat bo'lishi ham, manfiy bo'lishi ham mumkin.

Agar maydon musbat ish bajarsa, u holda maydondagi zaryadli jismning potensial energiyasi kamayadi: $\Delta W_p < 0$.

Shu bilan bir vaqtda energiyaning saqlanish qonuniga asosan, zaryadli jismning kinetik energiyasi ortadi. Elektron lampalar, televizion¹ trubkalar va hokazolarda elektr maydonning elektronlarni tezlashtirishi ana shunga asoslanadi. Aksincha, agar maydon manfiy ish bajarsa (masalan, musbat zaryadli zarra kuchlanganlik $\vec{F}$ ga qarshi yo'nalishda harakatlenganda (bu harakat yuqoriga otilgan toshning harakatiga o'xshaydi), u holda $\Delta W_p > 0$ bo'ladi. Potensial energiya ortadi, kinetik energiya kamayadi: zarra tormozlanadi.

Zaryad boshlang'ich nuqtaga qaytib keladigan holdagi yopiq traektoriyada harakat qilganda maydon bajargan ish nolga teng:

$$A = -\Delta W_p = -(W_{p_2} - W_{p_1}) = 0.$$

Potensial energiyaning nolinch sathi. B plastinkaning sirtida zaryadning potensial energiyasi nolga teng. Bu potensial energiyaning nolinch sathi B plastinka bilan ustma-ust tushishini bildiradi. Lekin butun olam tortishish kuchlari bilan qilinganidek, bunda ham potensial energiyaning nolinch sathi ixtiyoriy tanlanadi. B plastinkadan d_2 masofada $W_p = 0$ deb hisoblash mumkin. U holda

$$W_p = qEd - qEd_2.$$

Potensial energiyaning o'zi emas, balki uning qiymatlarining zaryadni boshlang'ich vaziyatdan oxirgi vaziyatga ko'chirishda maydon bajargan ish bilan aniqlanadigan ayirmasi fizik ma'noga ega.

Elektrostatik maydondagi zaryadli zarralar potensial energiyaga ega. Zarrani maydonning bir nuqtasidan boshqa nuqtasiga ko'chirganda elektr maydon traektoriyani shakliga bog'liq bo'lmagan ish bajaradi. Bu ish potensial energiya o'zgarishining «Manfiy» ishora bilan olinganiga teng.

Savol.

1. *Potensial energiyaning o'zgarishi elektr maydonning ishi bilan qanday bog'langan?*
2. *Bir jinsli elektr maydondagi zaryadli zarraning potensial energiyasi nimaga teng?*
3. *Maydon potentsiali zaryad miqdoriga bog'liqmi?*
4. *Nuqtaviy zaryadning maydon potentsiali nimaga teng?*

27-Dars.

Mavzu: Elektr maydonda o'tkazgichlar va dielektriklar. o'tkazgichlarning elektr sig'imi. kondensatorlar va ularni ulash. Elektr maydon energiyasi va energiya zichligi.

Reja:

- 1. Elektr maydonda o'tkazgichlar va dielektriklar.**
- 2. O'tkazgichlarning elektr sig'imi.**
- 3. Kondensatorlar va ularni ulash.**
- 4. Elektr maydon energiyasi va energiya zichligi.**

Amaliyot uchun muhim bo'lgan bir masalani aniqlashtirib olamiz: qanday sharoitda elektr o'tkazuvchi jismlarda ko'p elektr zaryadi to'plash mumkin?

Jismlarni zaryadlashning har qanday usulida, masalan, ishqalash yo'li bilan zaryadlashda, elektrostatik mashina yoki galvanik element vositasida zaryadlashda va shu kabi usullarda dastlab neytral bo'lgan jismlar bir jismdan boshqasiga biror miqdor zaryadli zarralar o'tishi tufayli zaryadlanadi. Odatda bu zarralar elektronlar bo'ladi.

Ikki o'tkazgich zaryadlanganda (masalan, elektrostatik mashina vositasida zaryadlanganda) ulardan biri $+|q|$ zaryad, ikkinchisi $-|q|$ zaryad oladi. O'tkazgichlar orasida elektr maydon paydo bo'ladi va potentsiallar ayirmasi (kuchlanish) yuzaga keladi. Kuchlanish ortganda o'tkazgichlar orasidagi elektr maydon kuchayadi.

Kuchli elektr maydonida (kuchlanish yuqori bo'lganda) dielektrik (masalan, havo) elektr o'tkazuvchi bo'lib qoladi. Bu holda dielektrik teshiladi: O'tkazgichlar orasidan uchqun chiqadi va ular zaryadsizlanadi. O'tkazgichlarning zaryadi ortganda ular orasidagi kuchlanish qanchalik sekin ortsa, ularda shunchalik ko'p zaryad to'plash mumkin.

Elektr sig'imi. Ikki o'tkazgichning elektr zaryadi to'play olish qobiliyatini ifodalaydigan fizik kattalik kiritamiz. Bu kattalik elektr sig'imi deb ataladi.

Ikki o'tkazgich orasidagi kuchlanish U o'tkazgichlarning sirtidagi elektr zaryadiga proporsionaldir.

Haqiqatda ham, agar zaryadlar ikki marta orttirilsa, elektr maydonning kuchlanganligi ham ikki marta katta bo'lib qoladi. Binobarin, zaryadni ko'chirishda maydon bajaradigan ish ham ikki marta ortadi, ya'ni kuchlanish ikki marta ortadi. Shuning uchun o'tkazgichlardan biridagi zaryad q ning (ikkinchi o'tkazgichda xam moduli xuddi shunday bo'lgan zaryad bor) bu o'tkazgich bilan qo'shni o'tkazgich orasidagi potentsiallar ayirmasiga nisbati zaryadga bog'liq emas. Bu nisbat faqat o'tkazgichlarning geometrik o'lchamlari, shakli va bir-biriga nisbatan joylashishiga, shuningdek atrofdagi muhitning elektr xossalriga (ϵ dielektrik singdiruvchanligiga) bog'liq bo'ladi. Bu hol ikki o'tkazgichning elektr sig'imi degan tushuncha kiritishga imkon beradi.

Ikki o'tkazgichning elektr sig'imi deb ulardan biridagi elektr zaryadning bu o'tkazgich bilan qo'shni o'tkazgich orasidagi potentsiallar ayirmasi nisbatiga aytiladi:

$$C = \frac{Q}{\varphi}$$

O'tkazgichlarga $+|q|$ va $-|q|$ zaryadlar byerilganda U kuchlanish qanchalik kichik bo'lsa, o'tkazgichlarning elektr sig'imi shunchalik katta bo'ladi. Dielektrikni teshish darajasiga yetkazmasdan o'tkazgichlarda katta zaryadlar to'plash mumkin. Biroq elektr sig'imining o'zi na o'tkazgichlarga byerilgan zaryadlarga, na paydo bo'ladigan kuchlanishlarga bog'lik emas.

Ba'zan bitta o'tkazgichning elektr sig'imi bilan ish ko'riladi. Agar o'tkazgich yakkalangan bo'lsa, ya'ni u boshqa o'tkazgichlardan o'z o'lchamlariga nisbatan katta bo'lgan masofada tursa, bu tushuncha ma'noga ega bo'ladi. Masalan, elektr o'tkazuvchi sharning elektr sig'imi bunga misoldir. Bunda ikkinchi o'tkazgich rolini shar atrofidagi uzokrokda turgan jismlar o'ynaydi.

Elektr sig'imining birliklari. Elektr sig'imining birligi formula yordamida aniqlanadi.

Agar ikki o'tkazgichga $+1Kl$ va $-1Kl$ zaryad byerilganda ular orasida 1 V potentsiallar ayirmasi hosil bo'lsa, bu ikki o'tkazgichning sig'imi bir birlikka teng bo'ladi. Bu birlik farad (F) deb ataladi. $1F = 1Kl/V$

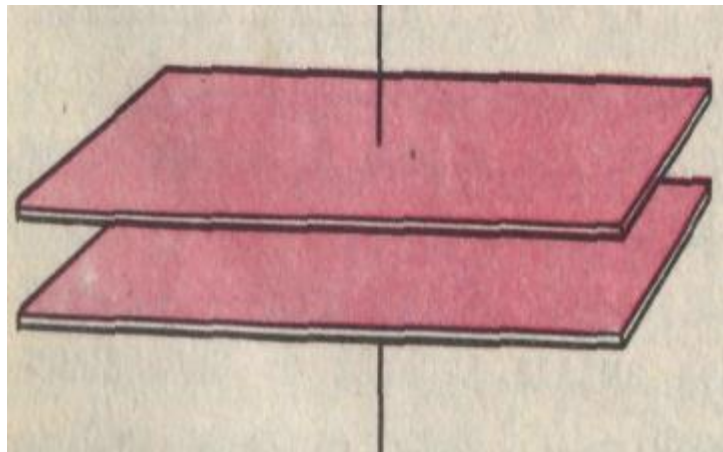
1 Kl zaryad juda katta bo'lgani uchun 1 F ga teng sig'im ham juda katta bo'ladi. Shuning uchun amalda ko'pincha bu birlikning ulushlari — mikrofard (mkF) = 10^{-6} F va pikosrarad (pF) = 10^{-12} F ishlatiladi.

O'tkazgichlarning muhim xarakteristikasi elektr sig'imidir. O'tkazgichlarga qarama-qarshi ishorali zaryadlar byerilganda ular orasida potentsiallar ayirmasi qanchalik oz bo'lsa, elektr sig'imi shunchalik katta bo'ladi.

Elektr sig'imi juda katta bo'lgan o'tkazgichlar sistemasini har qanday radiopriyomnikda ko'rishingiz yoki magazinda sotib olishingiz mumkin. U kondensator deb ataladi. Siz hozir kondensator kanday tuzilganini va ularning elektr sig'imi nimaga bog'liq bo'lishini bilib olasiz.

Kondensator. Ikki o'tkazgichdan iborat bo'lgan sistemalarning elektr sig'imi katta bo'ladi. Bular kondensatorlar deb ataladi. Kondensatorlar ikki o'tkazgich bo'lib, bu o'tkazgichlar orasiga qalinligi ularning o'lchamlaridan juda kichik bo'lgan dielektrik qatlam qo'yiladi. Bu xolda o'tkazgichlar kondensator qoplamlari deb ataladi.

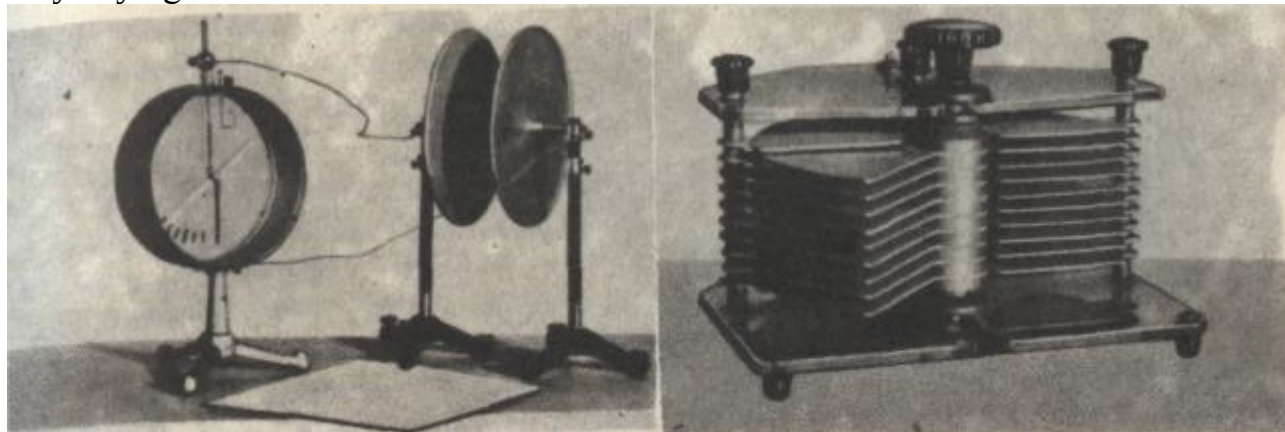
Eng oddiy yassi kondensator bir-biriga juda yaqin qilib qo'yilgan ikkita bir xil plastinkadan iborat bo'ladi. Agar plastinkalarning zaryadi modul jihatidan teng va



qarama-qarshi ishorali bo'lsa, u holda elektr maydonning kuch chiziqlari kondensatorning musbat zaryadlangan qoplamasida boshlanib, manfiy zaryadlangan qoplamasida tugaydi. Shuning uchun elektr maydon deyarli butunlay kondensator ichida to'plangan bo'ladi.

Ikkita konsentrik sfyeradan iborat bo'lgan sfyerik kondensator-da butun maydon qoplamalar orasida to'plangan bo'ladi.

Kondensatorni zaryadlash uchun uning qoplamalarini kuchlanish manbaining, masalan, akkumulyator batareyasining qutblariga ulash kyerak. Yoki bir qoplamani bir qutbi yyerga ulangan batareyaning qutbiga, ikkinchi qoplamani esa yyerga ulash kyerak. Bu holda yerga ulangan qoplamada modul jihatdan ikkinchi koplamaning zaryadiga teng va ishorasi teskari bo'lgan zaryad qoladi. Moduli xuddi shunday zaryad yerga o'tib ketadi.



Kondensatorning zaryadi deganda qoplamalardan biridagi zaryadning absolyut qiymati tushuniladi.

Kondensatorning elektr sig'imi formula bilan aniqlanadi.

Atrofdagi jismlarning elektr maydonlari kondensatorning ichiga deyarli o'tmaydi va qoplamalar orasidagi potentsiallar ayirmasiga ta'sir qilmaydi. Shuning uchun amalda kondensatorning elektr sig'imi uning atrofida jismlarning bor yo'qligiga bog'liq emas.

Leyden bankasi deb atalgan birinchi kondensator XVIII asr o'rtalarida ixtiro qilingan. Simobli shisha bankaga qo'yilgan mix katta elektr zaryadi to'plashi ma'lum bo'lib qolgan. Bunday kondensatorlarda simob bir qoplama bo'lib, bankani ushlab turgan tajribachining kafti ikkinchi koplama bo'lgan. Keyincha-lik ikkala koplama ham yupqa jez yoki stanioldan qilinadigan bo'ldi.

Yassi kondensatorning elektr sig'imi yassi kondensatorning sig'imini hisoblab chiqaraylik. Uning har bir plastinkasining yuzini S bilan, plastinkalar orasidagi masofani d bilan belgilaymiz. Yassi kondensatorning sig'imi bu miqdorlarga bog'liq bo'lishi kyerak. Plastinkalarning yuzi qanchalik katta bo'lsa, ularda shunchalik ko'p zaryad yig'ish mumkin: $q \sim S$. Ikkinchi tomondan, plastinkalar orasidagi kuchlanish formulaga asosan, plastinkalar orasidagi masofaga proporsional. Shuning uchun sig'im

$$C = \frac{q}{U} \sim \frac{S}{d}.$$

Undan tashqari, kuchlanish maydonning kuchlanganligi kabi, muhitda ϵ marta kamayadi: $U \sim \frac{1}{\epsilon}$. Binobarin, plastinkalar orasiga dielektrik qo'yilgan bo'lsa, u holda sig'im

$$C \sim \frac{S\epsilon}{d}. (\text{Yassi kondensator uchun: } C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}).$$

Oddiy mulohazalar vositasida topilgan munosabatini tajribada tekshirib ko'ramiz.



Uning uchun plastinkalar orasidagi masofani o'zgartirish mumkin bo'lgan kondensator va korpusi yyerga ulangan elektrometr olamiz. Elektrometrning korpusi va styerjenini kondensatorning plastinkalariga simlar bilan ulab, kondensatorni zaryadlaymiz. Buning uchun kondensatorning styerjenga ulangan plastinkasiga elektrlangan tayoqchani tegizish kyerak. Elektrometr plastinkalar

orasidagi potentsiallar ayirmasini ko'rsatadi.

Plastinkalarni bir-biridan bir oz uzoqlashtirsak, potentsiallar ayirmasi ortishini ko'ramiz.

Elektr sig'imining ta'rifiga asosan potentsiallar ayirmasining ortishi sig'im kamayganini bildiradi. Formulaga muvofiq plastinkalar orasidagi masofa ortganda elektr sig'imi haqiqatan ham kamayishi kyerak.

Kondensator qoplamalari orasiga dielektrikdan yasalgan plastinka, masalan, organik shisha plastinka qo'ysak, potentsiallar ayirmasi kamayadi. Binobarin, kondensatorning elektr sig'imi bu holda ortadi.

Plastinkalar orasidagi d masofa juda kichik, S yuz va dielektrik singdiruvchanlik ancha katta bo'lishi mumkin. Shuning uchun kondensatorni o'lchamlari uncha katta bo'lmagan holda ham uning elektr sig'imini katta qilish mumkin. Ammo, elektr sig'imi 1 F bo'lgan yassi kondensator plastinkalari orasidagi masofa $d = 1\text{ mm}$ bo'lganda plastinkalarning yuzi $S = 100\text{ km}^2$ bo'lishi kyerak.

Dielektrik singdiruvchanlikni o'lchash. Kondensator sig'imi bilan uning qoplamalar orasiga qo'yilgan moddaning elektr xossalari orasidagi munosabatdan moddaning dielektrik singdiruvchanligini o'lchashda foydalaniladi. Buning uchun kondensatorning qoplamalari orasiga dielektrik plastinka qo'yilgan holdagi sig'imi C bilan qoplamalar orasiga dielektrik plastinka qo'yilmagan holdagi sig'im C_0 ning nisbatini tajribada aniqlash kyerak. Formuladan dielektrik singdiruvchanlik.

$$\varepsilon = \frac{C}{C_0}$$

Kondensatorlarning har xil turlari. Vazifasiga qarab kondensatorlarning tuzilishi har xil bo'ladi. Odatdagi qog'ozli texnik kondensator bir-biridan va metall korpusdan parafin shimdirilgan qog'oz lenta bilan izolyasiyalangan ikkita alyuminiy fol'ga lentasidan iborat. Alyuminiy lenta bilan qog'oz lenta kichikroq paket shaklida zich qilib o'ralgan.

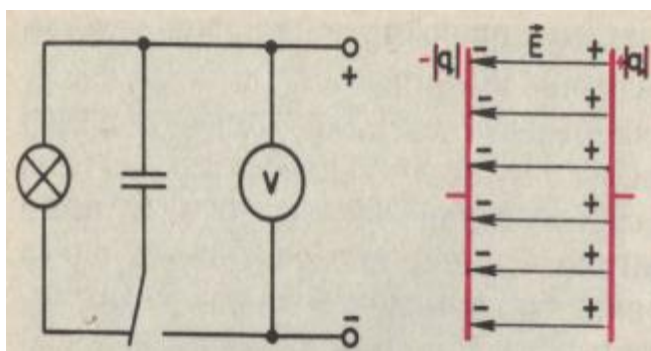
Radiotexnikada o'zgaruvchan elektr sig'imli kondensatorlar keng qo'llaniladi. Bunday kondensator metall plastinkalarning ikkita sistemasidan iborat bo'lib, ular kondensator dastasi buralganda biri ikkinchisining ichiga kiradi. Bunda plastinkalarning bir-birini qoplaydigan qismining yuzi va binobarin elektr sig'imi o'zgaradi. Bunday kondensatorlarda dielektrik vazifasini havo bajaradi.

Elektrolitik kondensatorlar deb ataladigan kondensatorlarda qoplamalar orasidagi masofani kamaytirish hisobiga dielektrik sig'imi ancha orttiriladi. Bularda dielektrik o'rnida plastinkalardan birini (folga lentasini) qoplavolgan yupqa oksid parda bo'ladi. Ikkinchi qoplama vazifasini maxsus modda yeritmasi (elektrolit) shimdirilgan qog'oz o'taydi.

Kondensatorlar elektr zaryadini jamg'arishga imkon beradi. Yassi kondensatorning elektr sig'imi plastinkalar yuzi bilan plastinkalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va plastinkalar orasidagi masofaga teskari proporsional bo'ladi.

Zaryadlangan kondensatorning energiyasi. Kondensatorni zaryadlash uchun musbat va manfiy zaryadlarni ajratish bo'yicha ish bajarish kerak. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan bu ish kondensatorning energiyasiga teng. Zaryadlangan kondensator energiyaga ega bo'lishini tekshirib ko'rish uchun kondensatorni bir necha vol't kuchlanishga mo'ljallangan cho'g'lanma lampochkali zanjir orqali zaryadsizlash kerak. Kondensator zaryadsizlanganda lampochka yarq etib yonadi. Kondensatorning energiyasi issiqlik va yorug'lik energiyasiga aylanadi.

Yassi kondensator energiyasining ifodasini topamiz.



Plastinkalardan birining zaryadi hosil qilgan maydonning kuchlanganligi $E/2$ ga teng bo'ladi, bu yyerda E kondensator ichidagi maydonning kuchlanganligi. Bu plastinkaning bir jinsli maydonida ikkinchi plastinkaning sirtiga taqsimlangan q zaryad turadi. Bir jinsli maydonda turgan zaryadning potensial

energiyasini ifodalovchi formulaga asosan kondensatorning $W_p = q \frac{E}{2} d$, energiyasi bo'ladi bu yyerda $-q$ kondensatorning zaryadi, d – plastinkalar orasidagi masofa

$Ed = U$ bo'lganligi tufayli (bu yyerda U — kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar ayirmasi) kondensatorning energiyasi quyidagiga teng bo'ladi: $W = \frac{Q^2}{2C}$.

