

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI
“FIZIKA” KAFEDRASI**



**“FIZIKA”
fani bo`yicha
O`QUV USLUBIY MAJMUUA**

Bilim sohasi:	100000	- Gumanitar soha
Ta'lim sohasi:	130000	- Matematika
Ta'lim yo`nalishi:	5130200	- Amaliy matematika va informatika

Urganch - 2017

MUNDARIJA

I. Mualliflar haqida ma'lumot	2
II. Fan bo'yicha ma'ruzalar kursi	3
III. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar	105
IV. Fizika fanidan laboratoriya ishlari uslubiy ko'rsatmalari	123
V. Glossariy	143
VI. Fizika fanidan nazorat savollari	156
VII. "Fizika" fanidan test-savollari	168
VIII. O'quv dasturi	181
IX. Ishchi dastur	199
X. Prezentatsiyalar	209

II. Fandan ma'ruzalar kursi

1-ma'ruza: Kirish. O'lchov birliklari

1. Kirish.
2. Fizikaning boshqa fanlar bilan aloqasi.
3. O'lchov birliklari.
4. Moddiy nuqta kinematikasi. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziql, egri chiziqli va aylana buylab harakati.
5. Nyutonning qonunlari. Massa va kuch.
6. Tabiat kuchlari va ularning turlari.
7. Noinertial sanoq sistemalari. Inertsiya kuchlari. Impuls va uning saqlanish qonuni.

1. Kirish

Biz yashab turgan, hayot kechirayotgan gallaktikamiz (Quyosh va uni atrofida aylanayotgan to'qqizta sayyora va yulduzlar sistemasi) juda ko'p asrlardan beri mavjud. Erimiz, tabiatimiz, etti osmonimiz gallaktikaning bir bo'lagi bo'lib, tirik organizmlar va odamzod maskani sifatida paydo bo'ldi. Tabiat hodisalarini, jarayonlarini va qonunlarini o'rganish juda qadimdan boshlangan. Tabiat sirlarini o'rganish, qonunlarini ochish asosida insoniyat o'zining tumush sharoitini, yashash imkoniyatlarini yaxshilab bordi. Tabiat sirlarini o'rganish o'z navbatida, o'z zamonidagi fikrli, mulohazali, ilg'or kishilarni o'ziga tortdi. Qadimgi YUnonistonda tabiat hodisalarini o'rganuvchi tabiatshunoslik fani vujudga keldi.

Fizika yunoncha so'z bo'lib, "**rhusis**" (fyuzis) – tabiat degan ma'noni anglatadi. Fizika fanini birinchi bo'lib, qadimgi yunon mutafakkiri Aristotel (eramizdan avalgi 384-322 yil) o'zining kitoblarida bayon etgan. O'sha davrda fizikaning tarkibiga hozirgi ximiya, astronomiya, biologiya, geologiya deb nom olgan bir qator tabiiy fanlar kirgan. Keyinchalik, ular mustaqil fanlar bo'lib ajralib chiqqan, lekin ular o'rtasida keskin chegara yo'q, ular doimo bir-birlarini to'ldirib hamisha aloqada bo'ladilar. Bu gaplarni isboti sifatida tabiatdan yangi-yangi hodisalarning kashf qilinishi va ularning amalda qo'llanishi natijasida fizikaviy-ximiya, astrofizika, geofizika, biofizika kabi birlashgan fanlarning vujudga kelishini ko'rsatish mumkin. SHuning uchun, fizika – barcha tabiiy va amaliy fanlarning poydevoridir deyish mumkin.

2. Fizikaning boshqa fanlar bilan aloqasi.

Fizika fanining boshqa fanlar bilan aloqasi ikki tomonlamadir: Bu fanlar fizika asboblari yordamida taraqqiy qilib, yangi fan cho'qqilarini egallashsa, o'zining yutuqlari bilan fizikani ham boyitadi va uni oldiga yangi vazifalar, yangi mukammal asboblarni yaratishni qo'yadi, shu tariqa o'zi ham, fizika ham rivojlanib boradi.

Masalan: astranomlarga yangi teleskoplarni yaratib berish, osmon jismlarini mukammaloq o'rganishga, biologlarga elektron mikroskoplarni yaratilishi, hayotni qanday paydo bo'lish sirini ochilishiga olib keldi, ximiklarga spektroskopni yasab berilishi davriy sistemadagi 24 ta elementni kashf etilishiga sabab bo'ldi va hokazo.

Fizika fani rivojlanishida buyuk o'zbek mutafakkir olimlarimizning boy ilmiy meroslarni ham ahamiyati katta bo'lgan. Ayniqsa, Abu Rayhon Beruniyning falsafiy qarashlari, dunyo xaritasini yaratishdagi urinishlari "Amerika"-qitoasi borligini bashorati (Kolumbning Amerikani ochishida asos bo'lgan), shuningdek, Ahmad Al-Farg'oniyni Yer meridianini o'lchab chiqishlari, tutash idish qonunidan foydalanib Nil daryosi suvini o'lchab beradigan qurilmani yaratgani (u hozirgacha saqlanganligi), Al-Xorazmiy bilan birgalikda osmon jismlarini o'rganishdagi tadqiqotlari hozirgacha ham o'z qiymatini yo'qotganicha yo'q.

Bizning atrofimizni o'rab olgan moddiy dunyo doimo uzluksiz harakatda bo'lgan materialdan iboratdir. Material ikki ko'rinishda namoyon bo'ladi:

- 1) Modda ko'rinishda, masalan, qattiq, suyuq, gazsimon va plazma holatidagi jismlar;
- 2) Maydon ko'rinishida, masalan, gravitatsion maydon, elektromagnit maydon, yadroviy kuchlar maydoni va boshqalar.

Fizika fani materiyaning tuzulishini va materiya harakatining eng oddiy ko'rinishidan tortib, to eng umumiy ko'rinishlarigacha o'rganadi: mexanik, atom-molekular, gravitatsion, elektromagnit, atom va yadro ichidagi jarayonlar.

Harakat deganda, materiyaning tabiatda bo'ladigan barcha o'zgarishlari, bir turdan ikkinchi turga aylanishlari, barcha jarayonlar tushuniladi.

Fizikaviy tadqiqot usullari. Fizika hodisalarini tabiat sharoitida o'rganish **kuzatishdan** boshlanadi. Hodisalarni sunoiiy ravishda laboratoriya sharoitida amalga oshirib, tajriba o'tkazishni **eksperiment** deb ataladi. Eksperimentni kuzatishga qaraganda, bir qator afzal tomoni bor, chunki tabiiy sharoitlarda biror hodisa ro'y berishi uchun sutkalab, oylab, hatto, yillab kutishga to'g'ri keladi. Laboratoriya sharoitida esa bu hodisani hohlagan qisqa vaqtda amalga oshirish mumkin.

Kuzatish va tajriba natijalaridan hodisani tushuntirish uchun mulohaza va mantiqiy umumlashtirishlar asosida **gipoteza** (ilmiy faraz) lar yaratiladi.

Agar gipoteza eksperimentda tasdiqlansa, u haqiqiy fizik nazariyaga aylanadi, aks holda gipoteza sinovdan o'tmagan gipotezaligicha qoladi.

Fizik **nazariya** atrofimizda sodir bo'layotgan bir qator hodisalarni, ularning mexanizmi va qonuniyatlarini tushuntira olishi kerak. Eksperiment asbob - uskunalarini zamonaviylashuvi va o'sishi bilan yangi hodisalar kashf etiladi, bu esa o'z navbatida yangi fizik nazariyalar yaratilishini taqozo qiladi.

2. O'lchov birliklari.

Fizik kattaliklarni o'lchash uchun o'lchov birliklari tanlab olinadi. O'lchash mumkin bo'lgan fizik kattaliklarning birliklari etalon (namuna) larga ega. Fizik kattaliklarning qiymati deganda, mazkur kattalik etalondan (eki uning nusxasidan) necha marta faqlanishini ko'rsatadigan son tushuniladi. Har bir fizik kattalik o'lchov birligini boshqa fizik kattaliklarga bog'liq bo'lmagan holda mustaqil tanlash mumkin.

Masalan, ettita fizik kattalik uchungina, o'lchov birligi ixtiyoriy tanlanadi. Bu fizik kattaliklarning o'lchov birliklari **asosiy birliklar** deb yuritiladi. Qolgan barcha fizik kattaliklarning o'lchov birliklari bu kattaliklarni asosiy kattaliklar bilan bog'lovchi qonunlar (formulalar) asosida tanlanadi. Bunday kattaliklarning o'lchov birliklari **hosilaviy birliklar** deb yuritiladi.

1960 - yil oktabrda Xalqaro sistema qabul qilindi.

1961 - yilning 24- avgustida oldingi Sovet Ittifoqida "Sistema Internatsionalnaya" so'zlarini bosh harflari bo'yicha SI ("Es-I" deb o'qiladi) tarzda belgilangan birliklar sistemasi tasdiqlandi. SI da *ettita asosiy birlik va ikki qo'shimcha birlik* qabul qilingan:

Asosiy birliklar. Uzunlik, metr (m). Kripton -86 atomining $2p_{10}$ va $5d_5$ sathlari orasida o'tishga mos bo'lgan nurlanishning vakuumdagi to'lqin uzunligidan $1650763,73$ marta katta bo'lgan uzunlik *1 metr* deb qabul qilingan.

Massa, kilogramm (kg). Kilogrammning xalqaro prototipining massasini *1 kilogramm* deb qabul qilingan.

Vaqt, sekund (s). TSeziy – 133 atomi asosiy holatining ikki o'ta nozik sathlari orasidagi o'tishga mos bo'lgan nurlanish davridan 9192631770 marta katta vaqt **1 sekund** deb qabul qilingan.

Elektr tokining kuchi, Amper (A). 1 amper tok vakuumdagi bir- biridan 1m masofada joylashgan ikki parallel cheksiz uzun, lekin kesimi juda kichik to'g'ri o'tkazgichlardan o'tganda o'tkazgichning har bir metr uzunligiga $2 \cdot 10^{-7}$ N kuch ta'sir qiladi.

Termodinamik temperatura, Kelvin (K). Suvning uchlanma nuqtasini xarakterlovchi termodinamik temperaturaning $1/273,16$ ulishi 1 kelvin deb qabul qilingan.

Modda miqdori, mol(mol). Uglerod -12 atomining 0,012 kg massasidagi atomlar soniga teng strukturaviy element (masalan, atom, molekula yoki boshqa zarra)lardan tashkil topgan sistemadagi moddaning miqdori 1 mol deb qabul qilingan.

*YOrug`lik kuchi, kandela (kd) yoki sham.*  $540 \cdot 10^{12}$  Gts chastotali monoxromatik nurlanish chiqarayotgan manba yorug`ligining energetik kuchi $1/683 \cdot \text{Vt/sr}$ ga teng bo`lgan yo`nalishdagi yorug`lik kuchi 1 **sham** deb qabul qilingan.

*Qo`shimcha birliklar. YAssi burchak, radian (rad).* Aylanda uzunligi radiusga teng bo`lgan yoyni ajratadigan ikki radius orasidagi burchak 1 **radian** deb qabul qilingan.

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

Hosilaviy birliklar. Tezlik, metr taqsim sekund (m/s). 1m/s tezlik bilan to`g`ri chiziqli tekis harakat qilayotgan moddiy nuqta 1s davomida 1m masofaga ko`chadi.

Tezlanish, metr ,taqsim sekunt kvadrat (m/s^2)

1 m/s^2 tezlanish bilan to`g`ri chiziqli tekis o`zgaruvchan harakat qilayotgan moddiy nuqtaning **tezlanishi 1s da 1 $\text{m/s}^2$  ga o`zgaradi.**

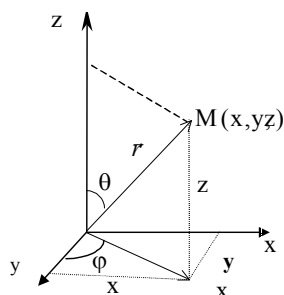
Impuls, kilogramm - metr taqsim sekund (kg.m/s). 1kg.m/s -1m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 1kg massali jismning **impulsi**

Kuch, Nyuton (N). 1N- massasi 1kg bo`lgan jismga ta`sir qilib, unga ta`sir yo`nalishida 1 m/s^2 tezlanishi beradigan kuch.

Kuch impulsi, Nyuton sekund (N.s). 1N.s-1s davomida ta`sir etuvchi 1N kuchning **impulsi.**

4. Moddiy nuqta kinematikasi. Moddiy nuqtaning to`g`ri chiziql, egri chiziqli va aylana buylab harakati.

Mexanik harakatda bir jismning vaziyati boshqa jismlarga nisbatan o`zgaradi. Mexanik harakatning eng sodda ko`rinishi sifatida moddiy nuqta harakatini ko`raylik. Ko`rilayotgan masalalarda shakli va o`lchamlarini hisobga olinmaydigan jism **moddiy nuqta** deb ataladi. Moddiy nuqta tushunchasi abstrakt tushuncha bo`lib, tabiatdagi real jism-larni ideallashtirish natijasida vujudga keladi va uni kiritilishi tekshirilayotgan aniq masalalarni echishni engillashtiradi.