Bu energiya kondensator plastinkalarini bir-biriga taqalguncha yaqinlashtirganda elektr maydon bajaradigan ishga teng.

Elektr maydonning energiyasi. Yaqindan ta'sir qilish nazariyasiga asosan zaryadli jismlar o'zaro ta'sirining butun energiyasi bu jismlarning elektr maydoniga to'plangan. Demak, energiya maydonning asosiy xarakteristikasi bo'lmish kuchlanganlik orqali ifodalanishi mumkin.

Elektr maydonning kuchlanganligi potentsiallar ayirmasiga si^2 to'g'ri proporsional ($U = Ed$) bo'lgani uchun $W_p = \frac{CU^2}{2}$ formulaga asosan, kondensatorning energiyasi kondensator ichidagi elektr maydonning kuchlanganligiga to'g'ri proporsionaldir: $W_p \sim E^2$ Sinchiklab o'tkazilgan hisob maydonning birlik hajmga

to'g'ri kelgan energiyasi qiymatini ya'ni energiya zichligi quyidagicha bo'lishini ko'rsatadi:

$$W_p = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2}{2}$$

bu yerda ε_0 – elektr doimiysi

Kondensatorlarning qo'llanilishi. Kondensatorning energiyasi odatda uncha katta bo'lmaydi — u bir necha yuz joul dan ortiq emas. Buning ustiga, zaryadning muqarrar ravishda oqib ketib turishi tufayli bu energiya uzoq saqlanib turmaydi ham. Shuning uchun zaryadlangan kondensatorlar, masalan, elektr energiyasi manbai sifatida akkumulyatorlar o'rnini bosolmaydi.

Birok bundan kondensatorlar energiya jamg'aruvchi sifatida amalda qo'llanilmaydi, degan fikr kelib chiqmasligi kyerak. Kondensatorlarning juda muhim bir xossasi bor. Kondensator energiyani biror muddat davomida to'play oladi, qarshiligi oz bo'lgan zanjir orqali zaryadsizlanganda esa o'zidagi energiyani deyarli bir zumda beradi. Uning xuddi mana shu xossasidan amalda keng foydalaniladi.

Masalan, fotografiyada ko'llaniladigan yarqillama lampa oldindan maxsus batareyadan zaryadlangan kondensatorning zaryadsizlanishda beradigan tok bilan yonadi. Yorug'likning kvant manbalari bo'lmish lazerlar gazrazryad trubkasi vositasida ishga solinadi: elektr sig'imi katta bo'lgan kondensatorlar batareyasi zaryadsizlanganda gazrazryad yarq etib yonadi.

Biroq kondensatorlar asosan radiotexnikada qo'llaniladi. Bu bilan siz XI sinfda tanishasiz.

Kondensatorning energiyasi uning elektr sig'imiga va plastinkalar orasidagi kuchlanishning kvadratiga proporsional. Butun bu energiya elektr maydoniga to'plangan. Maydon enyerg'iyasi zichligi maydon kuchlanganligining kvadratiga proporsionaldir.

Savol.

1. Zaryadlangan kondensatorning energiyasi nimaga teng?
2. Kondensatorlar asosan qayerlarda qo'llaniladi?
 1. Elektr sig'imi nimalarga bog'liq?
 2. Moddaning dielektrik singdiruvchanligini kondensator yordamida qanday qilib o'lchash mumkin?
3. Ikki o'tkazgichning elektr sig'imi deb nimaga aytiladi?
 2. Nima uchun elektr sig'imi tushunchasi dielektriklarga nisbatan ishlatilmaydi?
 3. Elektr sig'imi qanday birliklarda ifodalanadi?

4. Elektr sig'imi tushunchasini bitta o'tkazgichga nisbatan ishlatib bo'ladimi?

29 –Dars.

Mavzu: Tok kuchi va zichligi. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.

Reja:

1. Tok kuchi va zichligi.
2. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari.
3. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.

Amalda qo'zg'almas elektr zaryadlaridan kam foydalaniladi. Elektr zaryadlarini bizga xizmat qildirish uchun ularni harakatga keltirish — elektrtoki hosil qilish kerak. Elektr toki xonalarimizni yoritadi, stanoklarni harakatga keltiradi, radioto'lqinlar hosil qiladi, barcha elektron hisoblash mashinalarini ishga tushiradi. Biz zaryadli zarralarni harakatga keltirishning eng oddiy holini ko'rib chiqishdan boshlaymiz, ya'ni o'zgarmas elektr tokini o'rganamiz.

Elektr toki deb nimaga aytilishiga anik, ta'rif beramiz.

Tok miqdoriy jihatdan kandy mikdor bilan ta'riflanishi-ni esingizga tushiramiz.

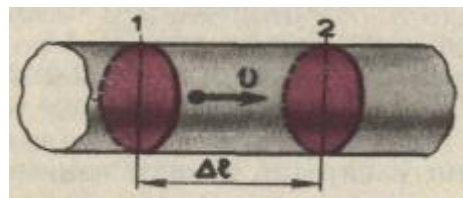
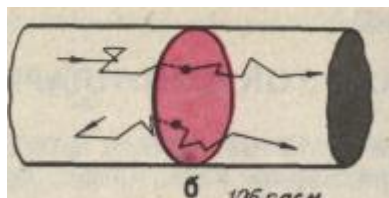
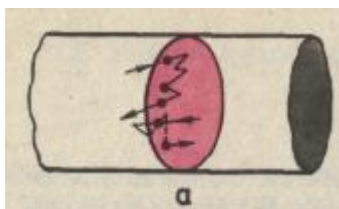
Sizning xonangizdagi o'tkazgichlarda elektronlar qanday tez-likda xarakat kilishini topamiz.

Zaryadli zarralar harakat qilganda elektr zaryadi joydanjoyga ko'chadi. Birok zaryadli zarralar tartibsiz issiqlik harakat kilsa, masalan, metalltdagi erkin elektronlar kabi harakat kilsa, zaryad ko'chmaydi (106, a-rasm). Elektronlar tartibsiz harakat bilan birga tartibli harakat ham qilgan xoldagina elektr zaryadi o'tkazgichning kesimi orkali ko'chadi (rasm). Bu holda o'tkazgichda elektr toki bor deb gapiriladi.

Zaryadli zarralarning tartibli (bir tomonga yo'nalgan) qarakati elektr toki deb atalishini Siz VIII sinf fizika kursidan bilasiz. Elektr toki erkin elektronlar yoki ionlarning tartibli ko'chishida paydo bo'ladi.

Biroq butunicha olib karalganda neytral bo'lgan jism ko'chirilsa, g'oyat ko'p elektron va atom yadrolarining tartibli harakat qilishiga qaramay, elektr toki paydo bo'lmaydi. Bunda o'tkazgichning har kandy kesimi orkali o'tayotgan to'lik zaryad nolga teng bo'ladi. chunki har xil ishorali zaryadlar bir xil o'rtacha tezlik bilan ko'chadi.

Elektr toki ma'lum bir yo'nalishga ega bo'ladi. Tok yo'naliish deb musbat zaryadli zarralar harakatining yo'nalishi qabul Qilinadi. Agar tok manfiy zaryadli zarralar harakatidan xosil bo'lgan bo'lsa, tok yo'nalishi zarralar harakatining yo'nalishiga karama-qarshi deb hisoblanadi¹.



Tokniig ta'sirlari. Zarralarning o'tkazgichdagi harakatini biz bevosita kuzata olmaymiz. Lekin elektr toki borligini tok tufayli yuz beradigan ta'sirlar yoki hodisalarga qarab bilish mumkin. Birinchidan, tok o'tkazayotgan o'tkazgich isiydi. Ikkinchidan, elektr toki o'tkazgichning ximiyaviy tarkibini o'zgartira oladi, masalan, uningximiyaviy tarkibiy qismlarini (mis kuporosi yeritmasidan misni va hokazo) ajrata oladi.

Uchinchidan, tok qo'shni toklarga va magnitlangan jismlarga kuch bilan ta'sir qiladi. Tokning bu ta'siri magnit ta'sir deb ataladi. Masalan, tokli o'tkazgich yonida turgan magnit strelkasi buriladi. Tokning magnit ta'siri, uning ximiyaviy va issiklik ta'siridan farkli o'laroq, asosiy ta'sir hisoblanadi, chunki magnit ta'sir mustasnosiz hamma o'tkazgichlarda bo'ladi. Tokning ximiyaviy ta'siri faqat elektrolitlarning yeritmalari va aralashmalarida yuz beradi, o'ta o'tkazgichlar esa isimaydi.

Tok kuchi. Agar zanjirda elektr toki bo'lsa, bu xol o'tkazgich-ning ko'ndalang kesimi orqali hamma vaqt elektr zaryadi o'tib turga-nini bildiradi. Vaqpg birligi ichida o'tpgan zaryad tokning asosiy miqdoriy xarakteristikasi xisoblanib, bu xarakteristika tok kuchi deb ataladi. Agar t vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimi orqali Q zaryad o'tsa, tok kuchi $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ bo'ladi.

Shunday qilib, tok kuchi' o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan Δt vaqt ichida o'tgan Δq zaryadning o'sha vaqtga nisbatiga teng. Agar tok kuchi vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, tok o'zgarmas tok deb ataladi.

¹ «Tok kuchi» atamasi to'g'ri tanlangan deb bo'lmaydi, chunki tokka nisbatan ishlatilganda «kuch» so'zi mexanikadagi kuch so'ziga hech qanday aloqasi yo'q. Lekin «tok kuchi» atamasining fanga kirganiga ko'p vaqt bo'lgan va u juda singib

Tok kuchi zaryad kabi skalyar kattalikdir. Tok kuchi musbat bo'lishi ham, manfiy bo'lishi ham mumkin. Tok kuchining ishorasi o'tkazgich bo'ylab olingan yo'nalishlardan qaysi biri musbat yo'nalish deb hisoblanishiga bog'liq. Agar tok yo'nalishi o'tkazgich bo'ylab shartli ravishda tanlab olingan musbat yo'nalish bir xil bo'lsa, tok kuchi $I > 0$ bo'ladi. Aks xolda $I < 0$ bo'ladi.

Tok kuchi har bir zarra olib o'tadigan zaryadga, zarralar konsentrasiyasiga, ularning tartibli harakatining tezligiga va o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuziga bog'lik. Buni isbot kilamiz.

O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzi S bo'lsin O'tkazgichda musbat yo'nalish deb chapdan o'ngga tomon yo'nalishni olamiz. Har bir zarraning zaryadi q_0 ga teng. O'tkazgichning 1va 2 kesimlar bilan chegaralangan hajmida $nS\Delta l$ dona zarra bo'ladi, bu yyerda n –zarralar konsentrasiyasi. Ularning umumiy zaryadi.

$$q = q_0 n S \Delta l$$

Agar zarralar chapdan o'ngga tomon o'rtacha V tezlik bilan harakat qilsa, u holda mana shu hajm ichidagi hamma zarralar $\Delta t = \frac{\Delta l}{v}$ t vaqt ichida 2 kesimdan o'tadi. Shuning uchun tok kuchi quyidagiga teng:

$$U = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_0 n S \Delta l v}{\Delta l} = q_0 n v S.$$

Xalqaro birliklar sistemasida tok kuchi ampyer (A) hisobida ifodalanadi. Bu birlik toklarning magnit o'zaro ta'siri asosida aniqlanadi. Tok kuchi ampermetr lar

bilan o'lchanadi. Bu asboblarning tokning magnit ta'siriga asoslangan tuzilish prinsipi bilan keyinroq tanishtiramiz.

Elektronlar tartibli ko'chishining tezligi juda kichik ekani ko'rinib turibdi. Elektr tokining asosiy miqdoriy xarakteristikasi — tok kuchidir. Tok kuchi o'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzidan vaqt birligi ichida o'tadigan elektr zaryadi bilan aniklanadi. Zaryadli zarralar (elektronlar) ning o'tkazgichdagi tezligi juda kichik bo'lib, 0,1 m/s atrofidadir.

Elektr toki hosil qilish uchun nimalar zarur? Bu haqda avval o'zingiz o'ylab ko'ring, shundan keyingina bu paragrafni o'king.

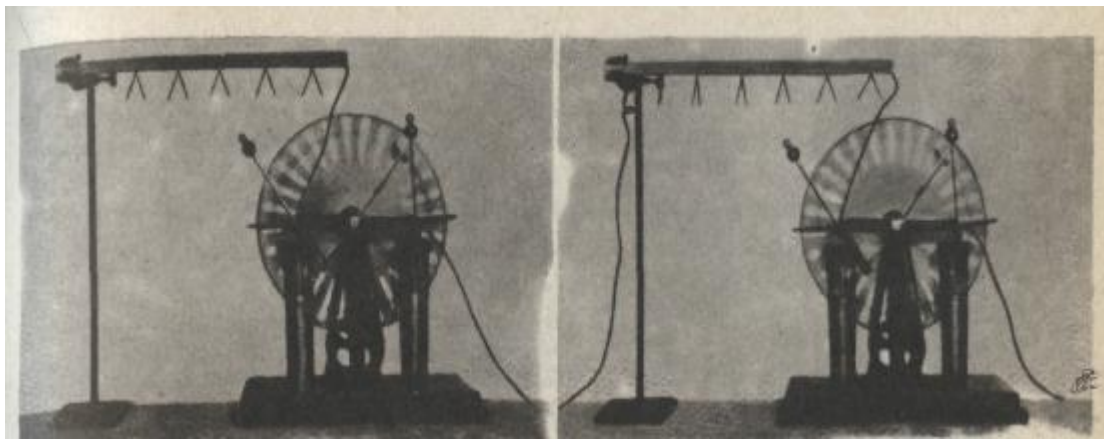
O'zgarmas elektr toki paydo bo'lishi va bo'lib turishi uchun moddada, birinchidan, zaryadli erkin zarralar mavjud bo'lishi lozim. Agar musbat va manfiy zaryadlar atom yoki molekulalarda bir-biriga bog'langan bo'lsa, ularning ko'chishi elektr toki paydo bo'lishiga olib kelmaydi.

Birok erkin zaryadlarning borligi tok paydo bo'lishi uchun etarli emas. Zaryadli zarralarni tartibli xarakatga keltirish va bu xdrakatni to'xtatmay turish uchun, ikkinchidan, bu zarralarga ma'lum bir yo'nalishda ta'sir qilib turadigan kuch bo'lishi zarur. Agar bu kuch ta'sir etmay ko'ysa, zaryadli zarralarning tartibli harakati to'xtaydi, chunki bu harakatga metallarning kristall panjarasidagi ionlar yoki elektrolitlarning neytral molekula-lari qarshilik kiladi.

Biz bilamizki, elektr maydoni zaryadli zarralarga $\vec{F} = q\vec{E}$ kuch bilan ta'sir qiladi. Odatda zaryadli zarralarning tartibli harakatga kelishiga va bu harakatning to'xtab qolmasligiga o'tkazgich ichidagi ayni o'sha elektr maydon sabab bo'lada. Zaryadlar tinch turgan statik holatdagina o'tkazgich ichida elektr maydon nol-ga teng bo'lada.

Agar o'tkazgichning ichida elektr maydon bo'lsa, o'tkazgichning uchlari orasida formulaga muvofiq ravishda potentsiallar ayirmasi mavjud bo'ladi. Bu potentsiallar ayirmasi vaqt o'tishi bilan o'zgarmagan holda o'tkazgichda o'zgarmas tok qaror topadi. O'tkazgich bo'ylab potentsial o'tkazgichning bir uchidagi eng katta qiymatidan ikkinchi uchidagi eng kichik qiymatiga qadar ka-mayadi. Potensialning bu kamayishini oddiy tajribada ko'rish mumkin.

O'tkazgich sifatida ho'lroq yog'och tayoq olib, uni gorizontal vaziyatda,osib qo'yamiz. (Bunday tayoq tokni yaxshi o'tkazmasa ham, har qalay o'tkazadi.) Elektrostatik mashina kuchlanish manbai bo'lsin. O'tkazgichning turli qismlarining yerga nisbatan potentsialini kayd kilish uchun tayokka yopishtirilgan folga yaprokcha-laridan foydalanish mumkin. Mashinaning bir qutbini yerga, ikkinchi qutbini o'trtkazgichning (tayoqning) uchlariidan biriga ulaymiz. Bu holda zanjir yopiq bo'lmaydi. Mashinaning dastasini aylantira boshlasak, barcha yaprokchalar ayni bir burchakka ochilganini ko'ramiz (rasm). Demak, o'tkazgichdagi hamma nuqtalarning yerga nisbatan potentsiali bir xil ekan.



O'tkazgich sirtida zaryadlar muvozanatda bo'lganda shunday bo'lishi ham kyerak. Agar endi tayoqning ikkinchi uchi yerga ulansa, mashina dastasini buraganda manzara o'zgaradi (Yer o'tkazgich bo'lgani uchun utkazgich yerga ulanganda zanjir yopik bo'lib qoladi). Tayoqning yerga ulangan uchi tomonidagi yaproqchalar umuman ochilmaydi. ya'ni o'tkazgichning bu uchining potensiali amalda yer potensialiga teng bo'ladi (ulovchi metall simda potensial tushuvi juda kichikdir). O'tkazgichning mashinaga ulangan uchi tomonidagi yaproqchalar eng katta burchakka ochiladi (rasm). Mashinadan uzoqlashilgan sari yaproqchalar kamroq burchakka ochilishi o'tkazgich bo'ylab potensialning pasayib borishini ko'rsatadi. Elektr toki erkin zaryadli zarralari bo'lgan moddada hosil qilinishi mumkin. Ular harakatga kelishi uchun o'tkazgichda elektr maydon hosil qilish kyerak.

1. O'tkazgich bo'ylab potensialning o'zgarishini kuzatish uchun nima sababdan bir parcha metall o'tkazgich emas, yog'och tayoq ishlatiladi?

VIII sinfda Om qonuni o'rganilgan edi. Bu qonun juda oddiy, lekin shunchalik muhimki, uni takrorlash zarur.

Volt-ampyer xarakteristika. Bundan oldingi paragrafda aniqlanganidek, o'tkazgichdan tok o'tib turishi uchun unish uchlarida potenciallar ayirmasi hosil qilish kyerak. O'tkazgichda-gi tok kuchi mana shu potenciallar ayirmasiga bog'lik bo'ladi. Potensiallar ayirmasi kanchalik katta bo'lsa, o'tkazgichdagi elektr maydonning kuchlanganligi shunchalik katta bo'ladi va Demak, zaryadli zarralarning tartibli harakat tezligi shunchalik katta bo'ladi. Bu tezlik katta bo'lganda, formulaga asosan tok kuchi ortadi.

Xoh qattiq, xoh suyuq, xoh gaz holatidagi har bir o'tkazgich uchun unga qo'yilgan potenciallar ayirmasi bilan tok kuchi orasida ma'lum bir bog'lanish mavjud bo'ladi. Bu bog'lanishni o'tkazgichning volt-ampyer xarakteristikasi ifodalaydi. Buni topish uchun turli qiymatlariga mos kelgan tok kuchi o'lchanadi.

Elektr tokini o'rganishda volt-ampyer xarakteristikani bilish katta ahamiyatga ega.

Om qonuni. Metall o'tkazgich va elektrolitlar yoritmasining volt-ampyer xarakteristikasi eng sodda ko'rinishda bo'ladi. Bu qonunni (metallar uchun) birinchi bo'lib nemis olimi G e o r g o m aniklagan. Shuning uchun tok kuchi bilan kuchlanish orasidagi munosabat Om qonuni deb ataladi.

Zanjirning rasmda ko'rsatilgan qismida tok 1 nuqtadan 2 nuqtaga tomon yo'nalgan. O'tkazgichning uchlaridagi potenciallar ayirmasi (kuchlanish) $U = \varphi_1 - \varphi_2$. Tok chapdan o'ng tomonga yo'nalgan bo'lgani uchun elektr maydonning kuchlanganligi ham o'sha tomonga yo'naladi va $\varphi_1 > \varphi_2$ bo'ladi.

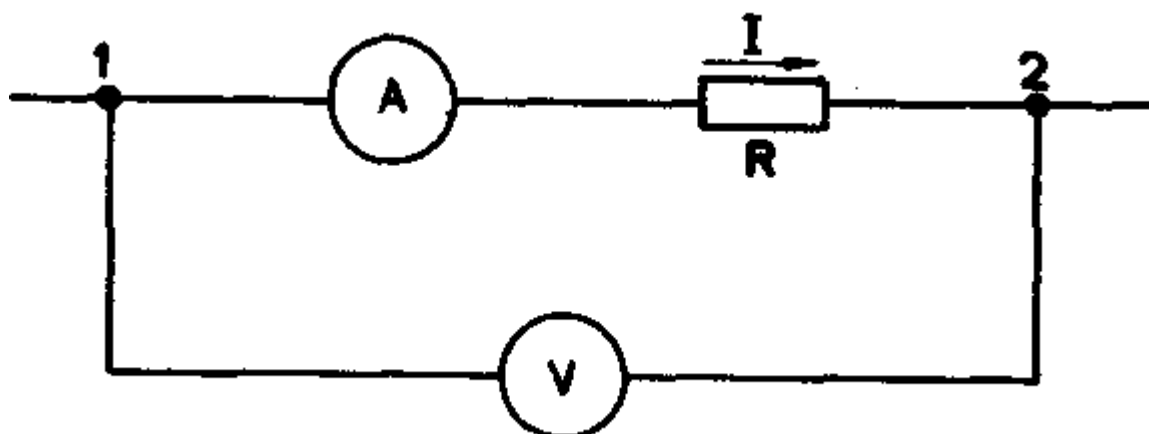
Zanjirning bir qismi uchun Om qonuniga asosan, tok kuchi o'tkazgichga berilgan kuchlanish U ga to'g'ri proporsional va o'tkazgichning qarshiligi R ga teskari proporsionaldir:

$$I = \frac{U}{R}$$

Om qonunining shakli juda oddiy, biroq. uning to'g'riligini tajribada isbot qilish ancha qiyin. Gap shundaki, tok kuchi katta bo'lganda ham metallardan yasalgan o'tkazgichning bir kismida potentsiallar ayirmasi juda kichik bo'ladi, chunki o'tkazgichning qarshiligi juda kichik.