1.1 – rasmi

Masalan: Yerning va boshqa planetalarning Quyosh atrofida harakatlarini o`rganayotganimizda Er, planetalar va Quyoshni moddiy nuqtalar deb hisoblash mumkin.

Jismlar harakati fazo va vaqtda amalga oshadi. Fazo abadiy mavjud, cheksiz katta, qo`zg`almas materiya ko`rinishida tasvirlanadi.

Fazoning xossalari vaqt o`tishi bilan o`zgarmaydi. Vaqt fazoning istalgan nuqtasida birday o`tadi deb hisoblanadi, ya`ni o`z-o`zicha, tekis va biror boshqa borliqqa bog`liq bo`lmagan holda o`tadi deb qaraladi. Har qanday fizik hodisa yoki jarayon fazoning qaerdadir va qachondir sodir bo`ladi. Mexanika nuqtai nazarida harakat jismlarning fazodagi vaziyatini vaqt o`tishi bilan o`zgarishidan iboratdir. Moddiy nuqtaning fazodagi holatini biror iqtiyoriy tanlab olingan sanoq sistemasiga nisbatan qaraladi.

Fazoda moddiy nuqta holatini to`g`ri burchakli uch o`lchovli Dekart o, x, y, z- koordinatlar sistemasi yordamida aniqlash mumkin (1.1 – rasmi). Bu holda M moddiy nuqtaning vaqtining istalgan payitidagi vaziyati x, y, z koordinatalar bilan yoki koordinata boshidan M nuqtaga o`tkazilgan radius vektor $\vec{r}$ - orqali, ya`ni sferik koordinatalar bilan aniqlanadi. Radius vektorning moduli r - kesma bilan, yo`nalishi esa θ va ϕ burchaklar yordamida ifodalanadi. Bu ikkala koordinatalar sistemasi moddiy nuqta vaziyatini koordinatalar va radius - vektor orqali ifodalashga ekvivalentdir. SHuning uchun ham sferik koordinatalardan Dekart koordinatalarga va aksincha o`tishlarni amalga oshirish mumkin.

Harakatlanayotgan moddiy nuqta qoldirgan izi **traektoriya** deb ataladi. Agar trektoriya to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa, **harakat to'g'ri chiziqli**, trektoriya egri chiziqdan iborat bo'lsa, **harakat egri chiziqli deb ataladi**.

Ixtiyoriy trektoriya bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtani kuzataylik. Kuzatishni moddiy nuqta A nuqtadagi holatidan boshlaymiz.

Biror Δt vaqtdan keyin moddiy nuqta V nuqtaga kelib qolsin, u ΔS yo'lni o'tadi (1.2-rasm). Moddiy nuqtaning boshlang'ich (A) va oxirgi (V) vaziyatlarini ifodalovchi r va r_0 radius vektorlar ayirmasi

$$\vec{r} - \vec{r}_0 = \Delta \vec{r} \quad (1.3)$$

vektor moddiy nuqta **ko'chishini** xarakterlaydi. Moddiy nuqta ko'chishining shu ko'chishni o'tilgandagi vaqt oralig'iga nisbati harakatning o'rtacha tezligi v_{or} deyiladi.

$$\vec{v}_{yp} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (1.4)$$

Vaqt oralig'ini cheksiz kichraytira borsak, ya'ni $\Delta t \rightarrow 0$ deb olsak, (1.4) ifoda intilgan limitni moddiy nuqtaning oniy tezligi yoki haqiqiy tezligi deb ataladi.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (1.5)$$

To'g'ri chiziqli harakatda traektoriya to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli harakatini

- 1) to'g'ri chiziqli tekis harakat;
- 2) to'g'ri chiziqli o'zgaruvchan harakat ko'rinishlarida ko'rib chiqaylik.

O'zgarmas tezlik bilan bo'layotgan harakat ($v = \text{const}$) **tekis harakat** deb ataladi. **Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziq bo'ylab har qanday teng vaqtlar oraliqlaridan bir xilda ko'chishiga to'g'ri chiziqli tekis harakat deb ataladi**.

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t} \quad (1.8)$$

Moddiy nuqta harakati to'g'ri chiziqli bo'lgani uchun koordinatalar o'qini mana shu to'g'ri chiziq bo'ylab yo'naltirish kerak. Bu o'qni X bilan belgilaylik. Moddiy nuqta tezligining vektori ham ko'chish vektori ham mana shu o'q bo'ylab yo'naladi, $\vec{S}$ va $\vec{v} \cdot t$ vektorlar teng bo'lgani sababli ularning x o'qidagi proektsiyalari ham teng bo'ladi, ya'ni

$$S_x = v_x \cdot t \quad (1.9)$$

S_x va v_x o'rniga S va v deb yozish mumkin. U holda to'g'ri chiziqli tekis harakat tenglamasi hosil bo'ladi:

$$S = v \cdot t \quad (1.10)$$

S o'rniga 1 m ni, t o'rniga 1 s qo'ysak tezlikning birligini hosil qilamiz:

$$v = \frac{S}{t} = 1 \text{ m/s}$$

To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik grafigi abstsissa o'qiga paralel chiziqlardan iborat bo'ladi. To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l grafigi esa koordinatlar boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.

O'zgarmas tezlanish bilan bo'layotgan harakat ($a = \text{const}$) tekis o'zgaruvchan ($a > 0$) bo'lsa, tekis tezlanuvchan va $a < 0$ bo'lsa, tekis sekinlanuvchan harakat deyiladi. Bu vaqtda oniy tezlanish istalgan vaqt oraligidagi o'rtacha tezlanishga teng bo'ladi

$$a = a_{yp} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}, \quad v = v_0 + at, \quad (1.11)$$

bu erda v_0 - harakatning boshlang'ich tezligi, v - vaqtning t paytidagi tezligi.

Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlik v_0 qiymatdan v qiymatgacha tekis o'zgarsa, bunday harakatning o'rtacha tezligi boshlang'ich va oxirgi tezliklarning o'rtacha arifmetik qiymatiga teng bo'ladi:

$$v_{yp} = \frac{v+v_0}{2} \quad \text{bunda } S = \frac{v_0+v}{2}t$$

(1.11) formuladan v ning ifodasini qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$S = \frac{v_0 + v_0 + at}{2}t$$

yoki

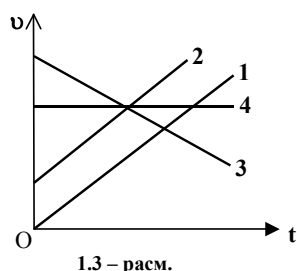
$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (1.12)$$

Bu ifoda tekis o'zgaruvchan harakat tenglamasidir.

(1.11) va (1.12) tenglamalarni birgalikda echib va ulardan t ni chiqarib tashlab yo'l, tezlik va tezlanishni bog'lovchi munosabatni hosil qilamiz:

$$v^2 - v_0^2 = 2aS, \quad (1.13)$$

Bu formulalardan foydalanib tekis o'zgaruvchan harakatning tezlik va yo'l grafiklarini chizish mumkin (1.3-rasm). Tezlik grafigini chizish uchun abtsissa o'qiga vaqtning, ordinata o'qiga esa tezlikning qiymatini qo'yamiz. Agar $v_0 = 0$ bo'lsa, (1.3 – rasm, 1-to'g'ri chiziq) u



holda tezlik grafigi koordinata boshidan o'tgan to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. $v_0 \neq 0$ bo'lganda esa tezlik grafigi ordinata o'qida v_0 ga teng kesmadan boshlanadi (1.3 – rasm, 2-to'g'ri chiziq). 1.3 – rasmdagi 1,2-to'g'ri chiziqlar $a > 0$, 3 – to'g'ri chiziq tekis sekinlanuvchan haraktni, 4-to'g'ri chiziq esa ($v = const$) to'g'ri chiziqli tekis harakatni ifodalaydi.

Tekis o'zgaruvchan harakatning yo'l grafigi esa yarim parabola shaklida bo'ladi, chunki $y^2 = 2px$ parabola tenglamasidir.

Agar $y^2 = ax$ ($a = 4,5,6$) qiymatlarni olganda tenglama grafigini chizadigan bo'lsak, u holda xuddi biz $S = \frac{at^2}{2}$ tenglama yordamida hosil qilgan grafikka o'xshash grafik hosil qiladi.

Traektoriyasi egri chiziqdan iborat bo'lgan harakat egri chiziqli harakat deyiladi.

Bunga misol qilib, er yuzidagi barcha transport vositalarini, mashina va mexanizm qismlarini, oqar suvni, atmosferadagi havo zarralarini, kosmik fazodagi barcha planetlar va sunoiy yo'ldoshlarning harakatini olish mumkin. Egri chiziqli harakat to'g'ri chiziqli harakatga nisbatan murakkabroqdir.

Egri chiziqli harakatda vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining faqat yo'nalishigina emas, balki miqdori ham o'zgarishi mumkin. Kuzatish boshlanganda egri chiziqli harakat qilayotgan moddiy nuqta traektoriyaning A nuqtasidan o'tayotgan bo'lsin (1.4-rasm). Biror kichik - t vaqt ichida kichik ΔS yoyni bosib V nuqtaga keladi. A va V nuqtalardagi tezliklarni mos ravishda $\vec{v}_A$ va $\vec{v}_B$ deb belgilaylik. Tezlik o'zgarishini aniqlash uchun $\vec{v}_B$ tezlik vektorini o'z-o'ziga parallell holda A nuqtaga ko'chiraylik, u holda $\vec{v}_A$ vektor uchini kuchirilgan $\vec{v}_B$ vektor uchi bilan tutashtiruvchi vektor ($\Delta \vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$) izlanayotgan tezlik o'zgarishini ifodalaydi. $\Delta \vec{v}$ tezlik o'zgarishini ikki tezlik vektorlarining yig'indisi shaklida ham qarash mumkin. Buning uchun AE kesma ustida A dan $\vec{v}_A$ vektor kesmasiga teng kesma ajratib $\vec{v}_B$ yo'nalishida D nuqtani tanlaylik. S va D nuqtalarni birlashtiruvchi vektorni $\Delta \vec{v}_n$ bilan, D va E nuqtalarni birlashti-

ruvchi vektorni esa $\Delta \vec{v}_T$ bilan belgilaylik. U holda $\Delta \vec{v}$ ni ana shu ikki vektorning yig'indisidan iborat deb hisoblash mumkin.

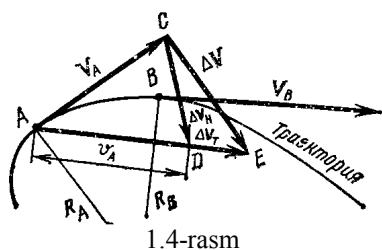
$$\Delta \vec{v} = \Delta \vec{v}_H + \Delta \vec{v}_T \quad (1.14)$$

Egri chiziqli harakatda moddiy nuqta tezlanishi

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}_H}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}_T}{\Delta t} \quad (1.15)$$

yozish mumkin. (1.15) ifodadagi yig'indining birinchi limitini markazga **intilma tezlanish** yoki **normal tezlanish** deb ataladi.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}_H}{\Delta t} \quad (1.16)$$



Geometrik mulohazalar asosida normal tezlanishning moduli tezlik kvadratining traek-toriya ayni sohasining egriklik radiusiga (R) bo'lgan nisbatiga tengligini aniqlash mumkin:

$$a_H = \frac{v^2}{R}. \quad (1.17)$$

Egri chiziqli harakatning xususiy holi bo'lgan moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakatini ko'raylik. Bu holda tezlanishning urinma tashkil etuvchisi bo'lmaydi ($a_T = 0$) va tezlanish o'zining markazga intilma tezlanishiga teng bo'ladi ($\vec{a} = \vec{a}_H$).

Moddiy nuqtaning aylanma bo'ylab tekis harakatini **burchak tezlik** deb ataluvchi fizik kattalik ω bilan xarakterlash mumkin, bunda burchak tezlik deb R radiusning burilish burchagi $\Delta \varphi$ ning bu burilish bo'lgan vaqt oralig'i Δt ga nisbatini tushunish kerak

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \quad (1.20)$$

Notekis harakat uchun, oniy burchak tezligi tushunchasi kiritiladi

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt}$$

Burchak tezlikning o'lchov birligi radian taqsim sekunddir(rad/sekund). $R \cdot \Delta \varphi = \Delta S$ ekanligini e'tiborga olib, chiziqli tezlikni burchak tezlik bilan bog'lovchi munosabatni topamiz:

$$v = \omega R \quad (1.21)$$

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab bir aylanish vaqti **aylanma davri T** va **vaqt birligidagi aylanishlar soni** ν (aylanish chastotasi) ni kiritaylik.

$$T = \frac{1}{\nu} \quad (1.22)$$

T ning o'lchov birligi sekund (s), ν ning o'lchov birligi esa s^{-1} bo'lib, **Gerts** deb nomlangan; **Gerts** sekundiga bir marta aylanishdir.