Bu o'rinda bekiyos darajada sezgir asbob kyerak. Shunda tok kuchini ampermetr bilan, kuchlanishni sezgir elektrometr bilan o'lchab, tok kuchi kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanini ko'rish mumkin.

Kuchlanishni o'lchashda ishlatiladigan asboblarning, ya'ni vol'tmetrlarning ko'llanilishi Om qonuniga asoslangan. Voltmetrning tuzilish prinsipi xuddi ampermetr niki kabi bo'ladi. Asbob strelkasining burilish burchagi tok kuchiga proporsional. Vol'tmetr orqali o'tayotgan tok kuchi zanjirning vol'tmetr ulangan nuqtalari orasidagi kuchlanish bilan aniqlanadi. Shuning uchun vol'tmetrning qarshiligi ma'lum bo'lsa, tok kuchiga karab kuchlanishni aniqlash mumkin. Amalda asbob to'g'ridan-to'g'ri vol't hisobidagi kuchlanishni ko'rsatadigan qilib darajalanadi.



Qarshilik. O'tkazgichning asosiy elektr xarakteristikasi — qarshilikdir. Kuchlanishning ma'lum qiymatiga mos kelgan o'tkazgichdagi tok kuchi qarshilikning qarshiligi go'yo uning o'zida elektr toki qaror topishga ko'rsatadigan aks tasirining o'lchovi bo'ladi. Shaklida yozilgan Om qonuni yordamida o'tkazgichning qarshiligini aniqlash mumkin:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Buning uchun kuchlanishni va tok kuchini o'lchash kyerak.

O'tkazgichning qarshiligi uning matyerialiga va geometrik o'lchamlariga bog'liq. Ko'ndalang kesimining yuzi S o'zgarmas bo'lgan l uzunlikdagi o'tkazgichning qarshiligi qo'yidagiga teng:

$$R = \rho = \frac{l}{S}$$

bu yerda ρ o'tkazgich moddasining turi va holatiga (avvalo, haroratiga) bog'liq bo'lgan kattalik. ρ kattalik o'tkazgichning solishtirma qarshiligi deb ataladi. Solishtirma qarshilikning son qiymati qirrasini 1 m bo'lgan kub shaklidagi o'tkazgichning tok kubning ikkita qarama-qarshi yog'iga o'tkazilgan normal bo'ylab o'tayotgan holdagi qarshiligiga teng.

O'tkazgich qarshiligining birligi Om qonuni asosida aniqlanadi va om deb ataladi. Potensiallar ayirmasi 1 V bo'lganda o'tkazgichdagi tok 1 A bo'lsa, bu o'tkazgichning qarshiligi 1 Om bo'ladi.

Solishtirma qarshilik birligi 1 Om. Metallarning solishtirma qarshiligi juda kichik bo'ladi. Dielektriklarning solishtirma qarshiligi juda katta bo'ladi. Forzatsdagi jadvalda ba'zi moddalar solishtirma qarshiliklarining qiymatlari berilgan.

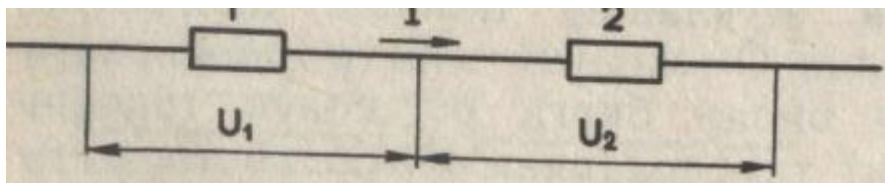
Om qonunining ahamiyati. Kuchlanish tayinli bo'lgan va Qarshilik ma'lum bo'lgan holda Om qonuni elektr zanjirdagi tok kuchini aniqlaydi. Shu bilan birga bu qonun tokning issiqlik, ximiyaviy va magnit ta'sirlarini hisoblab topishga imkon beradi, chunki bu ta'sirlar tok kuchiga bog'liq. Odatdagi yoritish tarmog'ini qarshiligi juda kichik bo'lgan o'tkazgich bilan tutashtirish xavfli ekani Om qonunidan kelib chikadi. Bunda tok kuchi shunchalik katta bo'lib qoladiki, buning oqibati yomon bo'lishi mumkin.

Om qonuni — o'zgarmas toklar elektrotexnikasining asosidir. Formulani yaxshi tushunib olib, esdan chiqarmaslik kerak;

Energiya tok manbaidan simlar orqali energiyani iste'kiladigan elektr lampasiga, radiopriyomnik va boshqa qurilmalarga uzatilishi mumkin. Buning uchun murakkabligi turlicha bo'lgan elektr zanjirlari yig'iladi. Elektr zanjiri energiya manbai, elektr energiyani iste'mol qiladigan qurilmalar, ulovchi simlar va zanjirni tutashtiradigan o'lagichdan iborat. Ko'pincha elektr zanjiriga tok kuchini va turli qismlardagi kuchlanishni nazorat qilib turadigan ampermetr va vol'tmetrlar ulanadi.

O'tkazgichlarni ulashning eng sodda va ko'p uchraydigan turlari ketma-ket va parallel ulashdir.

O'tkazgichlarni ketma-ket ulash. Ketma-ket ulanganda elektr zanjirida tarmoqlar bo'lmaydi. Hamma o'tkazgichlar zanjirga birining ketidan boshqasi navbat bilan ulanadi. Qarshiligi R_1 va R_2 bo'lgan ikkita 1 va 2 o'tkazgichning ketma -ket ulanishi rasmda ko'rsatilgan. Bular ikkita lampochka, elektr dvigatelining ikkita chulg'ami va hokazolar bo'lishi mumkin. Tok kuchi ikkala o'tkazgichda bir xil:



$$I = I_1 = I_2$$

chunki o'zgarmas tok o'tayotgan holda o'tkazgichlarda elektr zaryadi to'planib qolmaydi va o'tkazgichning har kandy qismi orqali ma'lum bir vaqt ichida ayni bir zaryad o'tadi.

O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda ulardagi kuchlanishlar va ularning qarshiliklari orasidagi munosabat quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}.$$

O'tkazgichlarni parallel ulash. Qarshiliklari R_1 va R_2 bo'lgan ikkita 1 va 2 o'tkazgichning parallel ulanishi rasmda ko'rsatilgan. Bu holda elektr toki I ikki qismga tarmoqlanadi. Birinchi va ikkinchi o'tkazgichdagi tok kuchlarini I_1 va I_2 bilan belgilaymiz. O'tkazgichlar tarmoqlangan a nuqtadan (bu nuqta tugun deb ataladi) elektr zaryadi to'planmagani uchun tugunga vaqt birligi ichida keladigan zaryad o'sha vaqt ichida tugundan ketadigan zaryadga teng bo'lishi kerak. Binobarin,

$$I = I_1 + I_2$$

Parallel ulangan o'tkazgichlar uchlaridagi U kuchlanish ayni bir xil bo'ladi.

Yoritish tarmog'ida kuchlanish 220 va 127 V bo'ladi. Elektr energiyasini iste'mol qiladigan asboblarda mana shu kuchlanishga mo'ljallab chiqariladi. Shuning uchun parallel ulash har xil iste'molchilarni ulashning eng ko'p tarqalgan usulidir. Bu holda iste'molchilardan bittasi buzilib qolsa boshqalari ishlayveradi, ketma-ket ulanganda esa bir asbob (iste'molchi) buzilib qolsa, butun zanjir uzilib qoladi.

Savol.

1. *Elektr toki deb nimaga aytiladi?*
2. *Tok kuchi deb nimaga aytiladi?*
3. *Tokning qanday yo'nalishi musbat yo'nalish deb olinadi?*
4. *Elektronlarning o'tkazgichdagi tezligi piyodalar tezligidan qanchaga farq qiladi?*
5. *Nima uchun xonadagi elektr lampalar parallel ulanadi?*
6. *Har bir lampaning qarshiligi 1 Om Parallel ulanganda bunday ikkita lampaning qarshiligi nimaga teng?*
7. *Ketma-ket ulangandachi?*
8. *Siz o'tkazgichlarni parallel ulaganmisiz!*
9. *Om qonuniga asosan qarshilik $R = \frac{U}{I}$. Bu formulaga qarab qarshilik tok kuchi yoki kuchlanishga bog'liq deyish to'g'rimi?*
10. *O'tkazgichning solishtirma qarshiligi nima?*

11. *O'tkazgichning solishtirma qarshiligi qanday birliklarda ifodalanadi?*

31-Dars.

Mavzu: Ampermetr va voltmترلarning o'lchash chegarasini oshirish. Shunt qarshiligi. Elektr tokining ishi va quvvati. Joule-Lens qonuni

Reja:

- 1. Ampermetr va voltmترلarning o'lchash chegarasini oshirish.**
- 2. Shunt qarshiligi.**
- 3. elektr tokining ishi va quvvati.**
- 4. Joule-Lens qonuni**

Tok kuchini ampermetr bilan, kuchlanishni vol'tmetr bilan o'lchashni har bir o'quvchi bilishi kerak.

Tok kuchini o'lchash. O'tkazgichdagi tok kuchini o'lchash uchun ampermetr bu o'tkazgichga ketma-ket qilib ulanadi. Lekin ampermetrning o'zining biror qarshiligi bor, buni nazarda tutish kerak. Shuning uchun zanjirning ampermetr ulangan qismining qarshiligi ortadi va kuchlanishning qiymati o'zgarmas bo'lganda tok kuchi Ohm qonuniga muvofiq ravishda kamayadi. Ampermetr o'zi o'lchayotgan tok kuchiga imkon boricha, kamroq ta'sir ko'rsatishi (ya'ni kamroq o'zgartirishi) uchun uning qarshiligi juda kichik qilib olinadi. Buni esda tuting va hech qachon ampermetrni rozetkaga ulab yoritish tarmog'idagi «tok kuchini o'lchashga» urinmang. Qisqa tutashuv yuz beradi. Ampermetrning qarshiligi juda oz bo'lgani uchun tok kuchi juda ortib ketib, ampermetrning chulg'ami kuyib qoladi.

Kuchlanishni o'lchash. Zanjirning qarshiligi R bo'lgan qismidagi kuchlanishni o'lchash uchun unga parallel qilib vol'tmetr ulanadi. Vol'tmetrdagi kuchlanish zanjir qismidagi kuchlanish bilan bir xil bo'ladi.

Agar vol'tmetrning qarshiligi R_b bo'lsa, uni zanjirga ulagandan so'ng qismning qarshiligi R emas, balki R' bo'ladi: $R' = \frac{RR_b}{R + R_b} < R$. Shu tufayli zanjir

qismida o'lchanayotgan kuchlanish kamayadi. O'lchanayotgan kuchlanishni vol'tmetr sezilarli darajada o'zgartirmasligi uchun vol'tmetrning qarshiligi zanjirning kuchlanish o'lchanayotgan qismining qarshiligiga qaraganda katta bo'lishi kerak. Agar vol'tmetr tarmoq kuchlanishidan kattaroq kuchlanishga mo'ljallangan bo'lsa, uni kuyib ketishidan qo'rqmasdan tarmoqqa ulash mumkin.

Ampermetr tok kuchi o'lchanadigan o'tkazgichga ketma-ket qilib ulanadi. Vol'tmetr kuchlanish o'lchanayotgan o'tkazgichga parallel qilib ulanadi.

Elektr toki o'zi bilan energiya eltishi tufayli shu qadar keng qo'llaniladigan bo'ldi. Bu energiya istalgan boshqa tur energiyaga aylantirilishi mumkin.

O'tkazgichda zaryadli zarralar tartibli harakat qilganda elektr maydon ish bajaradi; bu ishni tokning ishi deyish rasm bo'lgan. Biz hozir tokning ishi va quvvati to'g'risida maktab fizika kursidagi ma'lumotlarni esga tushiramiz.

Tokning ishi. Zanjirning ixtiyoriy bir qismini ko'rib chiqamiz. Bu qism bir jinsli o'tkazgich, cho'g'lanma lampochkaning tolasi, elektr dvigatelining chulg'ami va boshqalar bo'lishi mumkin. Δt vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan Δq zaryad o'tadi deb faraz qilamiz. Unda elektr maydon $A = \Delta q U$ ish bajaradi.

Tok kuchi $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ bo'lgani uchun bu ish quyidagiga teng:

$$A = IU\Delta t.$$

Zanjirning bir qismida tok bajargan ishi tok kuchi, kuchlanish va bajarishga ketgan vaqt ko'paytmasiga teng.

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, bu ish zanjirning biz tekshirayotgan qismining energiyasi o'zgarishiga teng bo'lishi kerak. Shuning «uchun zanjirning mana shu qismida Δt vaqt ichida ajralib chiqayotgan energiya tokning ishiga teng.

Agar zanjirning bir qismida mexanik ish bajarilmasa va tok ximiyaviy ta'sir ko'rsatmasa, o'tkazgich isiydi xolos. Isigan o'tkazgich atrofdagi jismlarga issiqlik beradi.

O'tkazgichning isishi quyidagicha yuz beradi. Elektr maydon elektronlarni tezlashtiradi. Elektronlar kristall panjaraning ionlari bilan to'qnashib, ionlarga o'z energiyasini beradi. Natijada ionlarning muvozanat vaziyatlari atrofidagi xotik harakatining energiyasi ortadi. Bu esa ichki energiya ortganini bildiradi. O'tkazgichning harorati ko'tariladi va u atrofdagi jismlarga issiqlik byera boshlaydi. Zanjirni tutashtirgandan ko'p o'tmay bu jarayon barqarorlashadi va harorat vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qo'yadi. Elektr maydonning ishi hisobiga o'tkazgichga muttasil ravishda energiya kelib turadi. Biroq o'tkazgichning ichki energiyasi o'zgarmaydi, chunki o'tkazgich atrofdagi jismlarga tokning ishiga teng miqdorda issiqlik berib turadi. Shunday qilib, tok ishining formulasi o'tkazgichning boshqa jismlarga uzatadigan issiqlik miqdorini ifodalay ekan.

Agar zanjirning bir qismiga oid Om qonunidan foydalanib turib, formulada kuchlanishni tok kuchi orqali yoki tok kuchini kuchlanish orqali ifodalasak, tok ishining bir-biriga ekvivalent bo'lgan quyidagi uchta ifodasini topamiz:

$$A = IU\Delta t = I^2 R\Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t = Q.$$

O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda $A = I^2 R\Delta t$ formuladan foydalanish qulay, chunki bu holda hamma o'tkazgichlarda tok kuchi bir xil bo'ladi. Parallel ulashda esa $A = \frac{U^2}{R} \Delta t$ formula qulay, chunki bu holda hamma o'tkazgichlarda kuchlanish bir xil.

Joul — Lens qonuni. Tokli o'tkazgichning atrofdagi muhitda beradigan issiqlik miqdorini aniqlaydigan qonunni birinchi bo'lib ingliz olimi Joul (1818—1889) va rus olimi Lens (1804—1865) tajribada aniqlaganlar. Joul—Lens qonuni bunday ta'riflangan: tokli o'tkazgich ajratib chiqarayotgan issiqlik miqdori tok kuchining kvadrati, o'tkazgichning qarshiligi va o'tkazgichdan tok o'tib turgan vaqtning ko'paytmasiga teng:

$$Q = I^2 R\Delta t.$$

Biz bu qonunni energiya saqlanish qonuniga asoslangan mulohazalar yordamida topdik. Formula zanjirning har qanday o'tkazgichlardan iborat bo'lgan ixtiyoriy qismidan ajralib chiqadigan issiqlikni hisobga olib topishga imkon beradi.

Tokning quvvati. Har qanday elektr asbobi (lampochka, elektr dvigatel va boshqalar) vaqt birligi ichida ma'lum bir energiya iste'mol qilishiga mo'ljallangan bo'ladi. Shuning uchun tokning ishi bilan bir qatorda tokning quvvati tushunchasi juda muhim ahamiyatga ega. Tokning quvvati (vaqt ichida tok bajargan ishning o'sha vaqtga nisbatiga teng.

Bu ta'rifga asosan,

$$P = \frac{A}{\Delta t} = IU$$

Zanjirning bir qismiga oid Ohm qonunidan foydalanib quvvatning bu ifodasini bir-biriga ekvivalent bo'lgan bir yechta ko'rinishda yozish mumkin:

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Asboblarning ko'pchiligida ular iste'mol kiladigan quvvat ko'rsatib qo'yiladi.

O'tkazgichdan elektr toki o'tganda undan energiya ajraladi. Bu energiya tokning ishi bilan aniqlanadi: bu ish ko'chirib o'tkazilgan zaryad bilan o'tkazgich uchlarilagi kuchlanish ko'paytmasiga teng.

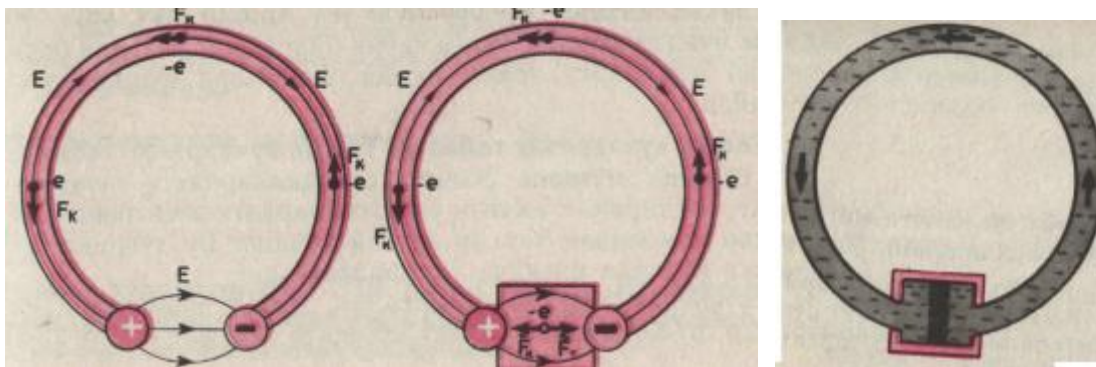
Har qanday tok manbai elektr yurituvchi kuch (EYUK) bilan ifodalanadi. Masalan, cho'ntaki fonarning batareyasiga 1,5 V deb yozib ko'yilgan. Bu nimani bildiradi?

Zaryadlarining ishorasi qarama-qarshi bo'lgan ikkita metall sharcha bir-biriga o'tkazgich bilan ulansa, bu zaryadlarning elektr maydoni ta'sirida o'tkazgichda elektr toki paydo bo'ladi. Birok bu tok juda qisqa vaqtli bo'ladi. Zaryadlar tez neytrallashadi, sharchalar orasidagi potentsiallar ayirmasi tenglashadi va elektr maydon yo'qoladi.

Tashqi kuchlar. Tok o'zgarmas bo'lishi uchun sharchalar orasidagi kuchlanishni o'zgartirmay turish kerak. Buning uchun zaryadlarni bir sharchadan ikkinchisiga ko'chira oladigan qurilma (tok manbai) kerak, bu qurilma zaryadlarni bir sharchadan boshkasiga ularga sharchalarning elektr maydoni tomonidan ta'sir etuvchi kuchlarning yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda ko'chiradi. Bunday qurilmada zaryadlarga elektr kuchlaridan tashqari elektrostatik xaraktyerda bo'lmagan kuchlar ta'sir qilishi kerak. Zaryadli zarralarning elektr maydonining (elektrostatik maydonning) yolg'iz o'zi zanjirda o'zgarmas tok bo'lib turishini ta'minlay olmaydi.

Elektr zaryadli zarralarga ta'sir etadigan har qanday kuchlar (elektrostatik kuchlar (ya'ni Kulon kuchlari) bundan mustasno) tashqi kuchlar deb ataladi.

Agar energiyaning saqlanish qonuniga nazar tashlasak, zanjirdan o'zgarmas tok o'tib turishi uchun tashqi kuchlar zarurligi to'g'risidagi xoxlosa yanada ravshan bo'lib qoladi. Elektrostatik maydon potentsial maydondir. Bu maydonning zaryadli zarralarni berak elektr zanjiri bo'ylab ko'chirishda bajargan ishi nolga teng. O'tkazgichdan tok o'tganda esa energiya ajraladi, ya'ni o'tkazgich isiydi. Binobarin, har qanday zanjirda unga energiya berib turadigan biror energiya manbai bo'lishi kerak. Bu manbada Kulon kuchlaridan tashqari, potentsialli bo'lmagan tashqi kuchlar ham albatta ta'sir qilishi kerak.



Bu kuchlarning byerk kontur.bo'ylab bajaradigan ishi noldan farqli bo'lishi, kerak. Ayni bu kuchlarning ish bajarishi jarayonida zaryadli zarralar, tok manbai ichida energiya oladi va keyin elektr zanjirining o'tkazgichlariga bu energiyani beradi.

Tashqi kuchlar zaryadli zarralarni barcha tok manbalari ichida elektr stansiyalaridagi generatorlarda, gal'vanik elementlarda akkumulyatorlarda va shu kabi manbalar ichida harakatga keltiradi.