Moddiy nuqta bilan bog'langan aylana radiusi T davr ichida 2π burchakka burilgani uchun (1.20) formulaga muvofiq

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1.23)$$

(1.21), (1.22), (1.23) formulalardan foydalanib quyidagini hosil qilamiz:

$$v = \frac{2\pi}{T} R = 2\pi \nu R. \quad (1.24)$$

Moddiy nuqtani aylana bo'ylab notekis harakatlanganda chiziqli tezlik bilan birga burchak tezlik ham o'zgaradi. Burchak tezligi o'zgarishi $\Delta\omega$ ning shu o'zgarish bo'lgan vaqt oralig'i Δt ga nisbati o'rtacha burchak tezlanish ε_{or} deb ataladi.

$$\varepsilon_{yp} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (1.25)$$

ε_{or} ning vaqt oralig'i nolga intilgandagi limiti **oniy burchak tezlanishi ε deyiladi**:

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \quad (1.26)$$

Demak, burchak tezlanish burchak tezlikdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilga teng ekan, ε ning o'lchov birligi radian taqsim sekund kvadrat (rad/s^2) dir.

5. Nyutonning qonunlari. Massa va kuch.

O'tgan kinematika asoslari bobida moddiy nuqtaning harakatini, bu harakatni vujudga keltirgan sabablarga bog'liq bo'lmagan holda o'rgandik. **Dinamika** bo'limida esa jismlarning harakati qonunlari va bu harakatni keltirib chiqargan yoki o'zgartiradigan fizik sabablar o'rganiladi. Dinamika mexanikaning asosiy bo'limi bo'lib, uning asosida Nyuton qonunlari yotadi.

Inertsial sanoq sistemasida mexanikaning hamma qonunlari bajariladi. Inertsial sistemasiga nisbatan tezlanishga ega bo'lgan sanoq sistemalarda esa mexanika qonunlari bajarilmaydi.

Tajribalarni ko'rsatishicha, ayni bir xil ta'sir tufayli turli jismlar turlicha tezlanish oladi. Jismning olgan tezlanishining kattaligi faqat ta'sirning kattaligi-gagina emas, balki shu bilan birga jismning ba'zi xususiy hossasiga ham bog'liq bo'lar ekan. Jismning bu xossasi **massa** deb ataladigan fizik kattalik bilan xarakterlanadi. **Massa jismning inertsiya o'lhovidir**. Bir xil ta'sir tufayli jism massasi katta bo'lsa inertsiyasi ham katta bo'ladi, jism massasi kichik bo'lsa inertsiyasi ham kichik bo'ladi.

Jismning massasini biror ixtiyoriy tanlab olingan etalon jismning massasiga solishtirish bilan aniqlanadi. Xalqaro kelishuvga muvofiq bunday etalon sifatida Parijda saqlanadigan platinairidiy qotishmasidan tayyorlangan tsilindir olingan, uning massasi kilogramm massa (kg) deyiladi. Massa m harfi bilan belgilanadi va massa birligi 1 kg deb qabul qilingan. 1m^3 distillangan suvning 4°C dagi massasi 1 g ga teng.

Kuzatishlarning ko'rsatishicha, jismga ko'rsatilayotgan ta'sir bu jismning tezlanish olishi tarzidagina emas, balki jismning deformatsiyalanishi shaklida ham namoyon bo'lishi mumkin. Masalan, devorga urilgan o'q devorga tezlanish bermasada, lekin devorda chuqurcha hosil qiladi, ya'ni o'q ham, devor ham deformatsiyalanadi va issiqlik miqdorining ajralishi kuzatiladi.

Umuman, jismga beriladigan ta'sirni **kuch** deb ataladigan kattalik bilan ifodalanadi va uning miqdori jism erishadigan tezlanish yoki deformatsiya bilan aniqlanadi. Kuch F harfi bilan belgilanadi va kuch birligi SI sistemasida **Nyuton** deb qabul qilingan bo'lib, dinamometrlarda o'lchanadi.

Nyutonning ikkinchi qonuni. Nyutonning ikkinchi qonuni ilgariylanma harakat dinamikasining asosiy qonunlari bo'lib, kuch ta'sirida moddiy nuqtaning mexanik harakati qanday o'zgarishini ifodalaydi.

Agar o'zgarimas massali ($m=\text{const}$) jismning kuch ta'sirida olgan tezlanishi shu kuchga to'g'ri proporsional bo'lsa:

$$\vec{a} \sim \vec{F} \quad (2.1)$$

Agar bir xil kuch ta'sirida ($F=\text{const}$) har xil jismlar turli xil tezlanish olsa, bunda jism massasi qancha katta bo'lsa, ularni inertsiasini ham shuncha katta bo'ladi, tezlanishi esa shuncha kichik bo'ladi:

$$\vec{a} \sim \frac{1}{m} \quad (2.2)$$

(2.1) va (2.2) dan foydalanib, kuch va tezlanishni vektor kattalik ekanligini hisobga olib, quyidagini yozamiz

$$\vec{a} = \kappa \frac{\vec{F}}{m} \quad (2.3)$$

Bu tenglama Nyutonning ikkinchi qonunini ifodalaydi, u quyidagicha ta'riflanadi: ***Kuch ta'sirida jism erishgan tezlanish ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri, jism massasiga esa teskari proportsionaldir va u kuchning ta'sir tomoniga qarab yo'nalgan.***

(2.3) da κ - proportsionallik koeffitsienti bo'lib, $\vec{a}$, $\vec{F}$ va m kattaliklarni qaysi birliklar sistemasida o'lchanganiga bog'liq. SI sistemasida proportsionallik koeffitsienti $\kappa=1$ ga teng. U holda

$$\vec{a} = \vec{F} / m \quad (2.4)$$

Agar jismga bir vaqtni o'zida bir necha kuch ta'sir qilsa, u holda Nyuton ikkinchi qonunini matematik ifodasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \quad (2.5)$$

Demak, inertsiyal sanoq sistemasida harakatlanayotgan jism tezlanishini uning massasiga ko'paytmasi jismga ta'sir etayotgan hamma kuchlarning vektor yig'indisiga tengdir.

Nyutonning uchinchi qonuni. Nyutonning uchinchi qonuni jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlaydi va quyidagicha ta'riflaydi: *ta'sir etuvchi va aks ta'sir etuvchi kuchlar miqdor jihatidan teng bo'lib, yo'nalish jihatdan qarama-qarshidir:*

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (2.6)$$

Bu erda $\vec{F}_{12}$ - ta'sir etuvchi kuch, $\vec{F}_{21}$ - aks ta'sir etuvchi kuch.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan quyidagilarni yozish mumkin: birinchi jism $\vec{a}_1 = \frac{\vec{F}_{21}}{m_1}$, ikkinchi jism esa $\vec{a}_2 = \frac{\vec{F}_{12}}{m_2}$ tezlanish oladi, yuqoridagi ikki tezlanish ifodasidan

$$\vec{a}_1 = -\frac{m_2}{m_1} \vec{a}_2 \quad (2.7)$$

hosil qilamiz. Bu munosabat, o'zaro ta'sirlashuvchi ikki jism o'zlarining massalariga teskari proportsional bo'lgan va qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan tezlanishlar olganini ko'rsatadi. Misol ko'raylik, porox gazining ta'siri natijasida snaryad to'p stvolidan otilib chiqadi, (katta tezlanish bilan) va ta'sir natijasida to'p orqaga (kichik tezlanish bilan) harakat qiladi.

6. Tabiat kuchlari va ularning turlari

Moddiy nuktalar orasidagi uzaro ta'sir etishda ishtirok etadigan tabiat kuchlarini turtta asosiy turga ajratish mumkin: gravitatsion, zaif, elektromagnit va kuchli (yadroviy). Jadvalda bu kuchlarning asosiy tavsiflari berilgan

Uzaro ta'sir kuchlari	Uzaro ta'sir manbasi	Nisbiy intensivligi	Ta'sir radiusi
Gravitatsion	Massa	10^{-38}	Uzokdan
Zaif	Elementar zarralar	10^{-15}	$10^{-15}m$
Elektromagnit	Elektr zaryadlari	10^{-2}	uzokdan
Kuchli (yadroviy)	Proton, neytron, mezon (adron)	1	$10^{-15}m$

Boshqa tomondan, kuchlarning kelib chikish tabiatiga karab uchga ajratish mumkin:

- 1) bir-biri bilan bevosita tegib turgan jismlar orasidagi kuchlar (elastiklik yoki ishkalanish). Ular kelib chikishiga karab elektromagnit kuchlardir.
 - 2) Maydonlar vositasida ta'sir etuvchi - gravitatsion va elektromagnit kuchlar.
- Aylana bo'ylab Oyning Er atrofidagi harakatida Oy markazga intilma tezlanishga ega bo'ladi. Bu tezlanish markazga intilma kuch tufayli vujudga keladi

$$F_{m.u.} = m \frac{v^2}{R} \quad (2.8)$$

Bu kuch R radusli aylana bo'ylab harakatlanayotgan Oyga qo'yilgan. Nyutonning uchunchi qonuniga asosan markazga intilma kuchga miqdor jihatdan teng, lekin teskari tomonga yo'nalgan markazdan qochma kuch ham bo'lishi kerak. Markazdan qochma kuch esa Erga qo'yilgan. Demak, kuch o'zining kattaligi va yo'nalishidan tashqari qo'yilish nuqtasi bilan ham xarakterlanar ekan.

SHunday qilib, shuni esda tutish kerakki, jismlarning o'zaro ta'sirida yuzaga keladigan kuchlar boshqa-boshqa jismlarga qo'yilgan bo'ladi va shuning uchun ular bir-birini muvozanatlay olmaydi. Ayni bir jismga qo'yilgan kuchlarga muvozanatlasha oladi.

Elastiklik kuchi. Tashki kuchlar ta'sirida deformatsiyalangan jismlarda yuzaga keladigan kuch - *elastiklik kuchi* deyiladi.

Deformatsiya ikki xil: elastik va noelastik buladi. Elastik deformatsiyada tashki kuchlarning ta'siri tuxtagandan sung jism uz shakli va ulchamlarini tiklaydi. Noelastik deformatsiyada jism uzining shakli va ulchamlarini tulik tiklamaydi. Boshqa tomondan deformatsiyani sikilish, chuzilish, buralish kabi turlari mavjud. Eng oddiy deformatsiya-chizikli chuzilayotgan yoki kisilayotgan prujinaning deformatsiyasini kurib chikamiz. Buning uchun bir tomoni biriktirilgan, ikkinchi tomoni X uki buyicha xarakatlana oladigan prujinani olamiz.

Prujinani Δx kattalikka chuzishda, uni muvozanat vaziyatiga kaytaruvchi F_{el} kuchi paydo buladi. Bu xolat uchun Guk qonuni mavjud: elastiklik kuchi deformatsiya kattaligiga tugri proportsional.

$$F_{\text{pr}} = -kx \quad (1)$$

bu erda x - siljish kattaligi; k - prujinaning bikrligi. "-" ishora F_{el} bilan X - ni karama-karshi yunalganligini bildiradi. Insonning xayotiy faoliyatida elastiklik kuchi katta urin tutadi. Ayniksa odam skletining tayanch - sistemalarida elastiklik kuchining axamiyati juda kattadir. Urilishdagi yuklama vaktida, yikilishida, sakrashda va boshka kiska muddatli kuch yuklamalari paydo bulganda, skletga ta'sir etuvchi kuch odamni xususiy og'irligidan 15-20 marta ortib ketadi. Skletning elastikligi va mustaxkamligi bunday yuklamalarga bardosh beradi. Boshka elastik jismlar kabi, suyaklar, mushaklar, paylar yuklama ta'sirida deformatsiyalanadi. Inson tanasida deformatsiyaning xar kanday turi yuzaga keladi.

4. Ishqalanish kuchi. Bir jism sirtida ikkinchi jismning xarakatlanishidan yuzaga keladigan kuch ishkalanish kuchi deyiladi. Bu kuch doimo xarakat yunalishiga karama-karshi yunalgan. Ishkalanish kuchining ikki turi mavjud: tashki-kattik jismlar orasida, ichki-gazlarda, su-yukliklarda va kattik jismlarning kismalari bir-biriga nisbatan xarakatlanganda yuzaga keladi.

A. Tashki ishkalanish uch xil buladi:

- sirpanish ishkalanishi;

- dumalash ishkalanishi;
- tinchlikdagi ishkalanish.

Tinchlikdagi ishkalanish kuchi- jismga ta'sir etuvchi tashki kuchlar ta'siri uni biror bir sirtida xarakatlantira olmaganda yuzaga keladi. Bu kuch doimo tashki kuchlarga kattalik jihatidan teng va yunalish jihatidan karama-karshi buladi.

Sirpanish ishkalanish kuchi- bir jism sirtida ikkinchi jismning xarakatlanishidan yuzaga keladi.

Xarakatning kichik tezliklarida sirpanish ishkalanish kuchini kuyidagi formuladan xisoblash mumkin:

$$|F_{ishk}| = mN \quad (2)$$

B. Ichki ishkalanish. Ichki ishkalanish kuchi yoki kovushkok ishkalanish gaz, suyuqlik yoki kattik jismlarning bir kismini ikkinchi kismiga nisbatan xarakatlanishida yuzaga keladi. Masalan, bu kuch gaz yoki suyuqlikning trubalardagi xarakati vaktida xosil buladi. Kichik tezliklarda ichki ishkalanish kuchi nisbiy siljish tezligiga tugri proportsional bulib, tezlik katta bulganda bu boglanish ortib boradi. Ichki ishkalanish koeffitsienti (kovushkokolik koeffitsienti) ni kiritib, $F_{ich. ishk} = -3v$ deb yozish mumkin. Ichki ishkalanish kuchi kuruk ishkalanishdan kup marta kichik. SHuning uchun ishkalanuvchi mexanizmlar orasi moylanadi.

Gazlarda yoki suyuqliklarda kattik jismning xarakatlanishida ichki ishkalanish kuchidan tashkari, xarakatga karshilik kuchi ta'sir etib, uning qiymati kuyidagiga teng buladi:

$$F_{ka p} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \rho S v^2 \quad (3)$$

bu erda v -jismning xarakat tezligi, ρ - muxitning zichligi, S - jismning kundalang kesim yuzasi.

SHunday kilib, muxitda xarakatlanayotgan jismga ikki kuch ta'sir kiladi: suyuq ishkalanish kuchi (F_{imk}) va karshilik kuchi (F_{kar}). Kichik tezliklarda karshilik kuchi, suyuq ishkalanish kuchidan kichik buladi, katta tezliklarda aksincha buladi. F_{ishk} va F_{kar} kuchlari kandaydir kiy-matlarda bir-biriga teng buladi. Bu xoldagi xarakatni uzgarmas tezlikli xarakat deyiladi.

(3) formuladan kurinadiki, karshilik kuchi xarakatlanayotgan jismning shakliga bog'liq. Karshilik kuchi kam bulgan jism shakli tomchisomon shakl deyiladi. Katta tezlikda xarakatlanadigan raketa, samolyot, kemalar tomchisimon shaklda ishlanadi. Bundan tashkari jismning ulchamini uzgartirib, karshilik kuchini oshirib yoki kamaytirib, tezlikni boshkarish mumkin. Masalan, sakrayotgan parashutchining tezligi 60 m/s, kul-oyogini yoysa 40 m/s, parashutni ochsa tezligi 5-8 m/s ga teng buladi. Odam massasiga teng sharning tezligi esa 105 m/s ga teng buladi.

Butun olam tortishish kuchi. Og'irlik kuchi. Jismning og'irligi. Tortishish kuchitabiatda eng buyuk kuch. Inson xayoti bu kuchga chambarchas bog'liq. Tog jinslarini birlashishi, planeta suvining yigilishi, dengiz va okeanlarning paydo bulishi, Erning moviy atmosferani ushlab turishi va x. k. lar tortishish kuchi tufaylidir. Bu kuch bulmaganda edi, planetalardan tortib, mayda osmon jismlari-meteor, astroidlar xam koinot korongiligiga sochilib ketardi, - umuman koinotning tuzilishi buzilib ketardi. Butun olam tortishish qonuni shunday ta'riflanadi: Jismlar bir-biri bilan massalarining kupaytmasiga tugri proportsional, oralaridagi masofaning kvadratiga teskari proportsional bulgan kuch bilan tortishadi:

$$F = G \frac{mM}{R^2} \quad (4)$$

bu erda $G=6, 62 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ - butun olam tortishish doimiysi bulib, uning fizik ma'nosi: massalari 1 kg dan bulgan jism 1 m masofada $6, 62 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ kuch bilan ta'sirlashadi. Bundan kurinadiki, mikrojismlar orasidagi tortishish kuchi juda kichik bulib, aksincha koinot jismlari orasida katta buladi. Butun olam tortishish qonuni ikki jism orasidagi tortishish kuchini ifodalab kolmasdan, xozirgi zamon kosmologiyasi asosi-olamimizning uzgaruvchanligini xam kursatib beradi. Xakikatan Butun olam tortishish qonunidan jismlar uzaro ta'sirlashib $a=GM/R^2$ tezlanish oladi. Xar kanday galaktikalar R masofada turib nisbiy manfiy a -tezlanishiga ega buladi: bu koinotni ugaruvchanligini bildiradi. Xakikatan, osmon jismlari bir-biriga yakinlashib - uzoklashganda ularning tezlanishi uzgaradi, natijada ularning zichligi uzgaradi. Nyuton uz nazari-

yasida buni nazarda tutmagan edi. Bizning asrimizga kelib bu xodisa tasdiklangan. Bu nazariyaga asosan kandaydir $t=0$ vaktida Koinot bir joyga tuplangan va juda katta zichlikka ega bulgan. "Katta portlash" dan keyin Koinot kengayishi boshlangan va bu narsa xozir xam davom etmokda. Er sirtidagi jism uchun (4) formulani kuyidagicha yozish mumkin:

$$F=ma=G \frac{mM_{ep}}{R_{ep}^2} \quad (5)$$

(5) dan $a = g = G M_{er} / R_{Er}^2 \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ Bu tezlanish erkin tushish tezlanish deyiladi.

Og'irlik kuchi. Erning (Mars, Oy...) tortishi tufayli yuzaga keladigan kuch og'irlik kuchi deb ataladi. Og'irlik kuchi Er kutblari va ekvatoridan tashkari, Er sirtining xamma nuqtalarida tortishish kuchi bilan mos tushmaydi. Buning sababi Erning uz uki atrofiga aylanishidir. Ekvatordagi m_1 jism uchun N'yuton ikkinchi qonunining kurinishi: $F+N_E=m_1a_n$. Ularning proektsiyalari $F - N_e = m_1a_n$ yoki $N_e = F - m_1a_n$ He $= F_{og}$ ligidan $F_{og} = F - m_1a_n$. Kutblarda $a_n = 0$. Unda $F - N_n = m_1a_n = 0$ SHunga uxshash $F = N_n = F_{og}$ SHunday kilib kutblarda $F = F_{og} = m_1g$ F kuchga m_p kushimcha unchalik katta emas. SHuning uchun $F_{og}=F=mg$

Jismning og'irligi. Erning tortishi tufayli jismning tayanchga yoki osmaga beradigan ta'siri uning og'irligi deb ataladi. Agar jism Erga nisbatan tinch xolatda yoki tugri chizikli tekis xarakat kilayotgan bulsa, jismning og'irligi og'irlik kuchiga teng buladi. Demak jismning og'irligi tortishish kuchidan tashkari tayanch yoki osmaning tezlanishiga xam bog'liq. Jismning og'irligi jismning massasi yoki turar joyi bilan aniklanmaydi. 7b-rasmdan ma'lum buladiki, jismning og'irligi kuyidagiga teng buladi:

$$P = F_{in} + mg \quad (1)$$

7. Noinertsial sanoq sistemalari. Inertsiya kuchlari

N'yuton qonunlari xamma sanoq sistemalarida xam bajarilavermaydi. Bu qonunlar fakat inertsial sanoq sistemalarida tugri buladi. Kuyosh bilan boglangan sistemani inertsial deyish mumkin. Xamma inertsial sistemalar bir-biriga nisbatan tekis xarakat kiladi yoki tinch xolatda buladi. Inertsial sistemalarga nisbatan tezlanish bilan xarakatlanadigan sistemalar noinertsial sistemalar deyiladi. Noinertsial sistemalar mexanikasiga misol tarikasida tezlanish bilan xarakatlanadigan poezdni kurib chikamiz. Poezd ichidagi narsalar xech kanday kuch ta'sir etmasada tezlanish oladi. , yuklar kuyilgan joyidan tushib ketadi, yulovchilar vagon devoriga sikiladi va x. k. Noinertsial sanoq sistemasiga N'yutonning ikkinchi qonunini tadbik etish uchun inertsiya kuchi deb ataluvchi kushimcha kuchlar kiritiladi. Noinertsial sanoq sistemasining ixtiyoriy xarakatida va bu sistemadagi jismlarning xarakatiga inertsiya kuchining ta'sirini xisoblash ancha murakkab masala. SHuning uchun oddiyrok misol kuramiz. Noinertsial sanoq sistemasidagi tinch turgan jism inertsial sanoq sistemasiga nisbatan tugri chizikli uzgaras tezlik bilan xarakat kilayotgan bulsin (6-rasm).

Mayatnik urnatilgan aravacha tugri chizikli tekis tezlanuvchan xarakat kilayotgan bulsin. Bunda mayatnik δ burchakka ogadi. Inertsial sanoq sistemasida turgan kuzatuvchi (yul chetida turgan odam) mayatnikka mg og'irlik kuchi va F_t taranglik kuchi ta'sir etayapti deb xisoblaydi. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi:

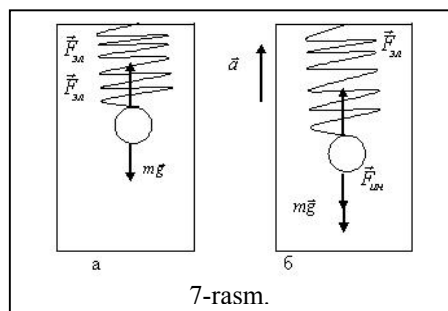
$$F = F_t + mg = ma$$

Noinertsial sanoq sistemasida turgan kuzatuvchi (aravachadagi odam) mayatnik $\propto$ burchakka ogishini sezadi. Bu kuzatuvchi Nyuton qonunlarini kullash uchun uchinchi kuchni kiritishga majbur buladi:

$$F_{in} = -ma \quad (7)$$

SHunday kilib, inertsiya kuchi jism massasi bilan tezlanishining kupaytmasini teskari

ishorasi bilan olingan kiymatiga teng.



Demak noinertsial sanoq sistemasidagi jismga uchta kuch: og'irlik kuchi, taranglik kuchi va inertsiya kuchi ta'sir etib, ularning vektor yigindisi nolga teng, shuning uchun Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan bu sistemada jism tezlanishga ega emas. Boshqa misol kuramiz: Lift shiftiga prujinaga biriktirilgan m massali jism osib kuyilgan. Lift yukoriga a -tezlanish bilan kutarilyapdi. "Xarakatsiz" kuzatuvchi (inertsial sanoq sistemasi) jismga og'irlik kuchi va elastik kuchi ta'sir etadi deb xisoblaydi (7a-rasm). Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan

$$F_{el} - mg = -ma$$

"Xarakatdagi" kuzatuvchi jismga uchta kuch: mg , F_{el} va F_{in} kuchlari ta'sir etishini sezadi. Bu sistemaga nisbatan jism tinch xolatda bulgani uchun :

$$mg + F_{el} + F_{in} = 0$$

Ularning proektsiyalari

$$-mg + F_{el} - F_{in} = 0$$

$$\text{yoki} \quad mg + F_{in} = F_{el}$$

Agar jism aylanayotgan noinertsial sistemada xarakat kilayotgan bulsa (7) ni kullab bulmaydi. Inertsiya kuchi va tortishish kuchi ekvivalent bulib, ularning fizik ma'nosi bir xil. Bu narsa 1915 yilda A. Eynshteyn tomonidan yaratilgan nisbiylik nazariyasining printsip- laridan biridir.

Nazorat uchun savollar:

1. Moddiy nuqta kinematikasi.
2. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli, egri chiziqli va aylana buylab harakati.
3. Tabiat kuchlari va ularning turlari.
4. Butun olam tortishish kuchi. Og'irlik kuchi. Jismning og'irligi.
5. Noinertsial sanoq sistemalari. Inertsiya kuchlari.

Tayanch so'zlar

Harakat, tekis harakat, notekis harakat, sanoq sistemasi, moddiy nuqta, tezlik, tezlanish, o'rtacha tezlik, o'rtacha tezlanish, burchak tezlik, burchak tezlanish, ilgarilanma tezlikning burchak tezlikka bog'liqligi, aylanish davri, tebranish chastotasi, massa, kuch, Nyutonning birinchi qonuni, Nyutonning ikkinchi qonuni, Nyutonning uchinchi qonuni, elastiklik kuchi, ishqalanish kuchi, butun olam tortishish kuchi. og'irlik kuchi, jismning og'irligi, noinertsial sanoq sistemalari, inertsiya kuchlari, impuls, impulsning saqlanish qonuni, massa markazi.