Zanjirni tutashtirganda zanjirning hamma o'tkazgichlarida elektr maydon hosil bo'ladi. Manbaning ichida zaryadlar Kulon kuchlariga qarshi tashqi kuchlar ta'sirida (elektronlar musbat zaryadli elektrodan, manfiy zaryadli elektrodga tomon) harakatlanadi, zanjirning qolgan qismida esa zaryadlarni elektr maydon xarakatga keltiradi Elektr toki bilan suyuqlikning oqishi o'rtasidagi o'xshashlik. Buni yaxshiroq tushunish uchun o'tkazgichdagi elektr toki bilan suyuqlikning trubalarda oqishi o'rtasidagi o'xshashlikni ko'rib chiqamiz.

Gorizontall trubaning har qanday qismida suyuqlik shu qismning uchlaridagi bosimlar farqi xisobiga oqadi. Suyuqlik bosim kamayadigan tomonga oqadi. Biroq suyuqlikdagi bosim kuchi elastiklik kuchlarining Kulon kuchlariga o'xshagan potentsialli turidir. Shuning uchun bu kuchlarning berk yo'ldagi ishi nolga teng va faqat shu kuchlarning o'zi trubada suyuqlikning uzoq vaqt davomida oqib turishini ta'minlay olmaydi. Suyuqlik oqayotganda ishqalanish kuchlarining ta'siri tufayli energiya isrof bo'ladi. Suv oqib turishi uchun nasos bo'lishi kerak. Bu nasos porshenining suyuqlik zarralariga ta'sir qilishi natijasida nasosning kirish va chiqish joyida bosimlar farqi o'zgarmay turadi. Mana shu tufayli suyuqlik trubada oqadi.

Nasos tok manbaiga o'xshaydi, harakatlanuvchi porshen tomonidan suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch esa tashqi kuchlarga o'xshaydi. Nasos ichida suyuqlik bosim kichik bo'lgan qismlardan bosim katta bo'lgan qismlarga tomon oqadi. Bosimlar farqi kuchlanishga o'xshaydi.

Tashqi kuchlarning tabiati. Tashqi kuchlarning tabiati xilma-xil bo'lishi mumkin. Elektr stansiyalaridagi generatorlarda tashqi kuch harakatlanuvchi o'tkazgichlardagi elektronlarga magnit maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuchdir. Bu to'g'rida o'tgan darslarda qisqacha gapirilgan edi.

Gal'vanik elementda, masalan, Vol't elementida ximiyaviy kuchlar ta'sir qiladi. Vol't elementi sul'fat kislotada eritmasiga tushirilgan rux va mis elektrodlardan iborat. Ximiyaviy kuchlar ruxni kislotada eritadi. Eritmaga ruxning musbat zaryadlangan ionlari o'tadi, rux elektrodning o'zi esa manfiy zaryadlanadi. (Mis sul'fat kislotada juda oz eriydi.) Rux elektrod bilan mis elektrod orasida potentsiallar

ayirmasi hosil bo'ladi, berk elektr zanjirda tok xuddi mana shu potentsiallar ayirmasi tufayli paydo bo'ladi.

Elektr yurituvchi kuch. Tashqi kuchlarning ta'siri elektr yurituvchi kuch deb ataladigan (qisqacha EYUK) fizik kattalik bilan ifodalanadi. Berk konturdagi elektr yurituvchi kuch tashqi kuchlarning zaryadni kontur bo'ylab ko'chirishda bajargan ishining zaryadga nisbatidir.

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{tash}}}{q}$$

Elektr yurituvchi kuch vol't bilan ifodalanadi.

Zanjirning har qanday qismidagi elektr yurituvchi kuch to'g'risida gapirish mumkin. Zanjir qismining EYUK tashqi kuchlarning butun konturda emas, balki konturning tayinli bir qismida bajargan solishtirma ishidir (birlik zaryadni ko'chirishda bajargan ishi). Gal'vanik elementning elektr yurituvchi kuchi tashqi kuchlarning birlik musbat zaryadni element ichida bir qutbdan ikkinchi qutbga ko'chirishda bajargan ishidir. Tashqi kuchlarning ishi potentsiallar ayirmasi orqali ifodalanishi mumkin emas, chunki tashqi kuchlar potentsialli kuchlar emas va ularning ishi traektorianing shakliga bog'liq. Masalan, tashqi kuchlarning zaryadni manbadan tashqarida manbaning klemmalari orasida ko'chirishda bajargan ishi nolga teng.

Siz endi EYUK nima ekanini bilasiz. Agar batareyachada 1,5 V deb yozilgan bo'lsa, bu — tashqi kuchlar (kimyoviy kuchlar) 1 Kl zaryadni bir qutbdan boshqa kutbga ko'chirishda 1,5 J ish bajaradi, deganidir. Agar yopiq zanjirda tashqi kuchlar ta'sir qilmasa, ya'ni EYUK bo'lmasa, yopiq zanjirda o'zgarmas tok bo'lolmaydi.

To'liq zanjirga oid Om qonuni zanjirdagi tok kuchi, EYUK va zanjirning to'liq qarshiligi $R+r$ ni o'zaro bog'laydi. Agar energiyaning saqlanish qonuni va shaklda yozilgan Joul — Lens qonunidan foydalansak, bu munosabatni nazariy yo'l bilan topish mumkin.

Δt vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimi orqali Δq zaryad o'tadi, deb faraz qilaylik. Unda tashqi kuchlarning Δq zaryadni ko'chirishda bajargan ishini $A_{\text{tash}} = \varepsilon \Delta q$ ko'rinishda yozish mumkin. Tok kuchining ta'rifiga asosan, $\Delta q = I \Delta t$. Shuning

$$A_{\text{tash}} = \varepsilon I \Delta t.$$

Bu ish bajarilganda zanjirning qarshiliklari r va R bo'lgan ichki va tashqi qismlarida ma'lum issiqlik miqdori chiqadi.

Joul -Lens qonuniga asosan, bu issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$Q = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t.$$

Tok kuchining zanjir qismining qarshiligiga ko'paytmasi ko'pincha shu qismdagi kuchlanish tushishi deb ataladi. Shunday qilib, EYUK to'liq zanjirning ichki va tashqi qismlaridagi kuchlanish tushishlarining yig'indisiga teng.

Odatda to'liq zanjirga oid Om qonuni

$$\varepsilon = IR + Ir$$

tenglik xosil bo'ladi.

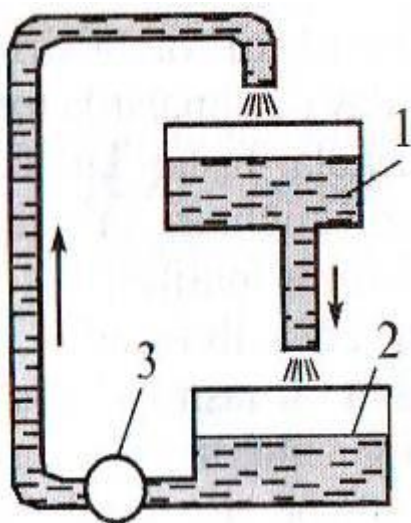
32-Dars.

Mavzu: EYuK. To'liq zanjir uchun Om qonuni.

Reja:

1. Elektr yurutuvchi kuch.
2. To'la zanjir uchun om qonuni.
3. Elektr energiya manbalarini ulash.

Elektr yurutuvchi kuch. Tashqi kuchlar zaryadlarni ko'chirish uchun ma'lum ish bajaradi.



Birlik musbat elektr zaryadni butun zanjir bo'ylab ko'chishda tashqi kuchlar bajaradigan ish tok manbayining elektr yurutuvchi kuchi EYuK deyiladi.

Elektr yurutuvchi kuchning SI dagi birligi volt (V).

O'zgarmas tok oqadigan o'tkazgichning ichida bir paytning o'zida ham kulon (E_{kul}), ham tashqi (E_T) maydon kuchlari mavjud bo'ladi. Maydonning natijaviy kuchlanganligi esa superpozitsiya prinsipiga

muvofig aniqlanadi. Ya'ni

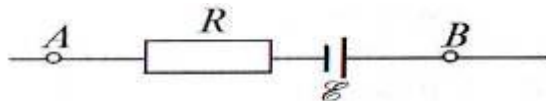
$$\vec{E} = \vec{E}_{kul} + \vec{E}_T.$$

O'tkazgichdan elektr toki oqib Q zaryadning ko'chishida ham kulon kuchlari (A_{kul}) ham tashqi kuchlar (A_T) ish bajaradi. To'la ish esa bu ishlarning yig'indisiga teng bo'ladi:

$$A = A_{kul} + A_T.$$

Bu tenglikning har ikkala tomonini Q ga bo'lib va uni zanjirga qo'llab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{A_{AB}}{Q} = \frac{A_{kul}}{Q} + \frac{A_T}{Q}.$$



Zanjirning butun hisobiga va qarshiliklar R_1 va R_2 bo'lgan qismlariga Om qonun qonunini tatbiq etib, ab qismning to'la qarshiligiga teskari bo'lgan miqdor ayrim o'tkazgichlar qarshiliklariga teskari bo'lgan miqdorlar yig'indisiga teng ekanligini isbot qilish mumkin:

$$\frac{I}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Bundan

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

ekanligi kelib chiqadi.

Har xil o'tkazgich zanjirda bir -biriga ketma-ket yoki parallel ulanadi. Ketma-ket ulanganda xamma o'tkazgichlarda tok kuchi bir xil, parallel ulganda esa kuchlanishlar bir xil bo'ladi. Ko'pincha yoritish tarmog'iga har xil istemolchilar parallel ulanadi.

Elektr yurituvchi kuch ma'lum qarshilikli yopiq elektr zanjiridagi tok kuchini aniqlaydi.

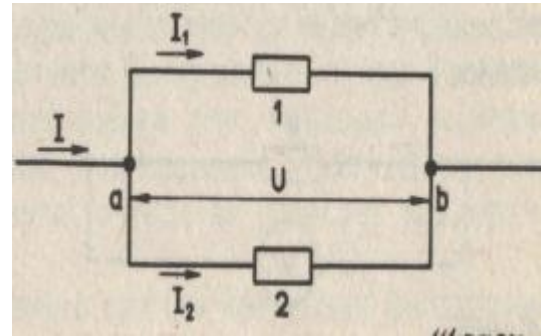
Ta'rifdan ko'rinib turibdiki, EYUK kuch so'zining odatdagi ma'nosini emas, balki birlik musbat zaryadni ko'chirish ishni bildiradi. Bu yerda yana noqulayroq, lekin ko'pdan beri odat bo'lgan atama qo'llanilmoqda.

Energiyaning saqlanish qonuni yordamida tok kuchini EYUK ga va qarshilikka bog'lanishini topamiz.

Tok manbai (galvanik elementi, akkumulyator yoki generator) va qarshiligi R bo'lgan rezistordan tuzilgan eng oddiy to'liq (ya'ni byerk) zanjirni ko'rib chiqamiz. Tok manbaining EYUK ε va R tok manbaining qarshiligi ko'pincha zanjirning tashqi qarshiligi r dan farqli o'laroq ichki qarshilik deb ataladi. Genyertorda R deganda chulg'amlarning qarshiligi, gal'vanik elementda r deganda esa elektrolit eritmasi va elektrodning qarshiligi tushuniladi.

Savol.

1. *Fizika fanining rivojlanishi qanday davrlarni o'z ichiga oladi?*
2. *Antik davr olimlaridan kamlarni bilasiz?*
3. *O'rta Osiyolik olimlarning fizika sohasida olib borgan izlanishlariga misollar keltiring.*
4. *Fizikaning fan sifatida shakllanishi davrida ijod etgan yana qaysi olimlarni bilasiz?*
5. *Hozirgi zamon fizikasining yaratilishi va uning rivojiga hissa qo'shgan olimlarni sanab bering.*



6. *O'zbek olimlari hozirgi zamon fizikasining qaysi sohalariga o'z hissalarini qo'shgan?*
7. *Mexanika qanday fan va u nimani o'rganadi ?*
8. *Mexanika qanday qismlardan iborat ?*
9. *Mexanikaning bosh masalasi deganda nimani tushunasiz ?.*
10. *Fizikaviy tushunchalarga misollar keltiring va ularga ta'rif bering.*
11. *Mavzuda qayd etilgan hosilaviy kattaliklardan tashqari yana qanday fizikaviy kattaliklarni bilasiz?*
12. *Quyidagi hollarning qaysi birida jismlarni moddiy nuqta deb bo'lmaydi ?*
 - a) *futbolchi to'pni tepdi, shu to'pni barmog'ining ustida aylantirmoqda;*
 - b) *o'quvchi maktabdan uyga ketayapti, o'quvchi turnikda mashq bajarayapti;*
 - v) *kesilgan daraxt yiqilayapti, yiqilgan daraxtni traktor tortib ketayapti.*

33-Dars.

Mavzu: O`tkazgichlar, dielektriklar va yarim o`tkazgichlar. Metallarning elektron o`tkazuvchanlik nazariyasi. Elektronlarning tartibli harakat tezligi. O`tkazgich qarshiligini temperaturaga bog`liqligi. O`ta o`tkazuvchanlik.

Reja:

- 1. O`tkazgichlar, dielektriklar va yarim o`tkazgichlar.**
- 2. Metallarning elektron o`tkazuvchanlik nazariyasi.**
- 3. Elektronlarning tartibli harakat tezligi.**
- 4. O`tkazgich qarshiligini temperaturaga bog`liqligi.**
- 5. O`ta o`tkazuvchanlik.**

Turli muhitlarda elektr toki.

Bu bobda siz turli muhitlardan elektr tokining o`tishi bilan bog`liq bo`lgan jarayonlarni o`rganasiz.

Turli moddalarning elektr o`tkazuvchanligi.

Elektr toki qattiq suyuqlik va gaz holatdagi qismlardan o`tadi. Bu o`tkazgichlar bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?

Biz elektr tokining metall o`tkazgichlardan o`tishini o`rgandik, bu o`tkazgichlarning tajribadan topilgan vol`tamper xarakteristikasi, ya`ni Om qonuni bilan tanishib chiqdik. Elektr energiyani tok manbaidan iste`molchilarga uzatishda metall o`tkazgichlar nihoyatda keng ko`llaniladi. Undan tashqari, bu o`tkazgichlar elektr dvigatellari va generatorlarida, elektr isitish asboblarda va hokazolarda ishlatiladi.

Metallar bilan bir qatorda elektrolitlarning suvdagi yoritmasi yoki aralashmalari va ionlashgan gazdan iborat plazma ham yaxshi o`tkazgich, ya`ni zaryadli erkin zarralari ko`p bo`lgan modda hisoblanadi. Bu o`tkazgichlar ham texnikada keng qo`llaniladi. Vakumli elektron asboblarda elektronlar oqimi elektr tokini hosil qiladi.

O`tkazgichlar va zaryadli erkin zarralari ko`p bo`lmagan moddalardan, ya`ni dielektrlardan tashqari, o`tkazuvchanligi o`tkazgichlar bilan dielektriklar orasida bo`lgan moddalar ham bor. Bu moddalarni o`tkazgich deb bo`lmaydi, chunki ular. Elektrni yaxshi o`tkazmaydi, lekin dielektrik deb ham bo`lmaydi, chunki elektrni durustgina o`tkazadi. Shuning uchun ular yarim o`tkazgichlar deb atalgan.

Yaqin kunlarga ham yarim o`tkazgichlar sezilarli amaliy ahamiyatga ega bo`lgan emas. Elektrotexnika va radiotexnikada faqat turli xil o`tkazgich va dielektriklar ishlatilib kelgan. Yarim o`tkazgichlarning elektr o`tkazuvchanligini oson boshqarish mumkinligini avval nazariy ravishda, so`ngra eksperimentda kashf etilib o`rganilgandan so`ng ahvol butunlay o`zgardi, hatto radiotexnikada revolyusiya bo`ldi, desa bo`ladi.

Albatta, elektr energiyani simlar orqali uzatishda avvalgicha o`tkazgichlar ishlatilaveradi.

- Yarim o'tkazgichlar esa radio priyomniklarda, hisoblash mashinalarida va hokazolarda tokni o'zgartiruvchi vosita sifatida qo'llaniladi.

Metallarning elektron o'tkazuvchanligi. Ganni metall o'tkazgichlardan boshlaymiz. Bularning vocho'tampyer xarakteristikasini biz bilamiz, biroq bu xarakteristikani molekulyar kinetik nazariya nuqtai nazaridan talqin etish to'g'risida hali hech narsa aytilmadi.

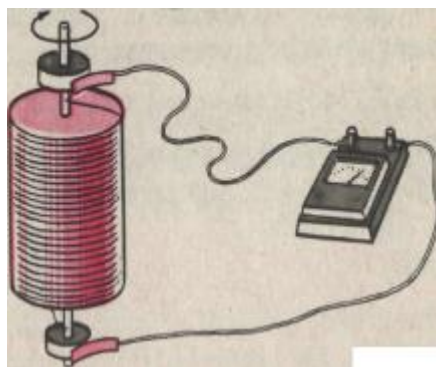
Metallarda erkin zaryad eltuvchi zarralar elektronlar bo'ladi. Elektronlarning konsentrasiyasi juda katta bo'lib, $1/m^3$ tartibidagi sonidir. Bu elektronlar xotik issiqlik harakati qiladi. Elektr maydon ta'sirida elektronlar 10^4 m/s tartibdagi o'rtacha tezlik bilan tartibli ravishda ko'chadi.

Metallarda erkin elektronlar borligining eksperimental isboti. Metallarning elektr o'tkazuvchanligi erkin elektronlarning harakati tufayli hosil bo'lishini L.I.Mandelshtam va N. D. Papaleksi 1913 yilda, Styuart va Tolmen 1916 yilda o'tkazgan tajribalarda isbot etdilar. Bu tajribalar sxemasi quyidagicha.

G'altakka sim o'ralib, simning uchlari bir-biridan izolyasiya qilingan ikkita metall diskka kavsharlab ulanadi. Metall disklarning chetiga sirpanuvchi kontaktlar vositasida gal'vanometr ulanadi.

G'altak tez aylantiriladi, so'ngra birdan to'xtatiladi. G'altak birdan to'xtatilgandan keyin zaryadli erkin zarralar biror vaqt davomida inyeksiyasi bilan o'tkazgichga nisbatan harakat qiladi va demak, g'altakda elektr toki paydo bo'ladi. Tok juda qisqa vaqt davom etadi, chunki o'tkazgichning qarshiligi tufayli zaryadli zarralar tez sekinlashadi va zarralarning tok hosil qilayotgan tartibli harakati to'xtaydi.

Bu tokning yo'nalishi uning manfiy zaryadli zarralar harakati tufayli yuzaga kelishini ko'rsatadi. Bunda ko'chiriladigan zaryad tok hosil qiluvchi zarralar zaryadaning ular massasiga nisbatiga, ya'ni $|q|/m$ nisbatga proporsional bo'ladi. Shuning uchun anjirda tok mavjud bo'lgan butun vaqt ichvda gal'vanometrdan o'tgan zaryadvi o'lchab, $|q|/m$ nisbat aniqlangan. Bu nisbat $1,8 \cdot 10^{11}$ Ql/kg ga teng bo'lib chiqdi. Bu miqdor elektron zaryadning uning massasiga nisbatining ilgari boshqa tajribalarda topilgan e/m qiymati bilan bir xildir.



Elektronlarning metallda harakatlanishi. Elektr maydon tomonidan ta'sir etayotgan o'zgaras kuch ta'sirida elektronlar tartibli harakatga kelib, ma'lum tezlikka ega bo'ladi. Bundan keyin bu tezlik vaqt o'tishi bilan ortmaydi, chunki kristall panjaraning ionlari elektronlarga biror sekinlatuvchi kuch bilan ta'sir qiladi. Bu kuch suvga cho'kib borayotgan toshga ta'sir etuvchi qarshilik kuchiga o'xshaydi. Natijada elektronlarning tartibli harakatining o'rtacha tezligi o'tkazgichdagi elektr maydonning kuchlanganligi E ga proporsional ($v \sim E$) va, binobarin, o'tkazgichning uchlaridagi potentsiallar farqiga proporsional bo'ladi, chunki $E = U/l$, bu yerda l – o'tkazgichning uzunligi.

Ma'lumki, o'tkazgichdagi tok kuchi zarralarning tartibli harakati tezligiga proporsional. Shuning uchun tok kuchi o'tkazgich uchlaridagi potentsiallar farqiga

proporsional, ya'ni $I \sim U$ deya olamiz. Om qonunini metallar o'tkazuvchanligining elektron nazariyasi asosida sifat tomonidan izohlash ana shundan iborat.

Elektronlarning metallda qiladigan harakatining qoniqarli miqdoriy nazariyasini klassik mexanika qonunlariga asoslanib yaratish mumkin emas. Gap shundaki, elektronlarning metallda qiladigan harakatining sharoitlari shundaki, elektronlar harakatini tavsiflashga N'yutonning klassik mexanikasi yaroqsizdir. Bu narsa quyidagi misoldan yaqqol ko'rinadi.

Agar uy haroratida elektronlarning metallda qiladigan xaotik issiklik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi tajribada aniqlanib, bu energiyaga mos keladigan harorat $\frac{m\bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2}kT$ formuladan aniqlansa, u holda harorat 10^5 — 10^6 K tartibida bo'ladi. Bunday harorat yulduzlar bag'rida bo'ladi. Elektronlarning metallda qiladigan harakati kvant mexanika qonunlariga bo'ysunadi.