2-ma'ruza. Ish va energiya. Aylanma harakat va suyuqliklar harakati

1. Ish va quvvat.
2. Energiya. energiyaning saqlanish qonuni.
3. Klassik mexanikaning cheklanganligi to'g'risida.
4. Aylanma harakat dinamikasi.
5. Suyuqlik harakati.
6. Tebranishlar va to'liqlar.

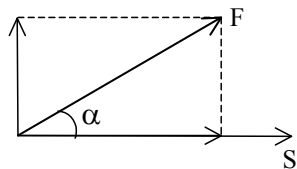
1. Ish va quvvat

Agar jism o'zgarmas G kuch ta'sirida to'g'ri chiziqli harakat qilib biror S -masofani bosib o'tsa, bu jarayonda kuchning siljitish ta'sirini xarakterlash uchun ish tushunchasi kiritiladi. Jismning to'g'ri chiziqli harakatida o'zgarmas kuchni bajargan ishi **kuch bilan yo'l**

ko'paymasiga proporsional bo'ladi. Agar kuch bilan jism harakat yo'nalishi orasida α burchak hosil bo'lsa ish (4.1-rasm)

$$A = F \cdot S \cos \alpha \quad (4.1)$$

formula bilan aniqlana-di. $\alpha < \frac{\pi}{2}$ bo'lsa ish musbat, $\alpha > \frac{\pi}{2}$ bo'lganda ish manfiy, $\alpha = \frac{\pi}{2}$



4.1 – rasm.

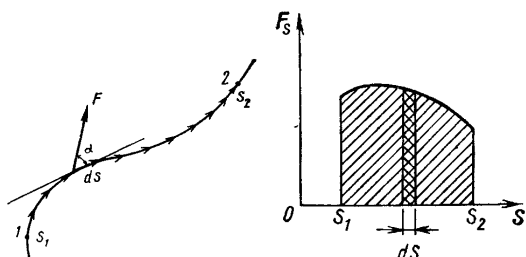
bo'lganda $A=0$ bo'ladi, ya'ni kuch berilgan yo'lda jismning siljishi bo'yicha hech qanday ish bajararmaydi. Ishqalanish kuchi ko'chish yo'nalishiga teskari tomonga yo'nalgan va u manfiy ish bajaradi. $\cos \alpha = 0$, ya'ni ta'sir etuvchi kuch siljishga perpendikular bo'lganda kuch mexanik ish bajararmaydi. Biroq biror og'irlikdagi yukni ko'tarib turish, aqliy mehnat qilish (masala echish, mutolaa qilish, fikr yuritish) da ham mexanik ish bajarilmaydi, oddiy ish

bajariladi.

Agar skolyar ko'paytma tushunchasidan foydalansak (4.2) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} \quad (4.2)$$

Demak, mexanik ish kuch vektori va ko'chish vektorining skolyar ko'paymasiga teng.



4.2 – rasm.

4.3 – rasm.

SI da ish birligi sifatida Joule (J) qabul qilingan: **1 Joule - 1 Nyuton kuch ta'sirida jismni 1 metr masofaga ko'chirishda bajarilgan ishning miqdori.**

Eng umumiy hol uchun ishni aniqlaylik. Jism o'zgaruvchan kuch ta'sirida egri chiziqli harakat qilib S_1

Bajarilgan ishning bajarilish tezligini xarakter-lash uchun quvvat tushunchasi kiritiladi.

Demak, vaqt birligida bajarilgan ish bilan o'lchanadigan kattalik **quvvat** deb ataladi, ya'ni

$$N = \frac{dA}{dt} \quad (4.5)$$

(4.5) ga dA ning (4.3) formuladagi qiymatini qo'ysak

$$N = F \frac{dS}{dt} \cos \alpha$$

yoki

$$N = F \cdot v \cos \alpha = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (4.6)$$

ni hosil qilamiz.

Demak, quvvat ta'sir etuvchi $\vec{F}$ kuch vektorining shu kuch ta'sirida jism olgan $\vec{v}$ tezlik vektoriga skolyar ko'paymasiga teng ekan.

SI da quvvat birligi sifatida Vatt (Vt) qabul qilingan: **1 Vatt- 1 sekund davomida 1 Joule ish bajaradigan mashinaning quvvatidir.**

$$1 \text{ Vt} = 1 \text{ J/s}$$

2. Energiya. Energiyaning saqlanish qonuni.

a) Energiya - materiyaning barcha turdagi harakati va ularning barcha turdagi o'zaro ta'sirlashishlarining miqdoriy o'lchovidir. b) energiya-jismning yoki jismlar sistemasining ish bajara olish qobiliyatini xarakterlovchi fizik kattalikdir. Energiya ma'lum sharoitlarda sistema bajarishi mumkin bo'lgan ish miqdori bilan o'lchanadi.

Energiyaning eng sodda shakllaridan biri **mexanik energiya**, ya'ni **kinetik** va **potentsial** energiyalardir. Qisqacha qilib kinetik energiyani - **harakat energiyasi**, **potentsial** energiyani esa - **holat energiyasi** deb atash mumkin.

Kinetik energiya. Jism v tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin. Uning kinetik energiyasi harakatlanayotgan jism to'xtaguncha bajargan ishlarining yig'indisidan iborat bo'ladi. Agar ish musbat bo'lsa, ($A > 0$) jismning kinetik energiyasi ortadi, aksincha $A < 0$ bo'lsa, jismning kinetik energiyasi kamayadi. Agar jism G kuch ta'sirida dS masofani bosib o'tsa, ishqalanish kuchi manfiy ish bajaradi, u holda ishni uning kinetik energiyasining kamayishiga tenglashtirish mumkin:

$$dA = -dW_k,$$

yoki

$$dA = F dS = -madS = -m \frac{dv}{dt} dS = -m \frac{dv}{dt} v \cdot dt = -mv dv. \quad (4.7)$$

Bunda minus ishora harakat tormozlanish tufayli tezlanish manfiy ekanligini ko'rsatadi. To'la bajarilgan ishni hisoblash uchun oxirgi tenglikni v_1 dan v_2 integrallaymiz. Bu ish o'z navbatida kinetik energiyaga teng bo'ladi.

$$W_k = -A = \int_{v_1}^{v_2} mv dv = m \int_{v_1}^{v_2} v dv = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

yoki

$$W_k = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (4.8)$$

Demak, jism kinetik energiyasining o'zgarishi uning tezligini v_1 dan v_2 ga o'zgarishi uchun jismga ta'sir etadigan kuch bajarishi lozim bo'lgan ishga teng. Oxirgi ifodadan umumiy holda $W_k = mv^2/2$ yozish mumkin. **Demak, massa bilan tezlik kvadrati ko'paytmasining yarimiga teng bo'lgan kattalik jismning kinetik energiyasi deb ataladi.**

Potentsial energiya. **Potentsial energiya jism yoki jism qismlarini holatlarining bir-biriga nisbatan o'zgarishi natijasida bajarilgan ishdur.**

Masalan, Er sathidan h balandlikda turgan jismga $R = mg$ og'irlik kuch ta'sir etadi. Agar jismni h balandlikdan tashlab yuborilsa, u og'irlik kuchi ta'sirida Erga tushadi. Er sirti yaqinida jism v tezlikka erishadi va og'irlik kuchining h balandlikni o'tishdagi bajargan ishi evaziga $W_k = mv^2/2$ kinetik energiyaga ega bo'ladi.

U holda quyidagini yozishimiz mumkin:

$$A = Ph = mgh = mv^2/2 \quad (4.9)$$

Bu ish esa o'z navbatida jismning Er sirtidan h balandlikka ko'tarilgandagi potentsial energiyasiga teng.

$$W = mgh \quad (4.10)$$

Demak, Er sirtidan h balandlikka ko'tarilgan jismning potentsial energiyasi jism og'irligi (mg) va balandlik (h) ning ko'paytmasiga teng ekan.

Endi elastik deformatsiyalangan jismning potentsial energiyasini topaylik. Elastiklik kuchi Guk qonuniga asosan deformatsiyaga proporsional bo'ladi.

$$\vec{F}_{\text{эл}} = -k\vec{x}$$

bunda k - elastiklik koeffitsienti bo'lib, prujinaning bikrligi deb yuritiladi, x - siljishidir, formuladagi manfiy ishora elastiklik kuchining yo'nalishi siljish yo'nalishiga qarama-qarshi ekanligini ifodalaydi.

Kichik deformatsiyalarda (dx) $F_{\text{эл}}$ kuchining elementar ishi

$$dA = F_{\text{эл}} dx = -kx dx,$$

to'la ish

$$A = -\int_x^0 kx dx = \frac{1}{2} kx^2. \quad (4.11)$$

SHunday qilib, elastik deformatsiya natijasida yuzaga kelgan potentsial energiya prujina tarkibidagi zarrachalar-ning bir-biridan uzoqlashishi yoki bir-biriga yaqinlashishi va shunga mos ular orasida o'zaro tortishish yoki itarishish kuchlarining hosil bo'lishi oqibatidir.

To'la mexanik energiya va uning saqlanish qonuni. Ko'p hollarda jism bir vaqtning o'zida ham kinetik energiyaga, ham potentsial energiyaga ega bo'ladi. **Kinetik va potentsial energiyalarning yig'indisi to'la mexanik energiya deb ataladi.** Masalan, Er sirtidagi h balandlikdva Erga nisbatan v tezlik bilan harakatlanayotgan jism

$$W = \frac{mv^2}{2} + mgh \quad (4.12)$$

to'la energiyaga ega bo'ladi.

Agar moddiy nuqtaga faqat konservativ (bajarilgan ish yo'lni shakliga bog'liq bo'lmaydi) kuchlar ta'sir etsa, bu kuchlarning elementar dr ko'chishida bajargan ishni moddiy nuqta potentsial energiyasining kamayishiga teng, ya'ni

$$dA = -dW_{\Pi}.$$

Ikkinchi tomondan moddiy nuqtaning bu ko'chishda bajargan ishi uning kinetik energiyasining ortishiga teng, ya'ni

$$dA = -dW_k.$$

Bu ikki ifodani taqqoslash tufayli

$$dW_k = -dW_{\Pi} \quad \text{yoki} \quad d(W_k + W_{\Pi}) = 0 \quad (4.13)$$

hosil qilamiz.

Oxirgi ifodadagi $(W_k + W_{\Pi})$ moddiy nuqta kinetik va potentsial energiyalarining yig'indisidir, ya'ni to'la mexanik energiyasiga teng. Undan

$$W_T = W_k + W_{\Pi} = \text{const} \quad (4.14)$$

hosil bo'ladi.

$$W = \frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const} \quad (4.15)$$

Bu mexanik energiyaning saqlanish qonunining matematik ifodasidir. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: **faqat konservativ kuchlar ta'sir etayotgan jismlar yopiq sistemasining to'la mexanik energiyasi o'zgarmaydi.**

SI sistemada energiya ish birligida, ya'ni Joul da o'lchanadi.

3. Klassik mexanikaning cheklanganligi to'g'risida

Relyativistik mexanika qonunlari $v \ll c$ bo'lgan hollarda klassik mexanika qonunlariga o'tadi. Misol uchun tovush tezligi ($v_0 \approx 300$ m/s) da uchayotgan reaktiv samolyot harakati uchun

$$\frac{v_0^2}{c^2} = \left(\frac{3 \cdot 10^2 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \right)^2 = 10^{-12}$$

nisbatni hosil qilamiz.

Kosmik tezliklarda harakatlanayotgan kemalar uchun $\frac{v_0^2}{c^2} \sim 10^{-9}$ atrofida bo'ladi. Demak, $v_0 \ll c$ bo'lgan hollarda $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ning qiymati 1 dan deyarli farqlanmas ekan. SHuning uchun kichik tezliklarda Lorentts almashtirishlari Galiley almashtirishlariga o'tadi. Klassik mexanika

kichik tezliklarda $\frac{v_0^2}{c^2} \ll 1$ shart bajarilganda o'rinli bo'ladi, bu hol o'z navbatida klassik mexanikaning qo'llanish chegarasini belgilaydi. SHunday qilib, kichik tezliklarda klassik mexanika relyativistik mexanikaning xususiy holi hisoblanishi mumkin.

Biroq elektronlar bilan qilingan tajribalarda shu narsa aniqlandiki, klassik mexanika tasavvurlariga qarama-qarshi jismning massasi o'zgarimas kattalik emas ekan, balki tezlik ortishi bilan relyativistik dinamika qonuni asosida ortar ekan.

Uncha katta bo'lmagan harakat tezliklarida (3000 km/s gacha tezliklarda) jismning massasi deyarli o'zgarmaydi. Katta tezliklarda massa sezilarli ortib ketadi, masalan, $v=270\,000$ km/s da tinch holatdagi massadan ikki baravarga ortib ketadi.

Massa va energiyaning o'zaro bog'liqligi qonunining ifodasidagi, S^2 ning son qiymati juda katta bo'lganligi uchun jism energiyasining o'zgarishi juda katta bo'lganda ham massaning o'zgarishi juda kichik amalda payqab bo'lmaydigan darajada bo'ladi. Masalan, Oyga tomon ikkinchi kosmik tezlik $v_2 = 11,2$ km/s bilan uchirilgan tinch holatdagi massa $m_0 = 1500$ kg bo'lgan kosmik raketaning energiyasi

$$\Delta W = \frac{m_0 v_2^2}{2} = \frac{1500 \cdot 11200^3}{2} = 9,4 \cdot 10^{10} \text{ Ж}$$

ga ortadi, uning massasi esa

$$\Delta m = \frac{9,4 \cdot 10^{10}}{(3 \cdot 10^8)^2} \approx 10^{-6} \text{ кг}$$

ortadi xolos.

SHunday qilib, raketa massasining nisbiy o'zgarishi

$$\frac{\Delta m}{m_0} = \frac{10^{-6}}{1500} < 10^{-9} = 10^{-7} \%,$$

buni eksperimental yo'l bilan aniqlab bo'lmaydi.

SHuning uchun massa va energiyaning o'zaro bog'liqlik qonunini faqat mikroolam hodisalarida, ya'ni yadro jarayonlarida va elementar zarrachalarning bir turdan ikkinchi turga aylanishda eksperimental tekshirish mumkin.

Ayniqsa, yadro reaksiyalarida massaning energiya bilan o'zaro bog'liqligi juda sezilarli bo'ladi.

SHunday qilib, nisbiylik nazariyasi Galiley, Nyuton va boshqa olimlar tomonidan asoslangan klassik mexanikaning qonun va printsiplarini inkor etmaydi, aksincha ularni rivojlantiradi va umumlashtiradi hamda klassik mexanikaning qo'llanish chegaralarini belgilab beradi.

Geyzenbergning noaniqliklar munosabati. Elektronning to'lqin xossasini ochilishi unga oddiy zarracha sifatida emas, balki to'lqin xossasiga ega bo'lgan murakkab bir borliq sifatida qarash kerakligini ko'rsatadi. Uni o'lchami, aniq traektoriyasi haqida gapirish qiyin. Elektron fotondan farqli zaryadiga ega bo'lib, uni fazodagi vaziyati va taqsimlanishi boshqa zarrachalar bilan, masalan atomda yadro bilan o'zaro ta'sirlashishiga bog'liq bo'ladi.

Klassik mexanikada moddiy nuqta bir vaqtning o'zida aniq koordinataga, impuls va traektoriyaga ega bo'ladi.

Mikrozarra to'lqin xossaga ega bo'lgani uchun u klassik mexanikadagi zarrachadan farq qiladi. Asosiy farq shundaki, mikrozarrachani traektoriyasi bo'lmaydi. Bundan tashqari uni aniq koordinata va impulsi haqida ham gapirish mumkin emas. Masalan, mikrozarrachani impulsini to'lqin uzunligi orqali ifodalashimiz mumkin. Ammo mikrozarracha to'lqin xossaga ega bo'lgani uchun u fazoda ancha katta oraligni egallaydi va koordinatasining noaniqligi katta bo'ladi. Demak, zarrachani impulsi aniq bo'lsa, uni koordinatasi noaniq qoladi. Aksincha mikrozarrani koordinatasini aniq hisoblasak, uning impulsining noaniqligi Δr ortadi, ya'ni $\Delta x \rightarrow 0$ bo'lganda $\Delta r \rightarrow \infty$ bo'ladi.

1927 yilda nemis olimi Verner Geyzenberg (1901-1976) mikrozarrachalarning to'liq xossasini hisobga olib, ularning impuls va koordinatalarini bir xil aniqlik bilan hisoblab bo'lmaydi degan xulosaga keldi va o'zining noaniqliklar munosabati qonuni yaratdi.

Mikrozarraning impuls va koordinatasini aniq o'lchab bo'lmashligi o'lchov asboblari aniqlik darajasiga bog'liq bo'lmashdan mikrozarraning to'liq xossasidan kelib chiqadi.

Agar mikrozarraning fazodagi koordinatalarini X , U , Z va impulsining o'qlardagi proektsiyalari R_x , R_u , R_z desak, Geyzenberg noaniqlik munosabatlariga ko'ra koordinata noaniqligini impuls noaniqligiga ko'paytmasi Plank doimiysidan kichik bo'lmaydi, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X \cdot \Delta P_x &\geq h \\ \Delta Y \cdot \Delta P_y &\geq h \\ \Delta Z \cdot \Delta P_z &\geq h \end{aligned} \right\} \quad (19.2)$$

Demak, koordinata noaniqligi impuls noaniqligiga ko'paytmasi doimo h dan katta bo'ladi. Impuls koordinatalar juda katta aniqlikda o'lchanganda ularning ko'paytmasi h teng bo'lishi mumkin. (19.2) munosabatlardan ko'rinadiki, koordinatalni juda katta aniqlikda o'lchab, uni noaniqligi X ni juda kichik bo'lishiga ($\Delta X=0$) erishish mumkin. Ammo bu vaqtda mikrozarra impulsini noaniqligi R ortib ketadi ($r=\infty$). Doimo ΔX ni ΔR ga ko'paytmasi Plank doimiysi h dan katta bo'ladi. Bundan zarraning impuls va koordinatasini bir xil aniqlikda o'lchab bo'lmashligi kelib chiqadi.

Bundan tashqari mikrozarraning energiyasi va vaqtini o'lchashdagi noaniqliklar uchun quyidagi munosabat ham mavjud:

$$\Delta W \cdot \Delta t \geq h \quad (19.3)$$

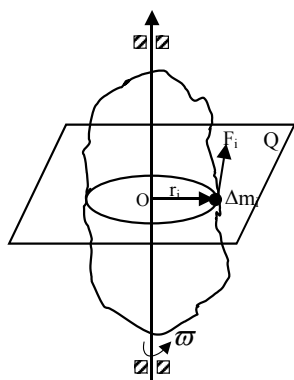
Bu ifodadan yashash vaqti Δt bo'lgan zarrani energiyasi aniq bir W qiymatga ega bo'lmashligi kelib chiqadi. Zarraning yashash vaqti kamayishi bilan uning energiyasining noaniqligi ortadi.

SHunday qilib, noaniqliklar munosabatlari inson irodasiga bog'liq bo'lmagan o'zaro bog'lanishlarni ifodalaydi. SHuning uchun ham bu munosabatlarni **tabiatning oboektiv qonuni deb qaramoq lozim**.

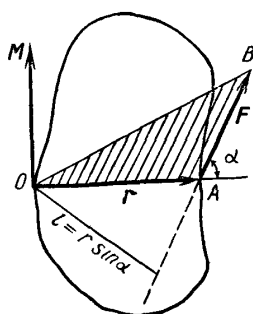
4. Aylanma harakat dinamikasi.

Bir-biriga nisbatan siljmaydigan moddiy nuqtalar to'plami **qattiq jism** deb yuritiladi. Tashqi kuch ta'sirida deformatsiyalanmaydigan jism **absolyut qattiq jism** deyiladi.

Ixtiyoriy shakldagi qattiq jism qo'zg'almas OZ o'q atrofida G kuch ta'sirida aylanayotgan bo'lsin. Uning zarralari markazi OZ o'qda yotgan aylanalar chizadi. Jismni kuch qo'yilgan



3.1. – rasm



3.2. – rasm

nuqta chizgan aylanaga urinma bo'lgan G kuch aylantiradi. G kuchning ta'siri faqat uning kattaligiga bog'liq bo'lmay, u qo'yilgan A nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa $\vec{r}$ ga ham bog'liqdir. **$\vec{F}$ aylantiruvchi kuchning kuch qo'yilgan nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa - $\vec{r}$ -radius - vektorga ko'paytmasi aylantiruvchi kuchning momenti deb ataladi** va M harfi bilan belgilanadi:

$$\vec{M} = \vec{F} \cdot \vec{r} \quad (3.1)$$

M ning moduli

$$M = Fr \sin \alpha = Fl \quad (3.2)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. 3.2-rasmda, O nuqtadan tushirilgan perpendikularning uzunligi $l = r \sin \alpha$ bo'ladi va uni G kuchning O nuqtaga nisbatan **elkasi** deb ataladi. α - G bilan r orasidagi burchak. M ning moduli OAV uchburchak (rasmda shtrixlangan) yuzaning ikkilanganiga teng. M vektorning yo'nalishini o'ng vint qoidasi asosida aniqlanadi. O nuqtaga joylashgan o'ng

vintni $\vec{r}$ dan $\vec{F}$ ga tomon burganimizda vint ilgarilanma harakatining yo'nalishi M ning yo'nalishini ko'rsatadi.

Jismning harakat tezligi $\vec{v}$, impulsi $\vec{p}$ va uning fazodagi o'rnini ifodalovchi radius - vektor $\vec{r}$ bo'lsin (3.3-rasm). Moddiy nuqtaning berilgan O nuqtaga nisbatan impuls momenti deganda, radius-vektorni impuls vektoriga vektor ko'paytmasi tushuniladi:

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{p}]. \quad (3.3)$$

L vektorining yo'nalishini, M ga o'xshab o'ng vint qoidasi asosida topiladi. O nuqtaga joylashtirilgan o'ng vint $\vec{r}$ dan R yo'nalishiga burilganda vintning ilgarilanma harakati $\vec{L}$ ning yo'nalishini ko'rsatadi $\vec{L}$ ning moduli-ni

$$L = r p |\sin(\vec{r}\vec{p})| = lp \quad (3.4)$$

deb yozish mumkin.

Qattiq jismning aylanma harakatini o'rganishda inertsia momenti tushunchasidan foydalanamiz. Qattiq jism i-elementar bo'lakchasining massasi (Δm_i) bilan aylanish o'qidan nuqtachacha bo'lgan masofa (r_i) kvadrating ko'paytmasi

$$I_{zi} = \Delta m_i r_i^2 \quad (3.5)$$

ni i - elementar bo'lakchanning OZ o'qqa nisbatan **inertsia momenti** deb ataladi (3.1-rasm). n-ta

elementar bo'lakchalardan tashkil topgan sistemaning inertsia momenti elementar inertsia momentlarining yig'indisiga teng, ya'ni

$$I_z = \sum_{i=1}^n \Delta m_i r_i^2 \quad (3.6)$$

CI da inertsia momenti kg m² (kilogramm-metr kvadrat) larda o'lchanadi. Qattiq jism uchun (3.6) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$I = \int_V r^2 dm \quad (3.7)$$

Integral qattiq jism egallagan butun hajm bo'yicha olinadi. Jismning berilgan nuqtadagi zichligi $\rho = \text{const}$ ya'ni jism bir jinsli bo'lsa,

$$I = \rho \int_V r^2 dV \quad (3.8)$$

hosil bo'ladi.

(3.8) ifoda har qanday qattiq jismning istalgan o'qqa nisbatan inertsia momentini aniqlash imkoniyatini beradi. Misol tariqasida ba'zi jismlarning inertsia momentlarini aniqlashni ko'raylik.

Agar jism qo'zg'aluvchan o'qqa nisbatan aylanma harakat qilsa, ya'ni ham aylanma, ham ilgarilanma harakat qilsa, uning kinetik energiyasi aylanma va ilgarilanma harakat kinetik energiyasining yig'indisi orqali aniqlanadi.

$$W_k = \frac{I_z \omega^2}{2} + \frac{m v_m^2}{2} \quad (3.14)$$

bunda v_m - massa markazi ilgarilama harakatning tezligi.

Jismning aylanma va ilgarilanma xarakatlarini kinematik va dinamik kattaliklarini solishtiramiz:

Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuni. 3.1-rasmdagi aylanayotgan qattiq

Ilgarilanma harakat		Aylanma harakat	
Fizik kattalik	belgilanishi	Fizik kattalik	belgilanishi
Yo'l	S	Burilish burchagi	φ
Ko'chish	$d\vec{r}$	Burchakli ko'chish	$d\vec{\varphi}$
Tezlik	$\vec{v}$	Burchak tezlik	$\vec{\omega}$
Tezlanish	$\vec{a}$	Burchak tezlanish	$\vec{\epsilon}$
Massa	m	Inertsia momenti	I
Kuch	$\vec{F}$	Kuch momenti	$\vec{M}$
Impuls	$\vec{P} = m\vec{v}$	Impuls momenti	$\vec{L} = I\vec{\omega}$
Kuch impulsi	$\vec{F}\Delta t$	Kuch momenti impulsi	$\vec{M}\Delta t$
Nyutonning ikkinchi qonuni	$\vec{F} = m\vec{a}$	Dinamikaning asosiy tenglamasi:	$\vec{M} = I\vec{\epsilon}$

jismning tekshirilayotgan elementar bo'lakchasi impulsining OZ o'qqa nisbatan momenti (L_{zi}) (3.4) munosabatga asoslanib hisoblanadi (3.1-rasmga qarang).

$$L_{zi} = P_i r_i = \Delta m_i r_i \omega r_i = \Delta m_i r_i^2 \omega \quad (3.15)$$

Bu ifodani qattiq jismning barcha elementar bo'lakchalari uchun qo'llab, so'ng ularning yig'indisini olsak, jism impulsining OZ o'qqa nisbatan momentini hosil qilamiz:

$$L_z = \sum_{i=1}^n L_{zi} = \omega \sum_{i=1}^n \Delta m_i r_i^2. \quad (3.16)$$

Bunda ω =sonst bo'lganligi uchun yig'indi belgisidan tashqariga chiqarib yozdik. (3.16) bilan (3.6) ifodani birlashtirib

$$L_z = I_z \omega \quad (3.17)$$

ni hosil qilamiz.