Metallarda erkin zaryad eltuvchilar — elektronlar bo'lishi tajribada isbot etilgan. Elektr maydonning ta'siri ostida elektronlar kristall panjara tomonidan sekinlashtirish tufayli doimiy o'rtacha tezlik bilan harakat qiladi. Tartibli harakatning tezligi o'tkazgich ichidagi maydon kuchlanganligiga to'g'ri proporsionaldir.

O'tkazgich qarshiligining haroratga bog'liqligi. Turli moddalarning solishtirma qarshiligi turlicha bo'ladi. Qarshilik o'tkazgichning holatiga bog'liqmi; uning xaroratiga bog'liqmi? Javobni tajribadan olamiz.

Agar po'lat spiral orqali akkumulyatordan tok o'tkazib, keyin uni alangaga tutilsa, ampermetr tok kuchining kamayganini ko'rsatadi. Demak, harorat o'zgarganda o'tkazgichning qarshiligi o'zgarar ekan.

Agar 0°C o'tkazgichning qarshiligi R_0 , t haroratda esa qarshiligi R bo'lsa, tajribaning ko'rsatishcha, qarshilikning nisbiy o'zgarishi haroratning t o'zgarishiga to'g'ri proporsional:

$$\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha t.$$

α proporsionallik koeffisienti qarshilikning harorat ko'ffisienti deb ataladi. Bu ko'ffisient modda qarshiligining haroratga bog'liqligini bildiradi. Qarshilikning harorat koeffisienti qarshilikning o'tkazgich 1K isitilgandagi nisbiy o'zgarishiga teng. Hamma metall o'tkazgichlarda $\alpha > 0$ bo'lib, harorat o'zgarganda arzimagan darajada o'zgaradi. Agar haroratning o'zgarish oralig'i unchalik katta bo'lmasa, bu ko'ffisientni uning mana shu oralig'idagi o'rtacha qiymatiga teng bo'lgan doimiy miqdor deb olish mumkin. Sof metallarda

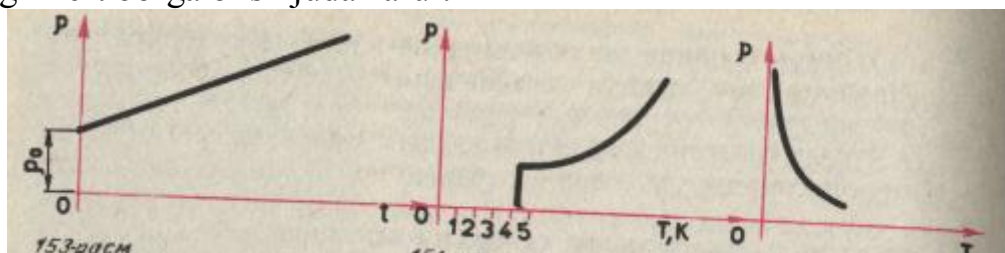
$$\alpha \approx \frac{1}{273} \text{K}^{-1}.$$

Harorat ko'tarilganda alektrolitlar yeritmalarining qarshiligi ortmaydi, balki kamayadi. Ularda $\alpha < 0$. Masalan, osh tuzining 10% li eritmasida $\alpha = -0,02\text{K}^{-1}$.

Isitilganda o'tkazgichning geometrik o'lchamlari oz o'zgaradi. O'tkazgichning qarshiligi asosan solishtirma qarshilikning o'zgarishi hisobiga o'zgaradi. Agar formulaga $R = \rho \frac{l}{S}$ va $R_0 = \rho_0 \frac{l}{S}$ qiymatlarni qo'ysak, solishtirma qarshilikning haroratga qanday bog'liqligini topish mumkin. Hisoblashlar quyidagi natijani beradi:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

Harorat o'zgarganda α koeffisient juda oz o'zgargani uchun solishtirma qarshilik haroratga chiziqli bog'liq, deb hisoblash mumkin. Garchi α koeffisient anchagina kichik bo'lsada, isitkich asboblarni hisob qilishda qarshilikning haroratga bog'liqligini e'tiborga olish juda zarur.



Masalan, cho'g'lanma lampochkaning vol'fram tolasidan tok o'tganda uning qarshiligi 10 baravardan ziyod ortadi. Ba'zi qotishmalarda, masalan, mis bilan nikel qotishmasidan iborat konstantanda qarshilikning harorati koeffisienti juda kichik: $\alpha \approx 10^{-5} K^{-1}$. Konstantanning solishtirma qarshiligi katta: $\rho \approx 10^{-6} Om.m$. Bunda sotishmalar etalo qarshiliklar va o'lchov as-boblariga qo'yiladigan qo'shimcha qarshiliklarni tayyorlashda, ya'ni harorat o'zgarib turganda qarshilik sezilarli darajada o'zgarmaydigan bo'lishi talab etiladigan hollarda ishlatiladi.

Metallar qarshiligining haroratga bog'liqligidan qarshilikli termometrlarda foydalaniladi. Odatda, bunday termometrning asosiy ishchi qismi sifatida qarshiligining haroratga kanday bog'liqligi yaxshi ma'lum bo'lgan platina sim olinadi. Harorat o'zgarishi platina sim qarshiligining o'zgarishiga qarab baholanadi. Sim qarshiligining o'zgarishlarini esa o'lchab topish mumkin. Bunday termometrlar odatdagi suyuqlikli termometrlar bilan o'lchab bo'lmaydigan juda past va juda yuqori haroratlarni o'lchashga imkon beradi.

Metallarning solishtirma qarshiligi haroratga chiziqli bog'liq. Elektrolitlar eritmasining solishtirma qarshiligi harorat ko'tarilishi bilan kamayadi.

O'ta o'tkazuvchanlik. O'tkazgichlarning qarshiligi haroratga bog'liq. Harorat pasayishi bilan metallarning qarshiligi kamayadi. Harorat asbolyut nolga intilganda nima bo'ladi?

1911-yilda gollandiya fizigi Kamyering-Onnes o'ta o'tkazuvchanlik deb atalgan ajoyib hodisani kashf etdi. U simobni suyuq geliyda sovitganda simobning qarshiligi boshda asta-sekin o'zgarishini, so'ngra harorat 4,1 K ga yetganda sakrab birdaniga nolga tushib qolishini aniqladi. Bu hodisa o'ta o'tkazuvchanlik deb ataldi. Keyinchalik ko'pgina boshqa o'ta o'tkazgichlar kashf etildi.

O'ta o'tkazuvchanlik hodisasi 25 K dan yuqori bo'lmagan juda past haroratlarda yuz beradi. Forzasdagi jadvalda ba'zi moddalarning o'ta o'tkazuvchanlik holatiga o'tish haroratlari ko'rsatilgan.

Agar o'ta o'tkazuvchan holatda bo'lgan halqa shaklidagi o'tkazgichda tok hosil qilib, keyin manba olib ko'yilsa, istagancha uzoq vaqt davomida bu tok kuchi o'zgarmaydi. O'ta o'tkazuvchan bo'lmagan odatdagi o'tkazgichda bu holda tok to'xtab qoladi.

O'ta o'tkazgichlar amalda keng qo'llaniladi. Masalan, chulg'ami o'ta o'tkazuvchan bo'lgan quvvatli elektromagnitlar qurilyapti, bular uzoq, muddat

davomida energiya sarflamasdan magnit maydonni hosil qila oladi. Chunki o'ta o'tkazuvchan chulg'amda issiqlik ajralib chiqmaydi.

Biroq o'ta o'tkazuvchan magnit yordamida juda kuchli magnit maydonni hosil qilib bo'lmaydi. Juda kuchli magnit maydon o'ta o'tkazuvchanlik holatini buzadi. Bunday maydonni o'ta o'tkazgichning o'zidagi tok hosil qila oladi. Shu sababli o'ta o'tkazuvchan holatdagi har bir o'tkazgich uchun tok kuchining kiritik qiymati mavjud: o'ta o'tkazuvchanlik holatini buzmasdan tok kuchini bu kritik qiymatdan orttirib bo'lmaydi.

O'ta o'tkazuvchan magnitlar elementar zarralarni tezlashtiruvchi qurilmalarda, magnitogidrodinamik generatorlarda (MGD-generatorlarda) va hokazolarda ishlatiladi; MGD-generatorlar magnit maydonda harakatlanadigan qizigan va ionlashgan gaz oqimining mexanik energiyasini elektr energiyaga aylantiradi.

Uy haroratiga yaqin haroratda o'ta o'tkazuvchan holatda bo'ladigan materiallar yaratilganda edi, energiyani simlar orqali isrofsiz uzatishdek. juda muhim texnik muammo hal etilgan bo'lar edi. Hozirgi vaqtda fiziklar bu muammoni hal etish ustida ishlamoqdalar. O'ta o'tkazuvchanlik hodisasining sabablarini faqat kvant nazariya asosida izohlash mumkin. Bu izohni 1957 yilga kelibgina amerika olimlaridan J . B a r d i n , L. Kuper, J. Shrieffyer va sovet olimi akademik N. N. Bogolyubov berdilar.

1986 –yilda yuksak haroratli o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi kashf etildi. Lantan, bariy va boshqa elementlarning (sopollarning) o'ta o'tkazuvchanlik holatiga o'tish harorati 100 K ga yaqin bo'lgan murakkab oksidli birikmalari olindi. Bu harorat atmosfera bosimida suyuq azotning qaynash haroratidan yuqoridir.

Yuksak haroratli o'ta o'tkazuvchanlik yaqin kelajakda butun elektrotexnika, radiotexnika, EHM larni konstruksiya qilishda mukarrar texnik evolyusiyaga olib keladi. Hozir bu sohadagi rivojlanishni o'tkazgichlarni qimmatbaho gaz bo'lmish geliyning qaynash haroratiga qadar sovitish zarurati tutib turibdi.

Umid qilish mumkinki, uy harorati sharoitida ishlaydigan o'ta o'tkazgichlar yaratishga muvaffaq bo'lamiz. Generatorlar va elektr dvigatellar juda ixchamlashadi (bir necha marta kichiklashadi) va tejamli bo'ladi. Elektr energiyani har qanday masofaga isrofsiz uzatish va soddagina qurilmalar yordamida jamg'arish mumkin bo'ladi.

Ko'pgina metall va qotishmalar 25 K dan past haroratlarda o'z qarshiligini butunlay yo'qotib, o'ta o'tkazgichga aylanib qoladi.

Savol:

- 1. Elektr tokini yaxshi o'tkazadigan o'tkazgichlarni sanab chiqing.*
- 2. O'tkazgichlar yarimo'tkazgichlardan nimasi bilan farq qiladi?*
- 3. Elektr lampochka qachon ko'p quvvat iste'mol qiladi: tarmoqqa ulangan zahotimi yoki bir necha minut o'tgandan keyinmi?*

4. Agar elektr plitka spiralining qarshiligi haroratga qarab o'zgarmasa, uning uzunligi nominal quvvatda uzunroq bo'ladimi yoki qisqaroq bo'ladimi?

34 –Dars.

Mavzu: Yarim o'tkazgichlarda elektr toki. Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi va uning temperaturaga bog'liqligi. Termorezstor.

Reja:

1. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki.
2. Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi va uning temperaturaga bog'liqligi
3. Termorezstor.

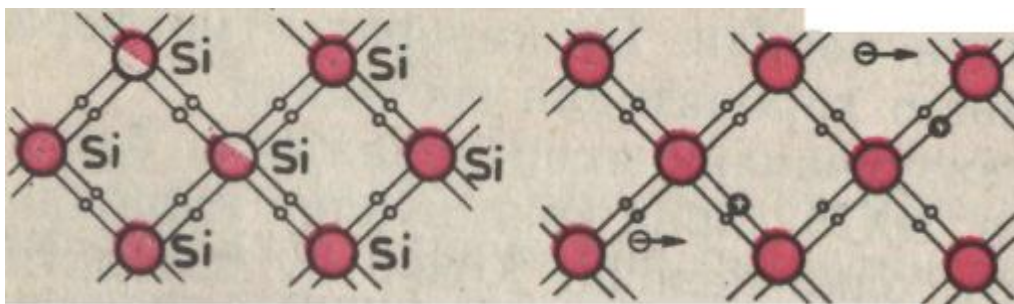
Yarim o'tkazgichlarda elektr toki.

Yarimo'tkazgichlarning o'tkazgichlardan asosiy farqi nimada? Yarim o'tkazgichlarning tuzilishidagi qanday jihatlari ularning barcha radioqurilmalar, televizorlar va EHM larda ishlatishga yo'l ochdi?

Yarimo'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'lanish xarakteriga qarab o'tkazgichlardan ko'p farq qiladi. O'lchash natijalari harorati ko'tarilganda qator elementlarning (kremniy, germaniy va boshqalarning) va birikmalarning (KbS, CdS va boshqalarning) solishtirma qarshiligi nihoyatda keskin ravishda kamayishini ko'rsatadi, va holanki, harorat ko'tarilganda metallarning solishtirma qarshiligi ortadi. Mana shunday moddalar yarimo'tkazgichlar deb ataladi.

155 –rasmda tasvirlangan grafikdan absolyut nolga yaqin haroratlarda yarimo'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi juda katta bo'lishi ko'rinib turibdi. Demak, juda past haroratlarda yarimo'tkazgich dielektrikka o'xshab koladi. Harorat ko'tarilgan sari yarimo'tkazgichning solishtirma qarshiligi tez kamayadi.

Yarimo'tkazgichlarning tuzilishi. Tranzistorlar radiopriyomnikni ishga tushirish uchun yarimo'tkazgich va radiopriyomnikning tuzilishi haqida hech narsani bilish shart emas. Ammo uni yaratish uchun juda ko'p narsani bilish, odamning o'zi ham iqtidorli bo'lishi kerak. Tranzistorning umuman qanday ishlashini bilish uncha qiyin emas. Avvalo, yarimo'tkazgichlarda o'tkazuvchanlik mexanizmi mohiyati bilan tanishish kerak. Buning uchun esa yarimo'tkazgich kristali atomlarining o'zaro bog'lanish tabiatini tushunish kerak. Misol tariqasida kremniy kristalini ko'rib chiqamiz.



Kremniy — to'rt valentli element. Demak, atomning tashqi qobig'ida yadroga zaifrok bog'langan to'rtta elektron bo'ladi. Har bir kremniy atomining eng yaqin qo'shni atomlari ham to'rtta bo'ladi. Kremniy kristali tuzilishining tekislikda tasvirlangan sxemasi ko'rsatilgan.

Qo'shni atomlarning har bir jufti bir-biriga kovalent bog'lanish deb ataladigan juft elektronli bog'lanish tufayli o'zaro ta'sir ko'rsatadi. Bu bog'lanishning hosil bo'lishida har bir atomdan bittadan valentlik elektroni qatnashadi, bu elektronlar atomdan ajralib chiqib, kristalda mushtarak bo'lib koladi va o'z harakatida ko'proq vaqt qo'shni atomlar orasidagi fazoda yuradi. Ularning manfiy zaryadi kremniyning musbat ionlarini bir-biri yaqinida tutib turadi.

Mushtarak bo'lib qolgan juft elektron faqat ikki atomga tegishli deb o'ylash to'g'ri emas. Har bir atom qo'shnilari bilan to'rtta bog'lanish hosil qiladi, har qanday valentlik elektroni esa ana shu bog'lanishlarning biri bo'ylab harakat qila oladi. Bu elektron qo'shni atomga borishi, undan boshqasiga o'tishi va so'ngra butun kristall bo'ylab kezib yurishi mumkin. Valentlik elektronlari butun kristallga tegishlidir.

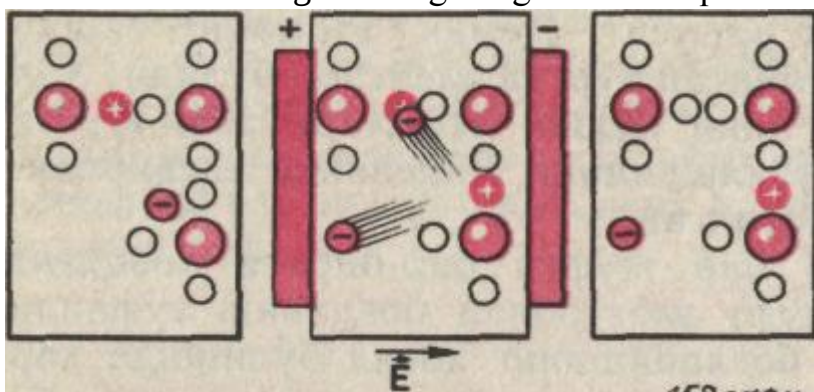
Kremniyning juft elektronli bog'lanishlari ancha mustahkam bo'lib, past haroratlarda uzilmaydi. Shuning uchun past haroratda kremniy elektr tokini o'tkazmaydi. Atomlar bog'lanishida ishtirok etuvchi valentlik elektronlari kristall panjaraga mustahkam bog'langan, shuning uchun tashqi elektr maydon ularning harakatiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi. Gyermaniy kristalining tuzilishi ham shunga o'xshaydi.

Elektronli o'tkazuvchanlik. Kremniy qizdirilganda valentlik elektronlarining kinetik energiyasi ortadi va ayrim bog'lanishlar uziladi. Ba'zi elektronlar «o'rgangan yo'llaridan» chetga chiqib, metalldagi elektronlar singari erkin elektronlarga aylanadi. Elektr maydonda bu erkin elektronlar panjaraning tugunlari orasida ko'chib, elektr tokini hosil qiladi.

Yarim o'tkazgichlarning o'zlaridagi erkin elektronlar tufayli hosil bo'lgan o'tkazuvchanligi emektronli o'tkazuvchanlik deb ataladi. Harorat ko'tarilgani sari uzilgan bog'lanishlar soni va, demak, erkin elektronlar soni ortadi. 300 dan 700 K gacha qizdirilganda erkin zaryad tashuvchilar soni $10^{17} \frac{1}{m^3}$ dan $10^{24} \frac{1}{m^3}$ ga qadar ortadi. Natijada yarim o'tkazgichning qarshiligi kamayadi.

Teshikli o'tkazuvchanlik. Bog'lanish uzilganda elektroni yetishmaydigan bo'sh joy hosil bo'ladi. Bu teshik deyiladi. Teshikda boshqa normal bog'lanishlarga nisbatan ortiqcha musbat zaryad bo'ladi.

Kristallda teshikning vaziyati o'zgarib turadi. Unda doimo quyidagi jarayon bo'lib turadi. Atomlarning bir-biriga bog'lanishida qatnashayotgan elektronlardan biri hosil



bo'lgan teshikka sakrab o'tib, bu yerda juft elektronli bog'lanishni tiklaydi, elektron ketgan joyda esa yangi teshik hosil bo'ladi. Shu tariqa teshik butun kristall bo'ylab go'yo ko'chib yurgandek tuyuladi.

Agar namunada elektr maydonning kuchlanganligi

nolga teng bo'lsa, teshiklarning musbat zaryadlarning ko'chishi bilan bir xil ahamiyatga ega bo'lgan ko'chishi tartibsiz harakat bo'lib, shuning uchun elektr toki hosil bo'lmaydi. Elektr maydon bor bo'lganda teshiklar tartibli ravishda ko'chadi, natijada erkin elektronlarning elektr tokiga teshiklarning ko'chishidan hosil bo'lgan elektr toki qo'shiladi. Teshiklar elektronlar harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi. Elektronli va teshikli o'tkazuvchanlikning mohiyati tushuntirib berilgan.

Shunday qilib, yarimo'tkazgichlarda zaryad tashuvchilar ikki xil bo'ladi: elektronlar va teshiklar. Shuning uchun yarimo'tkazgichlar faqat elektronli o'tkazuvchanlikka emas, balki teshikli o'tkazuvchanlikka ham ega.

Biz ideal yarimo'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi mohiyatini ko'rib chiqdik. Bu sharoitdagi (ya'ni ideal yarimo'tkazgichlarning) o'tkazuvchanlik yarimo'tkazgichlarning xususiy o'tkazuvchanligi deb ataladi.

Sof yarimo'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi (xususiy o'tkazuvchanlik) erkin elektronlarining ko'chishi (elektronli o'tkazuvchanlik) va bog'langan elektronlarning juft elektronli bog'lanishlardagi bo'sh o'rinlarga ko'chishi (teshikli o'tkazuvchanlik) orqali amalga oshiriladi.

Savol.

1. Kovalent bog'lanish deb qanday bog'lanishga aytiladi?
2. Yarimo'tkazgichlar qarshiligining haroratga bog'liqligi bilan metallar qarshiligining haroratga bog'liqligi orasida qanday farq bor?
3. Sof yarimo'tkazgichda harakatchan qanday zaryad tashuvchilar bor?
4. Elektron teshik bilan uchrashib qolganda qanday hodisa yuz beradi?

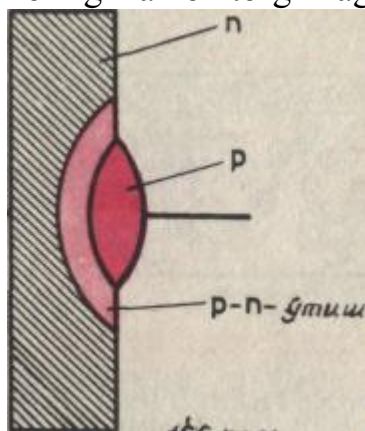
35-Dars.

Mavzu: Yarim o'tkazgichlarning xusiy va aralashmali o'tkazuvchanligi. Elektron kovakli o'tish. Yarim o'tkazgichli diod, tranzistor. Yarim o'tkazgichli asboblarning qo'llanilishi.