SHunday qilib, qattiq jism impulsining qo'zg'almas aylanish o'qiga nisbatan momenti jismning shu aylanish o'qqa nisbatan inertsia momenti bilan burchak tezlik ko'paytmasiga teng ekan.

Ikkinchi tomondan $L_{zi} = [r_i R_i]$ ekanligini eslab, unda vaqt bo'yicha differentsiallash amaliini bajarsak:

$$\frac{dL_z}{dt} = \frac{d}{dt} [r_i P_i] \quad (3.18)$$

r =const bo'lganda $\frac{dP_i}{dt} = F_i$ ga teng deb olib bularni (3.18) ga qo'yamiz va yig'indiga o'tib quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{dL_z}{dt} = \sum_{i=1}^n [r_i F_i] = \sum_{i=1}^n M_{zi} \quad (3.19)$$

(3.17) va (3.19) ifodalarni solishtirsak

$$\frac{d}{dt} (I_z \omega) = M_z \quad \text{yoki} \quad M = I_z \varepsilon \quad (3.20)$$

Bu erda $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ teng bo'lib, burchak tezlanishdir.

(3.20) munosabat qattiq jismning qo'zg'almas o'q atrofidagi aylanma harakatning asosiy tenglamasi deb yuritiladi. U quyidagicha ta'riflanadi: *Ixtiyoriy qo'zg'almas aylanish o'qiga nisbatan jism inertsia momenti bilan burchak tezlanishning ko'paytmasi jismga ta'sir etayotgan kuchlarning shu o'qqa nisbatan momentlarining algebraik yig'indisiga teng.*

5. Suyuqlik harakati

Mexanikaning suyuq muhit harakatining qonunlarini va uning shu oqayotgan muxitdagi bo'limi **gidrodinamika** deyiladi. Suyuqlikning harakatini **oqish** deyilib, harakatlanuvchi suyuqlikning o'zini **oqim** deyiladi. Gidrodinamikada suyuqlikning molekular tuzilishidan boshqacharoq, uni oqim chegarasida to'xtovsiz taqsimlanuvchi xuddi uzluksiz muhit deb qaraladi. Bunda muxitning zarrasi sifatida o'lchami molekulararo masofadan ko'p marta katta bo'lgan muxitning fizik jihatdan kichik hajm elementi tushuniladi. Biroq bu element chegarasida oqimning barcha parametrlari (oqim tezligi, bosim va boshqalar) hamma joyda bir xil deb hisoblash mumkin.

Molekular orasidagi masofa shunchalar kichikki (10^{-10} m tartibida), suyuq muhitning qismlarini taxminan nuqtaviy deb qaraladi. Odatda suyuqlik zichligi bosimga bog'liq emas. SHuning uchun gidrodinamikada suyuqlikni siqilmas muhit deb hisoblanadi, uning zichligi esa bir xil temperaturada oqimning barcha nuqtalarida bir xil deb olinadi, umuman aytganda suyuqliklardan farqli gazlarni siqilmas deb bo'lmaydi, chunki gazlarda o'zgarmas temperaturada

uning zichligi bosimga proporsional. Lekin, xisoblashlar ko'rsatadiki, gazning siqiluvchanligini uncha katta bo'lmagan oqim tezliklarida hisobga olmaslik mumkin (masalan, tezlik $9 \leq 100$ m/s da havoning siqiluvchanligini eotiborga olmaslik 5% dan ortmaydigan xatolikka olib keladi).

Suyuqlik oqimini kinematik tavsiflash uchun ko'proq **Eyler usulidan**: berilgan suyuqlikning V tezlik maydoni tushunchasidan foydalanamiz, yaoni V ning oqimdagi ko'rilayotgan nuqtaning r radius-vektoriga va vaqtga bog'liqligi: $V=V(r, t)$. **Oqimning barqarorlashgan (statsionar) holatida** V tezlik aniq vaqtga bog'liq emas, yaoni $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$. **Oqim**

chizig'i deb, suyuqlik ichidagi shunday hayoliy chiziqqa aytiladiki, uning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma chiziq urinish nuqtasi orqali o'tayotgan suyuqlik tezlik vektori V ning yo'nalishiga mos tushadi. Oqim chiziqlari tashkil qilgan berk konturning hamma nuqtalari orqali o'tkazilgan sirt **oqim nayi** deyiladi. Oqim nayi bilan chegaralangan oqim nayi ichidagi suyuqlik **sharra** deyiladi. Vaqt o'tishi bilan barqarorlashgan holatida suyuqlikning oqim nayidagi harakati o'zgarmaydi va suyuqlik zarralari o'tolmaydigan to'siq atrofida zarralar tezliklari unga urinma bo'ylab yo'nalgan bo'ladi.

SHunday qilib, barqarorlashgan oqimda suyuqlik zarralari shunday harakatlanadiki, ular har doim aniq bir sharra chegarasida qoladi.

Real suyuqliklardagi oqim murakkablashadi, alohida olingan suyuqlik qatlamlari orasida ichki ishqalanish yuzaga keladi. Lekin ko'p hollarda ichki ishqalanish taosiri kichik bo'lgani uchun uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Ichki ishqalish kuchi bo'lmagan suyuqlikni **ideal suyuqlik** deyiladi.

2. Uzlaksizlik tenglamasi. Yuzasi dS_1 va dS_2 bo'lgan ikkita 1 va 2 normal kesim bilan chegaralangan ixtiyoriy tanlab olingan suyuqlikning elementar qismidagi sharrani ko'ramiz (3.6-rasm). bu kesimlardagi suyuqlik tezliklarini V_1 va V_2 lar bilan belgilaymiz (tezliklar 3.6-rasmda ko'rsatilmagan). Barqarorlashgan oqimda 1 va 2 kesim oraligidagi suyuqlik sharrasi qismining massasi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi.

SHunday qilib, massaning saqlanish qonuniga asosan kesim 1 orqali sharraning ko'rilayotgan qismidan 1 sekunda o'tuvchi suyuqlik massasi $dm_1 = \rho \theta_1 \cdot dS_1$ kesim 2 orqali 1 sekunda o'sha qismdan o'tuvchi suyuqlik massasi $dm_2 = \rho \theta_2 \cdot dS_2$ ga teng:

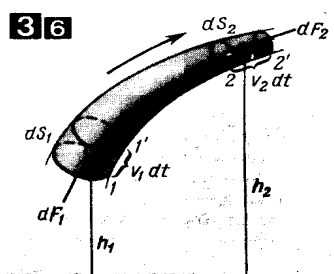
$$\rho \theta_1 ds_1 = \rho \theta_2 ds_2. \quad (3.40)$$

1 va 2 kesimlarni mutlaqo ixtiyoriy tanlash mumkin. SHuning uchun

$$\rho \theta ds = dm_{\text{sek}} = \text{sonst} \quad (3.41)$$

bu erda ρ va θ - lar ds yuzali ixtiyoriy ko'ndalang kesimdagi suyuqlikning zichligi va tezligi; dm_{sek} – butun oqim bo'ylab doimiy, **1 s davomidagi suyuqlik massasining sarfi**.

Bernulli tenglamalari. Endi barqarorlashgan oqimdagi ideal suyuqlik uchun moslab



3.6 – rasm.

mexanik energiya o'zgarishi qonunining formulasini topamiz. Farazan suyuqlikni qismlarga ajratamiz, yaoni t vaqt momentida 1 va 2 normal kesimlar bilan chegaralangan elementar sharra qismi suyuqlik bilan to'lsin (3.6-rasm). $t + dt$ vaqtda suyuqlikning bu qismi sharra bo'ylab, oqim yo'nalishida joylashadi, u 3.6-rasmda strelka bilan ko'rsatilgan va 1' va 2' kesim oraligida bo'ladi. Suyuqlikka faqat og'irlik kuchi va bosim taosir qiladi. SHuning uchun mexanik energiyaning o'zgarish qonuni (3.37) ga asosan

$$dW_K + dW_{\Pi} = dA \quad (3.43)$$

ga ega bo'lamiz. Bu erda dA – bosim kuchining ishi; dW_K va dW_{Π} – suyuqlikning ko'rilayotgan qismida kinetik va potentsial energiyaning o'zgarishi. SHarraning yon sirtiga qo'yilgan bosim kuchi nolga teng, chunki bu kuchlar suyuqlik oqim yo'nalishiga tik yo'nalgan.

SHuning uchun δA ish ko'ndlang kesim yuzalari mos holda ds_1 va ds_2 bo'lgan yuzalarga taosir etuvchi dF_1 va dF_2 bosim kuchlari ishining farqiga teng:

$$dA = P_1 dS_1 dt - P_2 dS_2 v_2 dt = (P_1 - P_2) v_1 dS_1 dt, \quad (3.44)$$

bu erda R_1 va $R_2 - 1$ va 2 kesimlardagi bosimlar; ϑ_1 va ϑ_2 - suyuqlikning bu kesimlardagi oqim tezligi, vaholanki, siqilmaydigan suyuqliklar uchun (3.41) uzluksizlik tenglamasidan $\vartheta_1 ds_1 = \vartheta_2 ds_2$ bo'lishi kelib chiqadi. Suyuqlik oqimi barqarorlashgan, shuning uchun $1'$ va 2 kesimlar orasidagi sharra xajmida hech qanday o'zgarish yuz bermaydi deyish mumkin. Bu sohada suyuqlik energiyasi ham oldingidek qoladi. Bunda dastlab 1 va $1'$ kesimlar orasida bo'lgan dm suyuqlik massasi go'yoki, 2 va $2'$ kesimlar orasiga yangi holatga olib kelinganday bo'ladi. SHuning uchun suyuqlikni $1 - 2$ holatdan, yangi $1' - 2'$ holatga siljishida butun suyuqlikning kinetik va potentsial energiyasining o'zgarishi

$$dW_k = \frac{dm}{2} (\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2),$$

$$dW_{II} = dm g (h_2 - h_1) \quad (3.45)$$

bo'ladi. Bu erda $dm = \rho \vartheta_1 ds_1 = \rho \vartheta_2 ds_2$; h_1 va h_2 - qandaydir shartli gorizontol sathdan sharraning 1 , $1'$ va 2 , $2'$ kesimlari orasidagi suyuqlik xajm elementi og'irlik markazigacha bo'lgan vertikal masofalar. Bu elementlarning kichikligi tufayli, h_1 va h_2 - balandliklarni shartli sathdan kesimlar o'zining og'irlik markazi balanliklari deb xisoblash mumkin. δA , dW_k , va dW_p kattaliklarning (3.44) formuladagi qiymatlarini (3.43) formulaga qo'yib

$$1/2 (\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2) dm + g (h_2 - h_1) dm = (P_1 - P_2) \vartheta_1 ds_1 dt$$

natijani yoki $\vartheta_1 ds_1 dt = dm/\rho$ ga qisqartirib va sodda almashtirishlardan so'ng

$$\rho \vartheta_1^2 / 2 + P_1 + \rho g h_1 = \rho \vartheta_2^2 / 2 + P_2 + \rho g h_2 \quad (3.46)$$

formulani olamiz.

1 va 2 kesimlar mutloqo ixtiyoriy tanlangan. Demak, (3.46) tenglamani quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$\rho \vartheta^2 / 2 + P + \rho g h = const \quad (3.47)$$

Bu tenglama **Bernulli tenglamasi** deyiladi. Bu tenglama, uning keltirib chiqarilishidan ko'rinadiki, siqilmaydigan ideal suyuqlikning barqarorlashgan oqimi uchun mexanik energiyaning o'zgarish qonuni ifodasidir.

Gorizontol sharra holida (masalan, suyuqlik gorizontol quvurda oqqanda) h kattalik o'zgarimas bo'ladi va Bernulli tenglamasi yanada sodda ko'rinishni oladi:

$$\rho \vartheta^2 / 2 + P = const \quad (3.48)$$

R kattalik **statik bosim**, $\rho \vartheta^2 / 2$ - **tezlikli bosim**, $R + \rho \vartheta^2 / 2$ - **to'liq bosim** deyiladi. Statik bosim suyuqlikni quvur devorlariga bergan bosimga teng.