Reja:

1. Yarim o'tkazgichlarning xusiy va aralashmali o'tkazuvchanligi.
2. Elektron kovakli o'tish.
3. Yarim o'tkazgichli diod, tranzistor.
4. Yarim o'tkazgichli asboblarning qo'llanilishi.

Yarimo'tkazgichli diod. O'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiruvchi hozirgi zamon to'g'rilagichlarida asosiy element yarimo'tkazgichli dioddir.



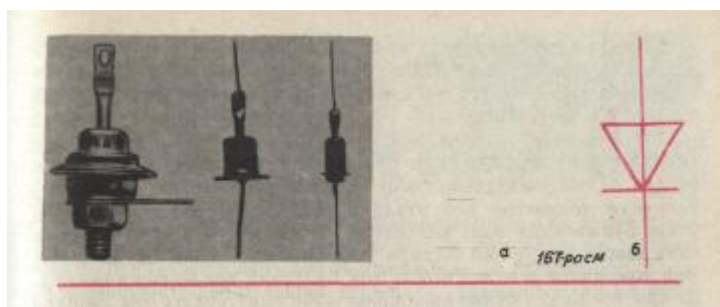
Hozirgi vaqtda radiosxemalarda o'zgaruvchan elektr tokini to'g'rilash uchun ikki elektrodli elektron lampalar bilan bir qatorda yarimo'tkazgichli diodlar tobora keng ko'llanilmoqda, chunki ularning afzal tomonlari ko'p. Elektron lampada zaryad tashuvchi elektronlar termoelektron emissiya hisobiga hosil qilinadi. Bu hol elektr energiyaning maxsus manbai bo'lishini talab qiladi. $p-n$ -o'tishda zaryad tashuvchi zarralar kristallga akseptor yoki donor aralashma kiritish yo'li bilan hosil qilinadi. Shunday qilib, bu yerda erkin zaryad tashuvchilar hosil qilish maqsadida energiya manбайдan foydalanishga zarurat qolmaydi. Murakkab sxemalarda buning hisobiga ancha elektr energiya tejalandi. Yarimo'tkazgichli to'g'rilagichlar elektron lampalarga qaraganda ancha ixcham bo'ladi, shunga karamasdan ular elektron lampalar to'g'rilaydigan kattalikdagi toklarni bimalol to'g'rilayveradi. Shuning uchun yarimo'tkazgichlardan yig'ilgan radio qurilmalar ancha ixcham. Yarimo'tkazgichli elementlarning yuqorida qayd qilib o'tilgan afzalliklari ularning Yerning sun'iy yo'ldoshlarida, kosmik kemalarda, elektron hisoblash mashinalarida qo'llanilishida ayniqsa muhim ahamiyat kasb etadi.

Yarimo'tkazgichli diodlar germaniy, kremniy, selen va boshqa moddalardan tayyorlanadi.

Ozgina donor aralashma qo'shish hisobiga p -tipdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan germaniyni diodda ishlatganda r -ga o'tishning qanday hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. O'tkazuvchanligining tipi har xil bo'lgan ikkita yarimo'tkazgichni mexanik ravishda qo'shish yo'li bilan $r-p$ -o'tish xosil qilib bo'lmaydi, chunki bu holda yarimo'tkazgichlar orasi ancha ochiq bo'ladi. $r-p$ -o'tish zonasining qalinligi esa atomlar orasidagi masofadan ortiq bo'lmasligi kerak. Shuning uchun namunaning (germaniyni) bir sirtiga indiy eritib yopishtiriladi. Indiy atomlarining germaniy monokristali ichiga singishi (diffuziyasi) natijasida germaniy sirti yaqinida r -tip o'tkazuvchanlik sohasi hosil bo'ladi. Germaniy namunasi indiy atomlari kirib yetmagan qismi avvalgicha n -tip o'tkazuvchanlikka ega bo'lib qolaveradi. O'tkazuvchanligining tipi turli xil bo'lgan ikki soha orasida $r-p$ -o'tish sohasi.

paydo bo'ladi. Yarimo'tkazgichli diodda germaniy katod, indiy esa anod bo'lib xizmat qiladi.

Havo va yorug'likning zararli ta'siridan ehtiyot qilib saqlash maqsadida germaniy kristali germetik metall korpus ichiga joylanadi. Diodning sxematik tasviri



ko'rsatilgan. Yarimo'tkazgichli to'g'rilagichlar juda ishonchli bo'ladi va uzoq muddat xizmat qiladi. Biroq ular haroratlarning cheklangan oralig'idagina (-70 bilan $+125^{\circ}\text{C}$ orasidagina) ishonchli ishlay oladi.

O'zgaruvchan tokni to'g'rilashda $p-n$ -o'tish soxasining xossalaridan foydalaniladi. n -tip yarimo'tkazgichda potensial musbat bo'lgan davrning butun yarmida tok $p-n$ -o'tish sohasidan bimalol o'taveradi. Davrning keyingi yarmi davomida tok amalda nolga teng.

Tranzistorlar. Tranzistor-ajoyib asbob. Tranzistorning ishlash prinsipini tushunish oson emas, ammo uni ixtiro qilishibdi-ku! Ishonchimiz komilki. Siz uning qanday ishlashini qisqacha tavsifnomaga qarab ham o'rganib olasiz.

Germaniy yoki kremniydan yasalgan, ichiga donor va akseptor-aralashmalar qo'shilgan tranzistorlardan birini ko'rib chiqamiz. Aralashma shunday qo'shilganki, n -tip yarimo'tkazgichning ikki qatlami orasida n -tip yarimo'tkazgichning juda yupqa (bir necha mikron chamasida) katlami hosil qilinadi. Bu yupqa qatlam asos yoki bazis deb ataladi.

Kristallda ikkita $p-n$ -o'tish sohasi hosil bo'ladi, bularning to'g'ri o'tish yo'nalishlari bir-biriga qarama-qarshi. O'tkazuvchanliklarining tipi turlicha bo'lgan sohalardan chiqqan uchta klemma tranzistorni tasvirlangan sxema bo'yicha ulashga imkon beradi. Tranzistor ko'rsatilgandek ulanganda chapdagi $p-n$ -o'tish to'g'ri o'tish bo'lib, bazani o'tkazuvchanligi p -tipdagi sohadan ajratib turadi; bu soha emitter deb ataladi. Agar o'ng tomondagi $p-n$ -«o'tish sohasi bo'lmaganda edi, «emitter –baza» zanjirida tok bo'lgan bo'lar edi, bu tokning kuchi manbalari (B 1 batereya va o'zgaruvchan kuchlanish manbainig) kuchlanishiga va zanjirning qarshiligiga bog'liq bo'lar edi (zanjirning qarshiligiga «emitter — baza» to'g'ri o'tishning juda kichik qarshiligi ham qo'shiladi). B 2 batereya ulanganki, sxemadagi o'ng $p-n$ - ga o'tish teskari o'tish bo'ladi. O'ng tomondagi $p-n$ -o'tish bazani p -tip o'tkazuvchanlikli o'ng sohadan ajartib turadi: bu o'ng soha kollektor deb ataladi. Agar chap tomondagi $p-n$ -o'tish bo'lmaganda edi, kollektor zanjiridagi tok kuchi nolga yaqin bo'lar edi, chunki teskari o'tishning qarshiligi juda katta. Chap tomondagi $p-n$ -o'tishda tok bo'lganda kollektor zanjirida ham tok paydo bo'lar va tokning kuchi emitterdagi tok kuchidan salgina kichik bo'lar edi.

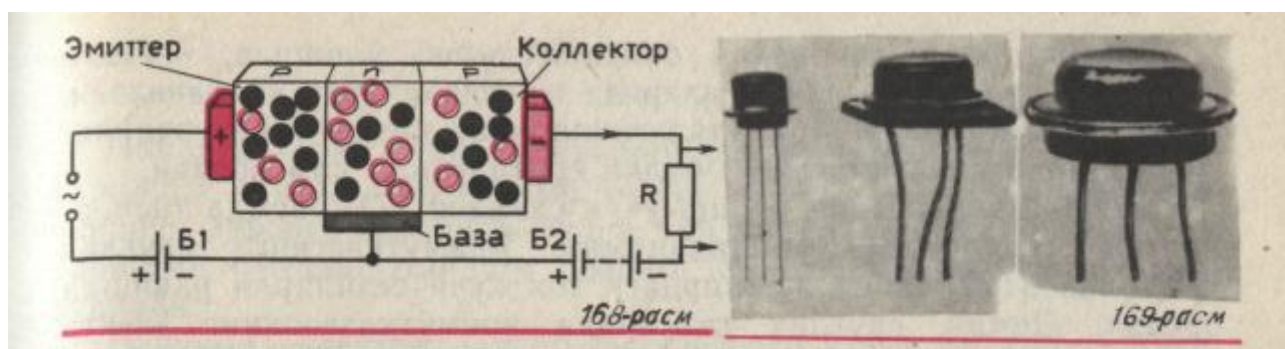
Bu yerda gap bunday. Emitter bilan baza orasida kuchlanish xosil qilishda p -tip yarimo'tkazgichning asosiy zaryad tashuvchilari bo'lmish teshiklar bazaga o'tib, u yerda ular no asosiy zaryad tashuvchilar bo'lib qoladi. Baza juda yupqa va undagi asosiy zaryad tashuvchilar (elektronlar) soni ko'p bo'lmagani uch o'n bazaga

tushgan teshiklar undagi elektronlar bilan deyarli rekombinasiyalashmaydi va diffuziya hisobiga kollektorga o'tadi. O'ng tomondagi $p-n$ o'tish zonasi bazaning asosiy zaryad tashuvchilari bo'lmish elektronlarni o'tkazmaydi, biroq teshiklarni o'tkazadi. Kollektorda teshiklar elektr maydon ta'sirida harakatga kelib zanjirni bekitadi. Emitter zanjiriga bazadan tarmoqlanib o'tadigan tok kuchi juda kichik, chunki bazaning gorizont tekislikdagi ko'ndalang kesimi vertikal tekislikdagi ko'ndalang kesimidan ancha kichik.

Kollektordagi tok kuchi amalda Emitterdagi tok kuchiga teng bo'lib, Emitterdagi tok bilan birga o'zgaradi. R rezistorning qarshiligi kollektordagi tokka kam ta'sir ko'rsatadi, bu qarshilikni yetarlicha katta qilish mumkin. Emitter tokini Emitter zanjiriga qo'shilgan o'zgaruvchan kuchlanish manbai yordamida boshqarib biz R rezistordagi kuchlanishni sinxron ravishda o'zgartira olamiz.

Rezistorning qarshiligi katta bo'lganda undagi kuchlanishning o'zgarishi Emitter zanjiridagi signal kuchlanishining o'zgarishidan bir necha o'n ming marta ortiq bo'lishi mumkin. Bu esa kuchlanish kuchaytirilayotganligini bildiradi. R rezistorda chiqadigan quvvat ham Emitter zanjirida sarf qilinayotgan quvvatdan ancha ortiq bo'ladi.

Tranzistorlarning qo'llanilishi. Hozirgi zamon texnikasida tranzistorlar nihoyatda keng qo'llaniladi. Ular ilmiy sohada, sanoatda va turmushda ishlatiladigan



apparatlarning ko'p elektr zanjirlarida elektron lampalarning o'rnini bosadi. Bunday asboblarning ishlatiladigan jazzi radiopriyomniklarni odamlar «tranzistorlar» deyishadi. Tranzistorlar va yarim o'tkazgichli diodlarning elektron lampalar oldidagi afzal tomoni avvalo ancha quvvat va qizish uchun ancha vaqt talab qilib cho'g'lanadigan katodning yo'qligidir. Undan tashqari, bu asboblarning elektron lampalarga qaraganda bir necha va o'n yuzlab marta kichik bo'lib, massalari ham juda ko'p marta oz. Ular qiyosan pastroq kuchlanishlarda ishlaydi.

Tranzistorlarning kamchiligi yarim o'tkazgichli diodlarning kamchiligi bilan bir xil. Ular haroratning ko'tarilishiga, ortiqcha elektr nagruzkalariga va kuchli ta'sir qiladigan nurlanishlarga chidamaydi. $p-n$ o'tishning xossalari yarimo'tkazgichlarda elektr tebranishlarini hosil qilish va kuchaytirish uchun ishlatiladi.

Termistorlar va fotorezistorlar. Yarimo'tkazgichli diod va tranzistorlar yarimo'tkazgichlarning hamma imkoniyatlari emas. Yarimo'tkazgichli asboblarning yana ikki turi bilan tanishamiz.

Termistorlar. Yarimo'tkazgichlarning elektr qarshiligi haroratga ko'p darajada bog'liq. Yarimo'tkazgichlarning bu xossasidan yarimo'tkazgichli zanjirdan

o'tayotgan tok kuchiga qarab haroratni o'lchashda foydalaniladi. Bu asboblarning termistorlar va termorezistorlar deb ataladi.

Termistorlar yarimo'tkazgichli asboblarning eng oddiysi hisoblanadi. Ular sterjen, naycha, disk, shayba va munchoq shaklida ishlanib, o'lchamlari bir necha mikrometrdan tortib bir necha santimetrgacha bo'ladi.

Ko'pchilik termistorlar 170 dan 570 K gacha oraliqdagi haroratni o'lchaydi. Biroq juda yuqori («1300 K) haroratlarni va juda past («4—80 K) haroratlarni o'lchaydigan termistorlar ham bor.

Tyermistorlar haroratni olisdan turib o'lchashda, yong'inga karshi signal berish qurilmalarida va boshqalarda qo'llaniladi.

Fotorezistorlar. Yarimo'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi qizdirilgandagina emas, balki yoritilganda ham ortadi. Shunday ekanligini ko'rish uchun sxemasi tasvirlangan qurilmadan foydalanamiz. Yarimo'tkazgichga yorug'lik tushganda zanjirdagi tok kuchi sezilarli ravishda ortadi. Demak, yorug'lik ta'sirida yarimo'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi ortadi (qarshiligi kamayadi). Bu effektning qizishga aloqasi yo'q, chunki u harorat o'zgarmaganda ham yuz beradi.

Elektr o'tkazuvchanlik yarimo'tkazgichga tushgan yorug'lik energiyasi hisobiga bog'lanishlarning uzilishi, erkin elektronlar va teshiklar hosil bo'lishi tufayli ortadi. Bu hodisa fotoelektr effekti deb ataladi.

Yarimo'tkazgichlarda yuz beradigan fotoelektr effekti hodisasidan foydalanadigan asboblarning fotorezistorlar yoki fotoqarshiliklar deb ataladi. Fotorezistorlarning ixcham va yuqori darajada sezgir bo'lishi kuchsiz yorug'lik oqimlarini qayd qilish va o'lchashda ulardan fan va texnikaning turli sohalarida foydalanishga imkon beradi. Fotorezistorlar yordamida sirtlarning sifati aniqlanadi, buyumlarning o'lchamlari nazorat qilib turiladi va hokazo.

Tyermorezistorlar haroratni o'lchaydi. Fotorezistorlar zaif yorug'lik okimlarini kayd qiladi va o'lchaydi.

Savol

1. Nima uchun tranzistorning bazasi tor bo'lishi kerak?
2. Bazasi p -tip yarimo'tkazgich, emitteri va kollektori n -tip yarimo'tkazgich bo'lgan tranzistorni tarmoqqa qanday ulash kerak?
3. Nima uchun kollektordagi tok emitterdagi tokka taxminan teng bo'ladi?

37-Dars.

Mavzu: Suyuqliklarda elektr toki. mis sulfat elektrolizi. vakuumda elektr toki. tyermoelektron emissiya. Ikki elektrodli lampa. Elektron-nurli trubka.

Reja:

1. Suyuqliklarda elektr toki.
2. Mis sulfat elektrolizi.
3. Vakuumda elektr toki.
4. Termoelektron emissiya.
5. Ikki elektrodli lampa.
6. Elektron-nurli trubka.

Suyuqliklarda elektr toki. Qattiq jismlar kabi suyuqliklarning ham dielektrigi, o'tkazgichi va yarim o'tkazgichi bo'ladi. Dielektriklar jumlasiga distillangan suv, o'tkazgichlar jumlasiga elektrolitlarning, ya'ni kislota, ishqor va tuzlarning eritmaları kiradi. Suyuq yarim o'tkazgichlar jumlasiga, masalan, eritilgan selen, eritilgan sulfidlar kiradi.

Elektrolitik dissosiasiya. Elektrolitlarning suvdagi eritmaları nima sababdan elektr tokini o'tkazishi X sinf anorganik ximiya darsligida bayon etilgan. Suvning qutbli molekularining elektr maydoni ta'sirida elektrolitlar eriganda elektrolit molekulari alohida-alohida ionlarga ajraladi. Bu jarayon elektrolitik dissotsiasiya deb ataladi.

Dissotsiasiya darajasi, ya'ni erigan moddaning ionlarga ajraladigan molekularining ulushi eritmaning haroratiga, konsentrasiyasiga va erituvchining ε dielektrik singdiruvchanligiga bog'liq. Harorat ko'tarilgani sari dissosiasiya darajasi, ortadi va binobarin, musbat va manfiy zaryadlangan ionlar konsentrasiyasi ortadi. Turli ishorali ionlar uchrashganda yana birikib neytral molekular hosil qilishi — rekombinasiya (qo'shilish) jarayoni yuz berishi ham mumkin. Sharoit o'zgarmas bo'lganda eritmada dinamik muvozanat yuzaga keladi, bu holatda bir sekund ichida ionlarga ajraluvchi molekular soni bir sekund ichida qayta birikib, neytral molekular hosil qiluvchi juft ionlar soniga teng bo'ladi.

Ionli o'tkazuvchanlik. Elektrolitlarning suvdagi eritmalarida yoki aralashmalarida zaryad tashuvchilar musbat va manfiy zaryadlangan ionlardir.

Agar ichida elektrolit eritmasi bo'lgan idish elektr zanjiriga ulansa, manfiy ionlar musbat elektrodga, ya'ni anodga tomon, musbat ionlar esa manfiy elektrodga — katodga tomon harakatga keladi. Natijada elektr toki qaror topadi. Elektrolitlarning aralashmalari yoki eritmalarida zaryadni ionlar tashigani uchun bunday o'tkazuvchanlik ionli o'tkazuvchanlik deb ataladi.

Suyuqliklar elektronli o'tkazuvchanlikka ham ega bo'lishi mumkin. Masalan, suyuq metallar ana shunday o'tkazuvchanlikka ega.

Elektroliz. Ionli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan suyuqliklarda tok o'tganda modda miqdori ko'chiriladi. Elektrolitlar tarkibidagi moddalar elektrodلarga o'tiradi, ya'ni ajraladi. Manfiy zaryadli ionlar anodda o'zining ortiqcha elektronlarini beradi (bu reaksiya ximiyada oksidlanish reaksiyasi deyiladi), musbat zaryadli ionlar

katodda yetishmay turgan elektronlarni oladi (qaytarilish reaksiyasi). Oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari tufayli elektrodalarda modda ajralib chiqish jarayoni elektroliz deyiladi.

Elektrolizning qo'llanilishi. Texnikada elektroliz turli maqsadlarda qo'llaniladi. Bir metallning sirti boshqa metallning yupqa qatlami bilan elektrolitik usulda qoplanadi (nikellash, xromlash, mis yalatish va hokazo). Bu mustahkam qoplama metall sirtini zanglashdan asraydi.

Elektrolitik qoplamani u o'tirgan sirtidan oson ko'chadigan qilish choralarini ko'rib (masalan, buning uchun sirtga grafit surkaladi) bo'rtma sirtlardan nusxa ko'chirish mumkin.

Poligrafiya sanoatida terilgan harflarning plastik materialga tushirilgan nusxasiga (matrisaga) qalingina temir yoki boshqa material qo'yib, shunday nusxalar (stereotiplar) olinadi. Bu hol esa terilgan asarni kerakli miqdordagi nusxada bosib chiqarishga imkon beradi. Stereotiplardan foydalanish tirajni ancha orttirishga imkon beradi, vaholanki, ilgargi vaqtlarda kitobning tiraji terilgan harflardan olinishi mumkin bo'lgan nusxalar soni bilan cheklangan edi (chunki bosishda harflar deyiladi).

To'g'ri, hozirgi vaqtda stereotiplar yuqori sifatli kitoblar bosish uchungina elektroliz yordamida olinadi.

Ko'chirib olinadigan qoplamalar hosil qilish jarayonini gal'vanoplastika usulini rus olimi B.S. Yakobi (1801 — 1874) ishlab chiqqan. U 1836 -yilda Leningraddagi Isaakiy sobori uchun ichi kovak shakllar yasashda bu usuldan foydalangan.

Metallarni turli aralashmalardan tozalashda ham elektrolizdan foydalaniladi. Masalan, rudadan olingan, hali tozalanmagan mis qalin taxtalar shaklida quyiladi, so'ngra bu taxtalar elektrolitik vannaga anod sifatida qo'yiladi. Elektroliz vaqtida anoddagi mis eriydi, qimmatli va nodir metallar qatnashgan aralashma vannaning tubiga cho'kadi, katodda esa toza mis ajralib chikadi.

Voksitlar aralashmasidan alyuminiy elektroliz yo'li bilan olinadi. Xuddi shu usul tufayli alyuminiy arzon, texnika va turmushda temir bilan bir qatorda eng ko'p tarqalgan metall bo'lib qoladi.

Elektrolitlarning eritmalari va aralashmalarida erkin elektr zaryadlari neytral molekulalarning ionlarga ajralishi xisobiga paydo bo'ladi. Maydon ta'sirida ionlarning xarakati modda miqdorining ko'chishini anglatadi. Bu jarayon amalda keng qo'llaniladi.

Elektroliz qonuni. Elektroliz vaqtida elektrodalarda modda ajralishi ro'y beradi. Ma'lum vaqt ichida ajralib chiqqan moddaning massasi nimaga bog'liq? Buni elektroliz qonuni aniqlaydi.

Ravshanki, ajralgan modda massasi m bitta ionning m_{ol} massasi bilan elektrodga Δt vaqt ichida kelgan ionlarning N_l soni ko'paytmasiga teng:

$$m = m_{ol} N_l, \quad (1)$$

1 bobdagi (1) formulaga asosan ionning m_{ol} massasi quyidagiga teng:

$$m_{ol} = \frac{M}{N_A}$$

bu yerda M – moddaning molyar massasi (yoki atom massasi), N_A – Avogadro doimiysi, ya'ni bir mol moddadagi ionlar soni. Elektrodga kelgan ionlar soni

$$N_l = \frac{\Delta q}{q_{ol}}$$

bo'lib, bu yerda $\Delta q = I\Delta t$ – elektrolit orqali Δt vaqt ichida oqib o'tgan zaryad, q_{ol} – ionning zaryadi; bu zaryad atomning n valentligiga bog'liq: $q_{ol} = ne$ (e – elementar zaryad).

Bir valentli atomlardan ($n=1$) tuzilgan molekulalar dissotsiasiyalanganda bir zaryadli yonlar paydo bo'ladi. Masalan, QVg molekulasi dissotsiyalanganda K^+ va Br^- ionlari paydo bo'ladi. Mis kuporosi dissotsiyalanganda ikki zaryadli Cu^{2+} va SO_4^{2-} ionlar hosil bo'ladi, chunki bu birikmada mis atomlarining valentligi ikkiga teng ($n=2$). formulaga va ifodalarni qo'yib va $\Delta q = I\Delta t$, $q_{oi} = ne$ ekanligini hisobga olib, ajralib chiqqan moddaning massasini topamiz:

$$m = \frac{M}{ne_A} I\Delta t.$$

Faradey qonuni. Moddaning m massasi bilan $\Delta q = I\Delta t$ zaryad o'rtasidagi proporsionallik koeffitsientini bilan belgilaymiz:

$$k = \frac{1}{eN_A} \frac{M}{n};$$

k koeffitsient moddaning tabiatiga M va n ning qiymatlariga bog'liq. U holda

$$m = kI\Delta t.$$

Binobarin, elektr toki o'tganda elektrodga Δt vaqt ichida ajralib chiqqan moddaning massasi tok kuchiga va vaqtga proporsionaldir.

Biz nazariy yo'l bilan topgan bu xo'losani tajribada birinchi bo'lib Faradey aniqlagan; bu xo'losa Faradeyning elektroliz qonuni deyiladi.

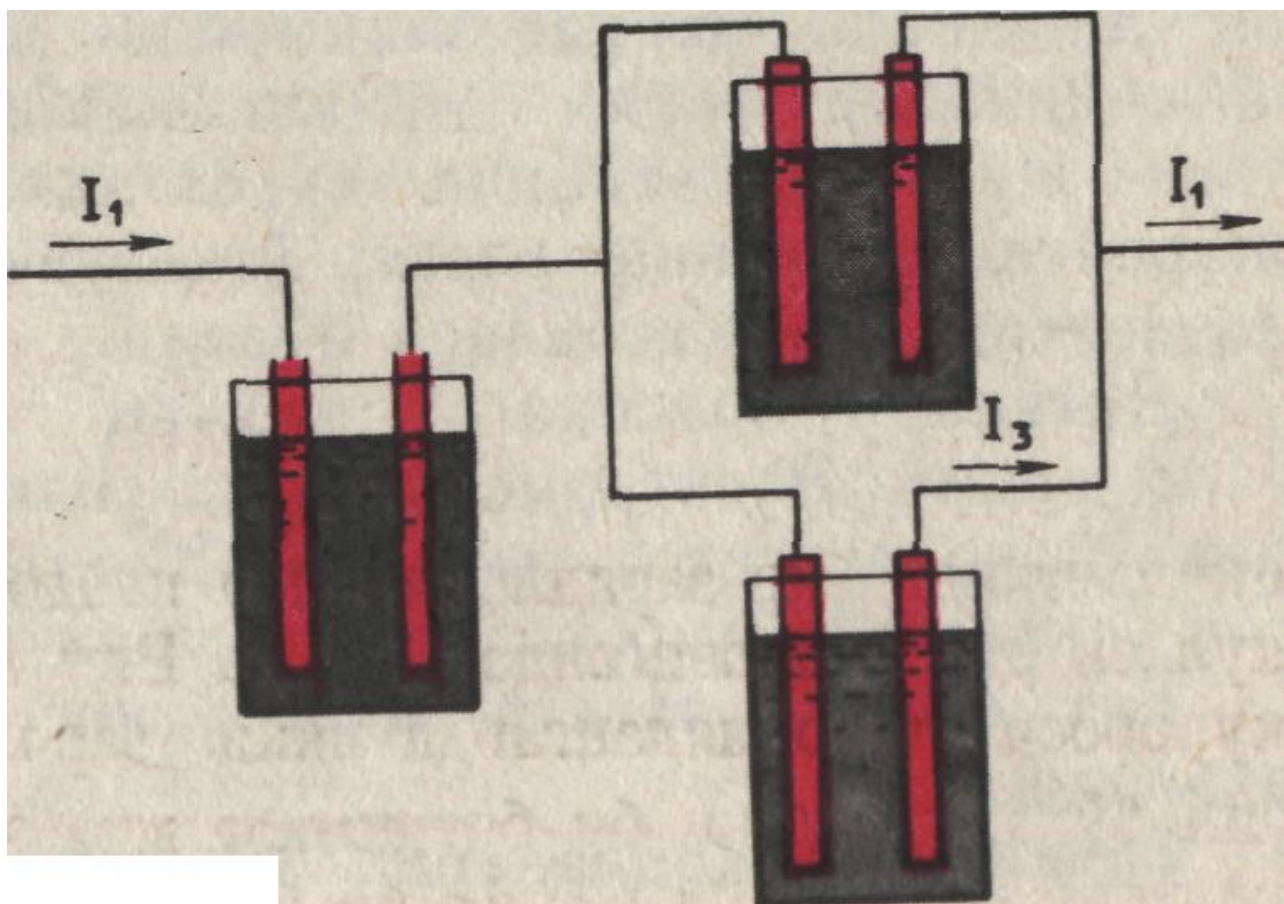
Formuladan ko'rinishicha k koeffitsientning son qiymati ionlar 1 Kl zaryad olib o'tganda elektrodga ajralgan moddaning massasiga teng. k miqdor tayinli bir moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti ataladi va kilogramm taqsim kulon (kg/Kl) hisobida ifodalanadi.

Elektroximiyaviy ekvivalentning fizik ma'nosi juda oddiy. $\frac{M}{N_A} = m_{ol}$ va $en = q_{ol}$

bo'lgani uchun formulaga asosan, $k = \frac{m_{ol}}{q_{ol}}$ bo'ladi, ya'ni ion massasining zaryadiga nisbatiga nisbatiga teng.

m va Δq ning qiymatlarini o'lchab, turli moddalarning elektroximiyaviy ekvivalentlarini aniqlash mumkin.

Faradey qonunining to'g'riligini tajribada tekshirib ko'rish mumkin. ko'rsatilgandek qurilma yig'amiz. Uchala elektrolitik vanna ayni bir elektrolit eritmasi bilan to'ldirilgan, biroq ulardan har xil tok o'tadi. Tok kuchlarini I_1, I_2, I_3 bilan belgilaymiz. U holda $I_1 = I_2 + I_3$. Turli vannalarning elektrodlarida ajralib chiqqan moddalarning m_1, m_2, m_3 massalarini o'lchab ko'rib, bu massalar tegishli tok kuchlariga mutanosib (proporsional) ekanligini ko'ramiz.



Elektronning zaryadini aniqlash. Elektrodda ajralib chiqqan modda massasining ifodasidan elektronning zaryadini aniqlashda foydalanish mumkin. Bu formuladan elektron zaryadining moduli

$$e = \frac{M}{mnN_A} I \Delta t$$

ekanligi kelib chikadi.

$I \Delta t$ zaryad o'tganda elektrodda ajralib chiqqan moddaning m massasini, M molyar massasini, atomlarning n valentligini va N_A Avogadro doimiysini bilgan holda elektronning zaryadi modulining qiymatini topish mumkin. Bu qiymat $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$.

Elementar elektr zaryadning qiymati birinchi marta 1874 –yilda xuddi mana shu yo'l bilan topilgan edi. lekin R. Milliken va A.F.Ioffe tajribalarida elementar zaryad ancha aniq o'lchangan.

Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi tok kuchi bilan vaqtning ko'paytmasiga teng. Elektroliz qonuni elementar elektr zaryadning kiymatini topishga imkon beradi.

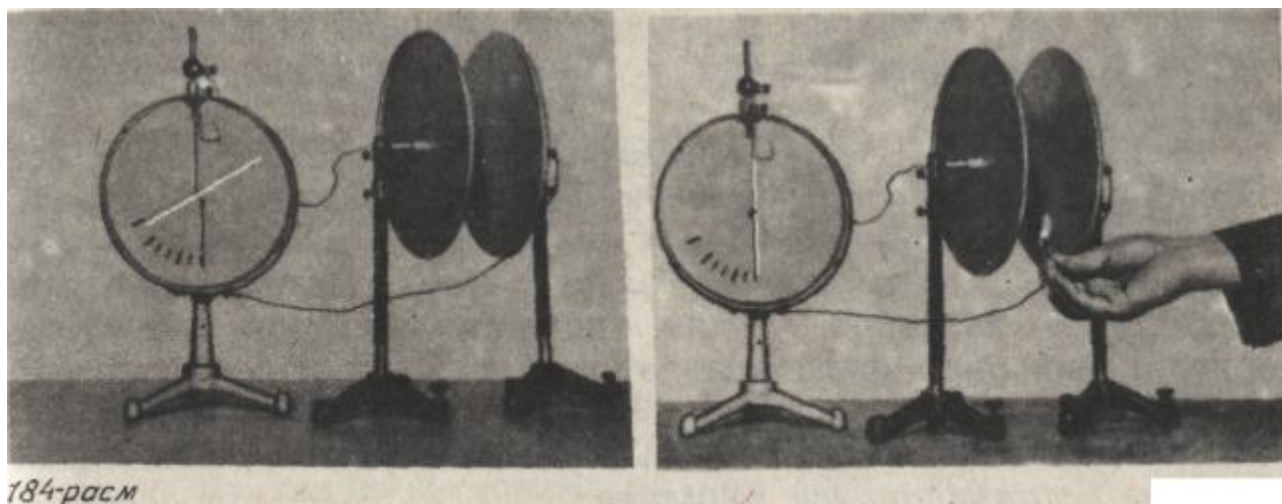
Gazlarda elektr toki. Biz kattik va suyuq jismlarning o'tkazuvchanligini va vakuumda tok o'tishini ko'rib chiqdik. Gazlarda tok o'tishi bilan tanishish qoldi.

Gazda elektr razryadi. Yassi kondensatorning disklariga ulangan elektrometr olib, uni zaryadlaymiz. Agar havo yetarlicha quruq bo'lsa, uy haroratida kondensator sezilarli darajada zaryadsizlanmaydi. Bu esa disklar orasidagi potentsiallar farqi tufayli havoda hosil bo'ladigan elektr toki juda oz ekanini ko'rsatadi. Binobarin, uy

harorati sharoitida havoning elektr o'tkazuvchanligi juda kichik. Havoni dielektrik deb hisoblasa bo'ladi. Disklar orasidagi havoni gugurt yoqib qizdiramiz. Elektrometrning strelkasi tez nolga yaqinlashadi, demak, kondensator zaryadsizlanyapti. Binobarin, qizdirilgan gaz o'tkazgich bo'lib qoladi va unda tok qaror topadi.

Gaz orqali elektr toki o'tish jarayoni gaz razryadi deb ataladi.

Gazlarning ionlanishi. Uy harorati sharoitida havo yomon o'tkazgich ekanini ko'rib o'tdik. Qizdirilganda havoning elektr o'tkazuvchanligi ortadi.

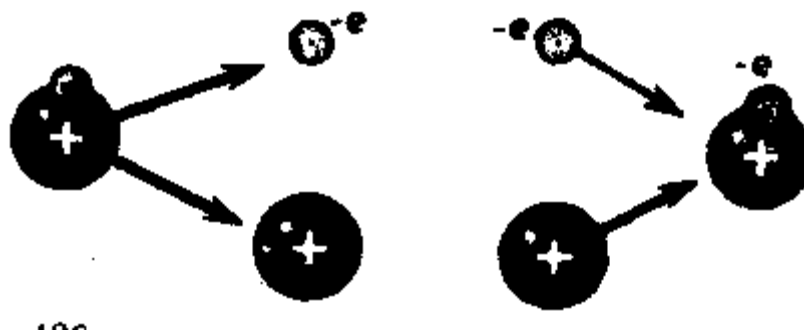


Havoning elektr o'tkazuvchanligini boshqa usullar bilan, masalan, ultrabinafsha va rentgen nurlari, radioaktiv nurlar ta'sir ettirish yo'li bilan ham o'ttirish mumkin.

Odatdagi sharoitlarda gazlar butunlay neytral atom yoki molekulalardan iborat bo'ladi, demak, ular dielektrik bo'ladi. Isitish yoki nurlantirish ta'siri natijasida bir qism atomlar ionlanadi, ya'ni musbat zaryadli ionlarga va elektronlarga ajraladi. Gazda manfiy ionlar ham hosil bo'lishi mumkin: bu ionlar elektronning neytral atomlarga ko'shilishidan hosil bo'ladi. Isitilganda gazlar oson ionlanishning sababi shundaki, gaz qizigani sari molekulalar tezroq harakatlanadi. Bunda ba'zi molekulalar shunchalik tez harakatlanadiki, ulardan ba'zilar boshqalariga to'qnashganida parchalanib, ionlarga aylanadi. Harorat kanchalik yuqori bo'lsa, ionlar shunchalik ko'p hosil bo'ladi.

Gazlarning elektr o'tkazuvchanligi. Gazlarning elektr o'tkazuvchanligining mohiyati elektrolitlarning aralashmalari va yeritmaları o'tkazuvchanligining mohiyatiga o'xshaydi. Farqi shundaki, gazlarda manfiy zaryadni elektrolitlarning aralashmalari yoki suvdagi eritmalaridagi kabi manfiy ionlar emas, balki asosan elektronlar tashiydi.

Shunday qilib, gazlarda metallarda bo'ladigan elektronli o'tkazuvchanlik bilan elektrolitlarning aralashmalari yoki suvdagi yeritmalarida bo'ladigan ionli o'tkazuvchanlik birga qo'shiladi. Yana bir muhim farqi bor. Elektroit yeritmalarida ionlar ulardagi molekulalar ichidagi bog'lanishlarning erituvchi molekulalarining (suv molekulalarining) ta'siri natijasida zaiflashishi tufayli hosil bo'ladi. Gazlarda



esa ionlar isitishda yoki tashqi ionlashtiruvchilarning, masalan, nurlarning ta'siri hisobiga hosil bo'ladi.

Rekombinasiya. Agar ionlantiruvchining ta'siri to'xtasa, zaryadlangan elektrometr yana o'z zaryadini o'zgartirmay turadi. Demak, ionlantiruvchining ta'siri to'xtagach gaz o'tkazgich bo'lmay qoladi. Hamma ion va elektronlar elektrodga yetib borgach, tok to'xtaydi. Undan tashqari, elektron va musbat zaryadli ion bir-biriga yaqinlashganda qo'shilib ketib yangidan neytral atom hosil qilishi mumkin. Bu jarayon sxematik ravishda tasvirlangan. Bunday jarayon zaryadli zarralarning rekombinasiyasi deyiladi.

Tashqi maydon bo'lmagan vaqtda zaryadli zarralar faqat rekombinasiya natijasida yo'qoladi va gaz dielektrik bo'lib qoladi. Agar ionlantiruvchining ta'siri o'zgarmas bo'lsa dinamik muvozanat qaror topadi; bunda yangidan hosil bo'layotgan zaryadli juft zarralar soni rekombinasiya natijasida yo'qolayotgan juft zarralarning o'rtacha soniga teng bo'ladi.

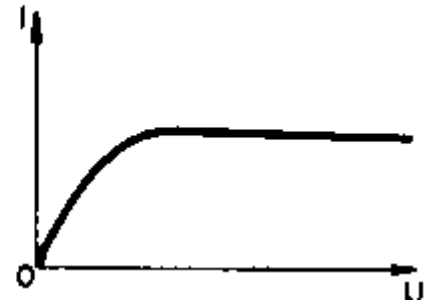
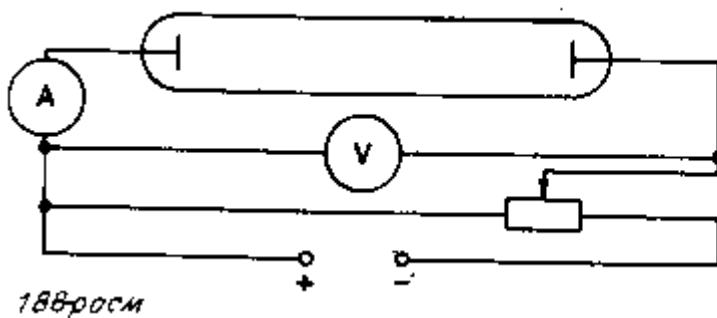
Uy haroratida gazlar dielektrik xisoblanadi. Gazni isitganda yoki ul'trabinafsha, rentgen va boshqa nurlar yog'dirilganda gazning atom yoki molekulalari ionlantiriladi. Gaz o'tkazgich bo'lib qoladi.

Nomustakil va mustakil razryadlar. Tashqi ionlantiruvchining ta'sirisiz ham gazda razryad bo'laveradi. Razryad o'z-o'zini quvvatlay oladi. Nima uchun shunday? Nomustaqil razryad. Gazlarda turli bosim sharoitida yuz beradigan razryadni tekshirish uchun eng qulayi ikki metall elektrodi bo'lgan shisha naychadan foydalanishdir.

Biror ionlantiruvchi yordamida gazda har sekunda musbat ion va elektronlardan iborat ma'lum miqdor zaryadli zarralar hosil qilinayotgan bo'lsin.

Nay elektrodleri orasida ozgina potentsiallar farqi yuzaga kelganda musbat zaryadli ionlar manfiy elektrodga, elektron va manfiy zaryadli ionlar esa musbat elektrodga tomon ko'chadi. Natijada nayda elektr toki paydo bo'ladi, ya'ni gaz razryadi yuz beradi.

Hosil bo'lgan ionlarning hammasi ham elektrodga etib boravermaydi; ularning bir qismi elektronlar bilan qayta qo'shilib neytral gaz molekulalarini hosil qiladi. Nay elektrodleri orasidagi potentsiallar farqi ortgan sari elektrodga etib boruvchi zaryadli zarralar miqdori orta boradi. Zanjirdagi tok kuchi ham ortadi. Nihoyat, shunday payt keladiki, bunda bir sekunda gazda paydo bo'lgan zaryadli



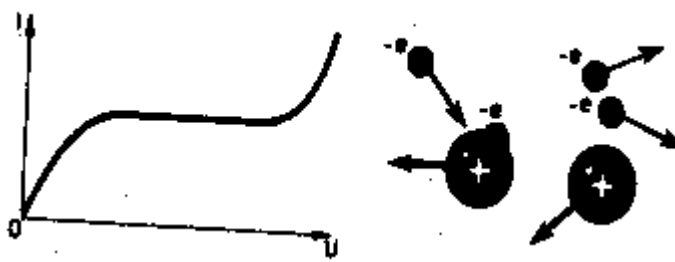
zarralarning hammasi o'sha vaqt ichida elektrodلarga yetib boradi. Bu holda tok ortmay qo'yadi. Tok tuinish darajasiga etadi. Agar ionlantiruvchining ta'siri to'xtatilsa razryad ham to'xtaydi, chunki ion hosil qiladigan boshqa manba yo'q. Shu sababli bu razryad nomustaqil razryad deb ataladi.

Mustaqil razryad. Agar elektrodلarda potentsiallar farqi orttiraverilsa gazdagi razryadga nima bo'ladi?

Potentsiallar farqi yanada orttirilganda ham tok kuchi o'zgarmay qolaverishi kerakdek tuyuladi. Lekin tajriba shuni ko'rsatadiki, elektrodلar orasidagi potentsiallar farqi orta borib biror qiymatga etgandan boshlab tok kuchi yana orta boshlaydi. Demak, gazda ionlantiruvchining ta'siri tufayli hosil bo'lgan ionلardan tashqari yana boshqa qushimcha ionلar ham paydo bo'lgan. Tok kuchi bir necha yuz yoki br necha ming marta ortib ketishi, razryad jarayonida paydo bo'lgan ionلar shu qadar ko'payib, razryad bo'lib turishi uchun tashqi ionlashtiruvchi kerak bo'lmay qolishi mumkin. Agar endi tashqi ionlantiruvchi olib tashlansa razryad to'xtab qolmaydi. Bu holda razryadni to'xtatib ko'ymaslik uchun tashqi ionlantiruvchiga ehtiyoj yo'qligi sababli bu razryad mustaqil razryad deb ataladi.

Elektron zarbi ta'sirida ionlanish. Kuchlanishlar katta bo'lganda tok kuchining keskin ortib ketish sabablari nimada?

Tashqi ionlantiruvchi ta'sirida hosil bo'lgan bir juft zaryadli zarrani (musbat ion va elektronni) olib ko'raylik. Shu tariqa yuzaga kelgan erkin elektron musbat elektrodga, ya'ni anodga tomon harakatga keladi, musbat ion esa katodga tomon harakatga keladi. O'z yo'lida elektron ionلarga va neytral atomلarga uchraydi. Ketma-ket yuz byergan ikkita to'qnashish orasida elektronning energiyasi elektr maydon kuchlarining ishi hisobiga ortadi. Elektrodلar orasidagi potentsiallar farqi qanchalik katta bo'lsa, elektr maydonning kuchlanganligi shunchalik katta bo'ladi. Elektronning navbatdagi to'qnashish oldidagi kinetik energiyasi maydon kuchlanganligiga va elektronning erkin yugurish (uchish) yo'lining uzunligiga (ketma-ket bo'lgan, ikki to'qnashish orasidagi yo'lga) proporsionaldir:



Agar elektronning kinetik energiyasi neytral atomni ionlashtirish uchun bajarilishi lozim bo'lgan A ishdan ortiq bo'lsa, ya'ni

$$\frac{mv^2}{2} \geq A_i$$

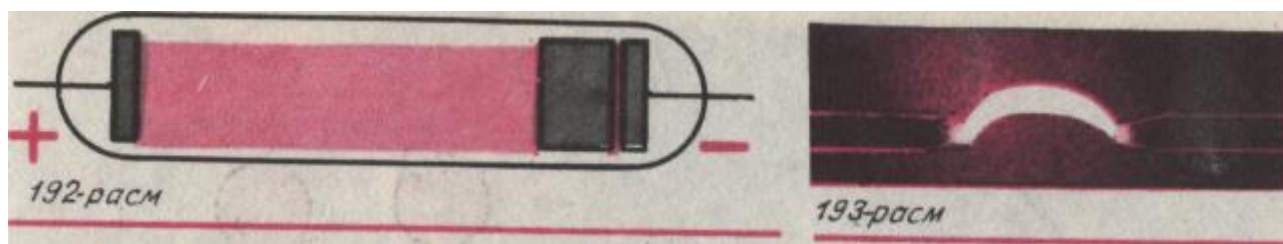
bo'lsa, u holda elektron atom bilan to'qnashganda uni ionlantiradi. Bu jarayonning sxemasi tasvirlangan. Natijada bitta erkin elektron va atomdan urib chiqarilgan elektron, paydo bo'ladi. Ular ham o'z navbatida maydonda energiya oladi va uchragan atomlarni ionlantiradi va hokazo. Buning natijasida zaryadli zarralar soni tez ko'payib boradi, elektronlar ko'chkisi hosil bo'ladi. Bayon etilgan bu jarayon elektron zarbi ta'sirida ionlanish deb ataladi. Lekin elektron zarbi ta'sirida ionlanishning bir o'zi mustaqil razryad bo'lib turishini ta'minlay olmaydi. Darhaqiqat, shu yo'sinda hosil bo'lgan elektronlarning hammasi anodga tomon harakatlanadi va anodga etganidan keyin «o'yindan chiqadi», ya'ni bu jarayonda boshqa qatnashmay qo'yadi. Razryad bo'lib turishini ta'minlash uchun katoddan elektronlar emissiyasi yuz berishi zarur («emissiya» so'zi chiqarish ma'nosini bildiradi). Elektronlar emis-siyasi bir qancha sabablar tufayli bo'lishi mumkin.

Erkin elektronlarning neytral atomlar bilan to'qnashishida hosil bo'lgan musbat ionlar katodga tomon harakatlanishida maydon ta'sirida katta kinetik energiya oladi. Bunday tez harakatlanuvchi ionlarning katodga zarb bilan urilishida katod sirtidan elektronlar urib chiqariladi.

Bundan tashqari, katod yukori haroratta kizarilganda ham elektronlar chikara oladi. Bu jarayon tyermoelektron emissiya deb ataladi. Mustakil razryadda katod musbat ionlarning zarbi natijasida qizishi mumkin,

Elektr maydonlarning kuchlanganligi katta bo'lganda gazlarda elektronlar shunchalik katta energiyaga molik bo'ladiki, elektron zarbi ta'sirida ionlanish jarayoni yuz beradi.

Razryad mustaqil bo'lib kolib, tashqi ionlantiruvchisiz ham davom etaveradi.



Gazning xossa va holatlariga, elektrodning xaraktyeri va joylashishiga, shuningdek, elektrodga byerilgan kuchlanishga qarab gazlarda mustakil razryadning har xil turlari yuz beradi.

Miltillama razryad. Bosim past (simob ustuni millimetrining o'ndan bir va yuzdan bir ulushlaricha) bo'lganda nayda miltillama razryad yuz beradi. Miltillama razryad hosil qilish uchun elektrodlar orasidagi kuchlanish bir necha yuz vol't (ba'zan esa bundan ancha kichik bo'lishi etarlidir. Miltillama razryadda katod yaqinidagi kichik sohadan boshqa hamma joyda deyarli butun nay bir jinsli nurlanish bilan to'lgan bo'ladi, bu nurlanish musbat ustun deb ataladi.

Miltillama razryad reklama chiroqlarida ko'llaniladi. Nayga neon gazi qamalganda qizil nur chiqadi. Musbat ustun argonda ko'kimtir yashil tusda bo'ladi. Kunduzgi yorug'lik lampalarida simob bug'laridagi razryaddan foydalaniladi. Miltillama razryadning juda muhim tatbiki yaqin kezlardan boshlanadi — yorug'likning kvant manbalarida, ya'ni gazli lazerlarda ishlatilmoqda.

Elektr yoyi. Bir-biriga tegib turgan ikkita ko'mir sterjenning birikish joyida ko'p miqdorda issiqlik chiqariladi, chunki bu joyning qarshiligi katta bo'ladi. Harorat tyermoelektron emissiya boshlanadigan darajaga ko'tariladi. Shuning uchun ko'mir elektrodslarni bir-biridan ajratishda ular orasida razryad boshlanadi. Qo'mir styerjenlar orasida kuchli yorug'lik beruvchi gaz ustuni hosil bo'ladi; bu ustun elektr yoyi deb ataladi. Bu holda gazning elektr o'tkazuvchanligi atmosferaga bosimi sharoitida ham ancha katta bo'ladi, chunki bunda manfiy elektrod juda ko'p elektron chiqarib turadi.

Kichikroq yoyda tok kuchi bir necha amperga yetadi, katta yoylarda esa potentsiallar ayirmasi atigi 50 V chamasida bo'lganda tok kuchi bir necha yuz amperga yetadi.

Elektr yoyini birinchi bo'lib 1802 –yilda rus akademigi V. V. Petrov hosil qilgan.

Katoddagi baland harorat yoy yonganda katodni bombardimon qiladigan musbat ionlar hisobiga quvvatlab turiladi. yoyning o'zidagi gaz maydon

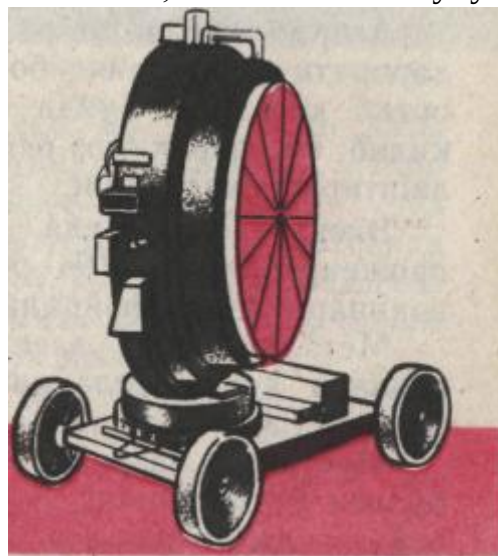
tomonidan tezlashtiriladigan elektronlar va musbat ionlar bilan to'qnashish natijasida kuchli qizib ketadi. Buning oqibatida gaz termik ravishda ionlanadi. Yoyning musbat elektrodida elektronlar ta'siri ostida kratyer deb ataladigan chuqurcha hosil bo'ladi. Kratyerdagi harorat atmosferaga bosimi sharoitida 4000°C ga boradi, $2\cdot 10^6$ Pa bosimda 7000°C dan ortadi. Bu haroratning naqadar yuqori ekanligini tasavvur etish uchun bir qiyos keltiramiz: Quyosh sirtidagi harorat taxminan 6000°C Elektr yoyi faqat ko'mir elektrodslar orasidagina emas, metall elektrodslar orasida ham yonadi.

Agar miltillama razryadda tok kuchi orttirilsa, katodning harorati ionlarning bombardimon qilishi hisobiga shunchalik ortib ketadiki, bunda yoy razryadi boshlanib ketadi. Shunday qilib, yon razryadi yuz berishi uchun elektrodslarni oldidan yaqinlashtirish shart emas.

Elektr yoyi juda quvvatli yorug'lik manbaidir, undan projektorlarda, proeksion apparatlarda va kinoapparatlarda foydalaniladi.

Metallurgiyada elektr yoyidan issiqlik oladigan elektr pechlari keng qo'llaniladi. YOY razryadi metallarni payvand qilishda ham qo'llaniladi.

Mustaqil razryadning boshqa turlari. Elektr zaryadi ko'p bo'lgan o'tkazgichning uchli qismlari yaqinida atmosferaga bosimi sharoitida razryad yuz beradi, uning yorug'lik beradigan sohasi tojga o'xshaydi. Toj razryad deb atalgan bu razryad zaryadli uchlik (qirra) yaqinidagi elektr maydonning kuchlanganligi katta bo'lganda yuz beradi.



Maydonning kuchlanganligi bunchalik katta bo'lganda elektron zarbi ta'sirida ionlanish atmosfera bosimi sharoitida yuz beradi. O'tkazgich sirtidan uzoqlashilgani sari kuchlanganlik tez kamayadi. Shuning uchun ionlanish va u bilan bog'liq bo'lgan shug'lalanish fazoning chegaralangan sohasida yuz beradi.

Zaryadlangan qora bulut o'z ostidagi Yer yuzida teskari ishorali elektr zaryadni hosil qiladi (induksiyalaydi). O'tkir uchli joylarda ayniqsa katta zaryad yig'iladi. Shuning uchun momaqalldiroqdan oldin yoki ko'pincha momakalldiroq bo'layotganda baland narsalarning o'tkir uchlari yoki o'tkir qirralari yaqinida konus shaklida taralgan yorug'lik ko'rinadi. Bu yorug'lik qadim zamonlardan beri avliyo Elma chirog'lari deb kelinadi.

Al'pinistlar bu hodisani ayniqsa ko'p ko'radilar. Ba'zan metall buyumlar emas, hatto boshidagi sochlarning uchi mayda yorug'lik bilan bezanib qoladi. Yuqori kuchlanish bilan ish ko'rganda toj razryaddan ehtiyot bo'lish kerak. Tashqariga turtib chiqqan uchli qismlar yoki ingichka simlar bo'lsa, toj razryad boshlanishi mumkin. Buning oqibatida elektr energiya isrof o'ladi. Yuqori kuchlanishli liniyada kuchlanish kanchalik yuqori bo'lsa, simlar shunchalik yo'g'on bo'lishi kerak.

Elektrodlar orasidagi kuchlanish katta bo'lganda havoda uchqun razryad vujudga keladi; bu razryad ingichka kanaldan chiqib tarmoklanayotgan zigzagsimon ravshan shu'lalar dastasi ko'rinishida bo'ladi. Manbaning quvvati yoy razryad yoki miltillama razryadni ta'minlab turishga ytarli bo'lmagan hollarda uchqunli razryad vujudga keladi. Yashin nihoyatda katta uchqunli razryadga misol bo'ladi. Yashin bulut bilan bulut o'rtasida yoki bulut bilan Yer o'rtasida paydo bo'ladi. Yashindagi tok kuchi 500000 A ga, bulut bilan Yer o'rtasidagi potentsiallar farqi 1 mlrd. V ga boradi. Atmosfyeraning yuqori qatlamlarining zaryadlangan kosmik zarralar bilan bombardimon qilinadigan yorug'lanish ko'rsatilgan.

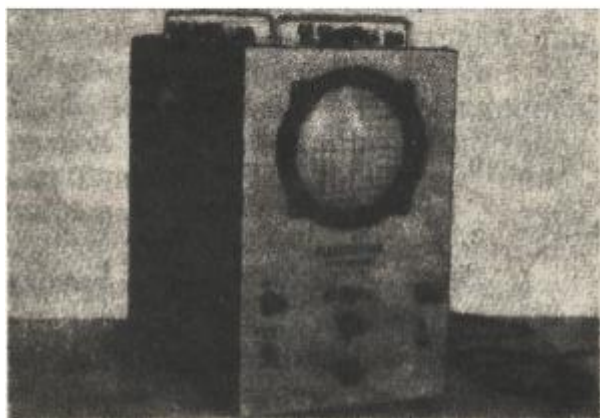
Elektronlar dastasi. elektronnur trubkasi

Agar elektron lampaning anodiga teshik ochilsa, elektr maydonda tezlashgan elektronlarning bir kismi shu teshikdan uchib o'tib, anod orqasida elektronlar dastasini hosil qiladi. Katod bilan anod orasiga qo'yilgan ko'shimcha elektrodning potensialini o'zgartirish yo'li bilan dastadagi elektronlar sonini o'zgartirish mumkin. Elektronlar dastasidagi tez harakatlanuvchi zarralar modda bilan o'zaro ta'sir qilishganda amalda qo'llaniladigan xilma-xil hodisalar yuz beradi.

Elektronlar dastasining xossalari va qo'llanilishi. Elektronlar dastasi jismga tushganda uni isitadi. Elektronlar Dastasining bu xossasidan hozirgi zamon texnikasida o'ta sof Metallarni vakuumda elektronlar vositasida eritishda foydalaniladi.

Tez harakatlanuvchi elektronlar moddaga urilib sekinlashganda Rentgen nurlari paydo bo'ladi. Bu xossadan Rentgen trubkalarida foydalaniladi, buni Siz XI sinfda o'rganasiz.

Ustiga elektronlar yog'dirilganda ba'zi moddalar (shisha, rux, va kadmiy sul'fidlar) yorug'lik chiqaradi. Hozirgi vaqtda bunday moddalar (lyuminoforlar) orasida o'ziga tushgan elektronlar dastasi energiyasining 25 % gacha qismini yorug'lik energiyasiga aylantiradiganlari amalda qo'llaniladi.

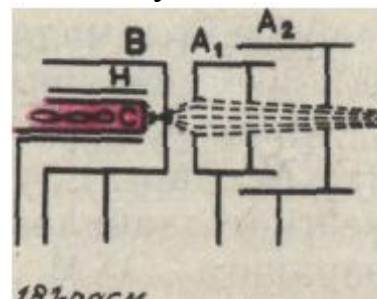
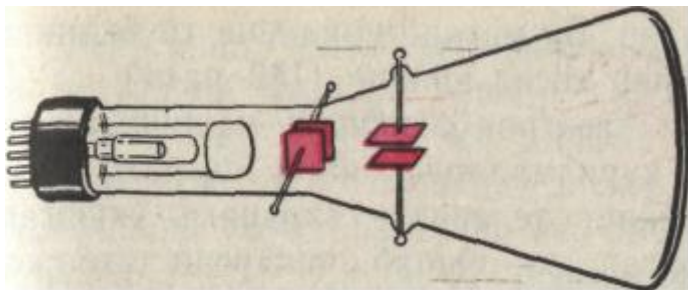


Elektr maydon elekt-ronlar dastasini og' dira-di. Masalan, kondensator-ning plastinkalari orasidan o'tayotganda elektronlar manfiy zaryadli plastinkadan musbat zaryadli plastinka tomon og'adi. Elektronlar dastasi magnit maydonda ham og'adi. Magnitning shimoliy kutbi ustidan^ o'tayotganda esa o'ngga og'adi. Quyoshdan kelayotgan elektron oqimlari Yerning magnit maydonida og'adi. Shuning uchun atmosferaning yuqori qatlamlaridagi gazlarning yorug'lik chiqarish hodisasi (kutb shafag'i) faqat qutblarda yuz beradi. Elektronlar dastasini elektr yoki magnit maydon yordamida boshqarish imkoniyatlaridan va alyuminofof surkalgan ekranning elektronlar dastasi ta'sirida yorug'lik

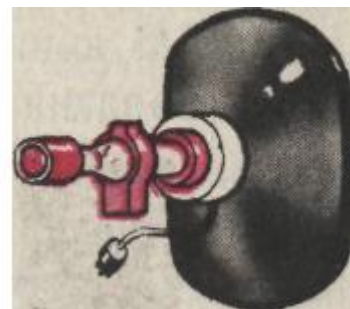
chiqarishidan elektronnur trubkalarida foydalaniladi.

Elektronnur trubkasi. Elektronnur trubkasi televizor va ossillografning asosiy qismi hisoblanadi. Ossillograf elektr zanjirlarida bo'ladigan tez o'zgaruvchan jarayonlarni tadqiq qilishda ishlatiladigan asbobdir.

Elektronnur trubkasining tuzilishi ko'rsatilgan. Bu asbob ichidan havosi so'rib olingan ballon bo'lib, uning devorlaridan biri ekran vazifasini o'taydi.



Trubkaning tor uchida tez elektronlar manbai, ya'ni elektronlar zambaragi turadi. Zambarak katod, boshqaruvchi elektrod va anoddan iborat (ko'pincha bir necha anod bir-ketin turadi). Silindrik C katodning issiqlikdan himoya qiladigan H ekran bilan o'ralgan qizdirilgan oksidli qatlami elektronlar chiqaradi. Keyin bu elektronlar boshqaruvchi silindrik elektroddagi teshikdan o'tadi (boshqaruvchi elektrod dastadagi elektronlar sonini rostlab turadi). A₁ va A₂ anodlarning har biri metall silindrga kirgizib qo'yilgan mayda-mayda teshikli diekalardir. Birinchi anod bilan katod orasida bir necha yuz va hatto bir necha ming vol't potentsiallar ayirmasi hosil qilinadi. Kuchli elektr maydon elektronlarni tezlashtiradi va oqibatda ular katta tezlik oladi. Anodlarning shakli, joylashish tartibi va potentsiallari shunday tanlanganki,



bunda elektronlarning tezlashishi bilan birga elektronlar dastasi fokuslanadi ham, ya'ni dastaning ekrandagi ko'ndalang kesimi nuqtaga aylanguncha kichrayadi.

Elektronlar dastasi ekranga tomon bosib o'tadigan yo'lida ikki juft boshqaruvchi plastinkalar orasidan o'tadi (bu plastinkalar yassi kondensator plastinkalariga o'xshaydi). Agar plastinkalar orasida elektr maydon bo'lmasa, dasta og'maydi va yorug' nuqta ekranning markaziga tushadi. Vertikal joylashgan plastinkalarga potentsiallar ayirmasi berilsa, dasta gorizontal yo'nalishda siljiydi, gorizontal joylashgan plastinkalarga potentsiallar farqi berilsa, dasta vertikal yo'nalishda siljiydi.

Ikkala juft plastinkalarni birgalikda ishlatib, yorug' nuqtani ekranda istagan yo'nalishda siljitish mumkin. Elektronlarning massasi juda kichik bo'lgani uchun boshqaruvchi plastinkalarning potentsiallari farqi o'zgarishini darhol sezadi.

Televizorda ishlatiladigan elektronnur trubkasida (kineskopda) elektronlar zambaragi hosil qilingan dasta magnit maydon yordamida boshqariladi. Bu magnit maydonni trubkaning bo'g'ziga kiydirilgan g'altaklar hosil qiladi.

Elektronnur trubkalari elektronhisoblash mashinalariga (EHM larga) ulanadigan qurilmalarda, ya'ni displeylarda keng qo'llaniladi. Displeyning televizor ekraniga o'xshagan ekraniga EHM yozilgan, olgan va ishlab chikargan axborot beriladi. Har qanday tilda yozilgan xatni, turli jarayonlarning grafiklarini, real narsalarning tasvirini, shuningdek, EHM ning programmasiga yozib olingan qonunlarga bo'ysunuvchi faraziy ob'ektlarni ekranda bevosita ko'rish mumkin.

Elektronnur trubkalarida elektr va magnit maydonlar boshqaradigan ingichka elektron dastalari hosil qilinadi. Bu dastalar ossillograf, televizorning kineskoplari, EHM ning displeylarda ishlatiladi.

Savol

- 1. Elektron dastalari qanday boshqariladi?*
- 2. Elektronnur trubkasining tuzilishini aytib byering?*
- 3. Elektrolitik dissosiasiya deb niddaga aytiladi?*
- 4. Nima uchun elektrolit yeritmasidan tok o'tganda modda ko'chiriladi-yu, metall o'tkazgichdan tok o'tganda modda ko'chirilmaydi?*
- 5. Yarim o'tkazgichlarning xususiy o'tkazuvchanligi bilan elektrolit yeritmalarining xususiy o'tkazuvchanligining o'xshashlik tomoni va farqi nimadan iborat?*
- 6. Faradeyining elektroliz qonunini ta'riflab byering.*

7. *Nima uchun elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasining ion massasiga nisbati osib o'tgan zaryadning ionning zaryadiga nisbatiga teng?*
8. *Elektrolitlarning dissosiasiyasi bilan gazlarning ionlanishi orasida qanday farq bor? Rekombinasiya nima?*
9. *Nima uchun ionlantiruvchining ta'siri to'xtatilgandan so'ng gaz yana dielektrik bo'lib qoladi?*