6: Tebranishlar va to'liqlar

Tabiat va texnikada juda ko'p tarqalgan takrorlanuvchi protsess asosida tebranishlar va ularni hosil qilgan to'liqlar yotadi. Bunday protsesslarga soat mayatnigining tebranishi, zanjirdagi o'zgaruvchan tok, tovush va shu kabilarning harakati misol bo'la oladi. Daraxt barglari tebranadilar, musiqa asboblarining torlari ham tebranadilar. Texnikada ichki yonish dvigatellarining porsheni tebranadi, samolyotning fyuzellaji, avtomobilning kuzovi ham tebranadilar.

Tebranma harakatning asosiy belgilaridan biri uning davriyligidir. Har qanday davriy ravishda takrorlanuvchi harakat quyidagi fizik kattaliklar bilan karakterlanadi: amplituda, davr, chastota, faza, doiraviy yoki siklik chastota.

Tebranish davri deb bir marta to'la tebranish uchun ketgan vaqtga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. Tebranish davri T harfi bilan belgilanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T = \frac{t}{N} \quad (1)$$

bu yerda: t – tebranish vaqti; N – tebranishlar soni. SI sistemasida davr sekunda o‘lchanadi: $[T] = 1 \text{ s}$.

Tebranish chastotasi ν harfi bilan belgilanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\nu = \frac{N}{t} \quad [\nu] = \frac{1}{c} = 1/\text{s} \quad (\text{Gers}). \quad (2)$$

Tebranish chastotasi SI sistemasida gersda o‘lchanadi. Tebranish davri va chastota orasidagi bog‘lanish quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T = \frac{1}{\nu} \text{ yoki } \nu = \frac{1}{T} \quad (3)$$

Bu ifodadan ko‘rinadiki, davr bilan chastota bir-biriga nisbatan teskari munosabatdadir.

Tebranish amplitudasi deb tebranuvchi nuqta yoki sistemaning muvozanat vaziyatidan eng katta chetlanish masofasiga teng bo‘lgan kattalikka aytiladi.

Amplituda A harfi bilan belgilanadi va uning birligi qilib metr (m) qabul qilingan.

$$[A] = 1 \text{ m}$$

Amplitudasi A ning vaqt bo‘yicha o‘zgarishiga qarab tebranishlar ikki xil, so‘nmas va so‘nuvchi tebranishlarga bo‘linadi.

Tebranma harakatning davri T , chastotasi ν va siklik chastotasi ω quyidagi munosabat bilan bog‘lanishga ega:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (4)$$

$$\omega = 2\pi\nu \quad (5)$$

Tebranish fazasini φ davr T va chastota ν orqali ifodalash mumkin:

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T} \cdot t = 2\pi\nu t \quad (6)$$

Tebranma harakatning eng sodda turi deb garmonik tebranishlar qabul qilingan va shu tebranishlar yordamida murakkab tebranishlarni tushuntira olish mumkin.

Garmonik tebranish deb sinus yoki kosinus funksiyalari bilan ifodalanadigan tebranma harakatga aytiladi.

Garmonik tebranma harakatning tenglamalari deb quyidagi formulalar qabul qilib olingan:

$$X = A \sin \varphi \quad (7)$$

Garmonik tebranishning (7-10) tenglamalarida boshlang‘ich ($t = 0$) paytida tebranishning fazasi nolga teng, ya‘ni tebranish muvozanat holatidan boshlangan edi. Ko‘pincha boshlang‘ich ($t = 0$) paytda tebranayotgan nuqtaning vaziyati boshlang‘ich faza deb ataluvchi φ_0 burchak bilan, siljish X esa tebranishning fazasini ifodalovchi φ burchak bilan aniqlanadi, ya‘ni:

$$\varphi = \omega t + \varphi_0 = \frac{2\pi}{T} t + \varphi_0 = 2\pi\nu t + \varphi_0 \quad (11)$$

Tebranish fazasining bu ifodasi (7-10) formulalarga qo‘yilsa, garmonik tebranishning umumiy ko‘rinishdagi quyidagi tenglamasi kelib chiqadi:

$$X = A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi_0\right) = A \sin(2\pi\nu t + \varphi_0) \quad (12)$$

Garmonik tebranishni grafik ravishda tasvirlash mumkin. Buning uchun koordinata sistemasining ordinata o‘qiga X siljishni va abssissa o‘qiga t vaqtni qo‘yilsa, garmonik tebranishning grafigi sinusoida chizig‘ini hosil qiladi (1 – rasm).

Garmonik tebranayotgan nuqtaning harakati X siljish bo'yicha o'zgaruvchan bo'lganligi uchun, u oniy tezlik va oniy tezlanishga ega bo'ladi.

Garmonik tebranayotgan nuqtaning U oniy tezligi X siljishdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasidan iborat, ya'ni:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \cdot (A \sin \omega t) = A \omega \cos \omega t = v_m \cos \omega t \quad (13)$$

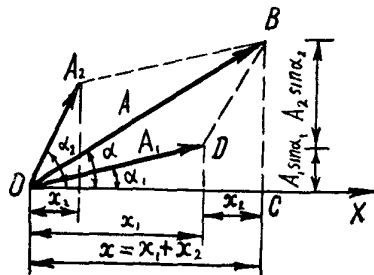
bunda $v_m = A \omega$ - tezlikning amplituda ifodasi.

Garmonik tebranayotgan nuqtaning a oniy tezlanishi tezlikdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosi

Bir xil yo'nalishdagi tebranishlarni qo'shish. Yo'nalishlari va chastotalari bir xil, lekin amplituda va boshlang'ich fazalari turlicha bo'lgan ikkita garmonik tebranishlarning qo'shilishini qarab chiqaylik. Tebranuvchi jismning x siljishi quyidagi x_1 va x_2 siljishlarning yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$x_1 = A_1 \cos(\omega_0 t + \alpha_1) \quad (14.32)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega_0 t + \alpha_2)$$



14.7 – rasm.

Bu tebranishlarni qo'shishda amplitudalarning vektor-lar diagrammasidan foydalanamiz. Vektorlarning qo'shish qoidasiga binoan natijaviy A vektorni chizaylik. Bu vektor-ning x o'qiga proektsiyasi, qo'shiluvchi vektorlar proektsiya-larining yig'indisiga teng, ya'ni

$$x = x_1 + x_2$$

ekanligini (14.7 rasm)dan ko'rish qiyin emas.

Demak, A vektor natijaviy tebranish amplitudasidir. Bu vektor ham A_1 va A_2 vektorlar kabi ω_0 burchak tezlik bilan aylanadi.

A ning qiymatini esa kosinuslar teoremasidan foydalanib topish mumkin.

$$\begin{aligned} A^2 &= A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2 \cos[\pi - (\alpha_2 - \alpha_1)] = \\ &= A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \end{aligned} \quad (14.33)$$

α ning qiymatini OVS uchburchakdan aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{OC} = \frac{A_1 \sin \alpha_1 + A_2 \sin \alpha_2}{A_1 \cos \alpha_1 + A_2 \cos \alpha_2} \quad (14.34)$$

SHunday qilib, garmonik tebranishlarni vektorlar yordamida tasvirlash usuli, bir necha tebranishlarni qo'shishni, vektorlarning qo'shish qoidasiga keltirishga imkon berar ekan. Demak, natijaviy tebranma harakat ham ω_0 chastota bilan qo'shiluvchi tebranishlar yo'nalishida amalga oshuvchi garmonik tebranish bo'ladi, uning tenglamasi

$$x = A \cos(\omega_0 t + \alpha) \quad (14.35)$$

bo'lib, A va α ning qiymatlari (14.33) va (14.34) ifodalar bilan aniqlanadi.

O'zaro perpendikular tebranishlarni qo'shish. O'zaro perpendikular tebranishlarning tenglamalari

$$\begin{aligned} x_1 &= A_1 \cos(\omega_0 t + \alpha_1) \\ y_2 &= A_2 \cos(\omega_0 t + \alpha_2) \end{aligned} \quad (14.36)$$

ko'rinishida yoziladi. Bunda A_1 va A_2 , α_1 va α_2 mos ravishda birinchi va ikkinchi tebranishlarning amplitudalari va boshlang'ich fazalari.

(14.36) tenglamalar ustida bir qator matematik amallar bajarib, t ni yo'qotsak, moddiy nuqta natijaviy harakati traektoriyasining tenglamasini hosil qilamiz:

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) = \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (14.37)$$

Bu tenglamani quyidagi xususiy hollar uchun tadbiq qilaylik:

1). $\alpha_2 - \alpha_1 = 0$, ya'ni $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ bo'lsin. U holda (14.37) quyidagicha ko'rinishga keladi:

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} = 0 \text{ yoki } \left(\frac{x}{A_1} - \frac{y}{A_2} \right)^2 = 0$$

bundan

$$y = \frac{A_1}{A_2} x \quad (14.38)$$

to'g'ri chiziq tenglamasini hosil qilamiz.

2). $\alpha_2 - \alpha_1 = \pm \pi$ bo'lsin. U holda (14.37) tenglama

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} + \frac{2xy}{A_1 A_2} = 0 \text{ yoki } \left(\frac{x}{A_1} + \frac{y}{A_2} \right)^2 = 0$$

ko'rinishga keladi. Bundan:

$$y = -\frac{A_1}{A_2} x \quad (14.39)$$

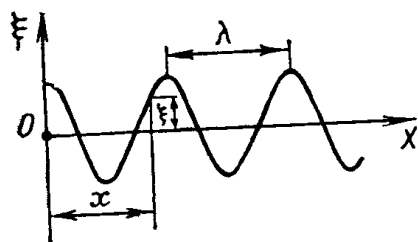
hosil qilamiz. (14.39) ifoda ham **to'g'ri chiziq** tenglamasidir.

3). $\alpha_2 - \alpha_1 = \pm \frac{\pi}{2}$ bo'lsin. U holda (14.37) ifoda

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} = 1 \quad (14.40)$$

ko'rinishga keladi. Bu ifoda yarim o'qlari (A_1 va A_2) OX va OY o'qlar bo'yicha yo'nalgan **el-lipsning** tenglamasidir. Agar qo'shi-luvchi tebranishlar amplitudalarining qiymatlari teng bo'lsa (ya'ni $A_1=A_2$) natijaviy harakat traektoriyasi aylanadan iborat bo'ladi.

To'lqin jarayonlar. To'lqinlar interferentsiyasi. Agar muhitning (havo, suv, prujina, arqon va boshqa-larning) qandaydir bir nuqtasini tebranma harakatga kel-tirilsa, u holda biror vaqt o'tishi bilan bu muhitning boshqa nuqtalari ham tebrana boshlaydi, ya'ni tebranish butun muhit-ga tarqaladi. Biroq muhitning nuqtalari tebranish manbala-ridan tobora uzoqlashib borgan sari keyingi nuqtalarning tebranma harakati dastlabkisidan kechikadi, ya'ni muhitning har bir nuqtasining tebranishi oldingi nuqta tebranishidan faza jihatdan orqada qoladi.



14.11 – rasmi.

Tebranishlarning fazoda tarqalishi **to'lqin harakat** deyiladi. Tebranishlarning muhitda tarqalish jarayoni **to'lqin** deb yuritiladi. To'lqin tarqalayotgan vaqtda muhitning zarralari to'lqin bilan birga siljimasdan, balki o'zining muvozanat vaziyati atrofida tebranadi. To'lqinning tarqalish yo'nalishi

nur deb, ixtiyoriy t vaqtda tebranishlar etib kelgan muhit zarralarining geometrik o'rinlari esa **to'lqin fronti** deb ataladi. O'z navbatida, to'lqin frontini muhitning tebranayotgan zarralarining tebranishi hali boshlanmagan zarralardan ajratib turuvchi chegaraviy sirt tarzida tasavvur qilish mumkin. To'lqin frontining shakli muhit xossalari, tebranish manbaining shakli va o'lchamlariga bog'liq. Masalan, nuqtaviy tebranish manbaidan tarqalayotgan to'lqinlarning fronti **sferik shaklda** bo'ladi. Undan tarqalayotgan to'lqinlar esa **sferik to'lqinlar** deb nom olgan. Agar tebranish manbai tekislik shaklida bo'lsa, manbaga yaqin sohalaridagi to'lqin fronti ham tekislikdan iborat bo'ladi. SHu sababli bu to'lqinlar **yassi to'lqinlar** deb ataladi. Ikkala holda ham nur to'g'ri chiziq bo'lib, u to'lqin frontiga perpendikular bo'ladi. Zarralarning tebranishi to'lqin tarqalayotgan

yoʻnalishga nisbatan qanday yoʻnalganligiga qarab toʻlqinlar **boʻylama** va **koʻndalang** toʻlqinlarga boʻlinadi.

Agar muhit zarrasining tebranishi toʻlqinning tarqalish yoʻnalishida sodir boʻlsa, bunday toʻlqinlarga **boʻylama toʻlqinlar** deyiladi. Boʻylama toʻlqinga misol qilib siqilgan prujinaning tebranishlari, tovush toʻlqinlari va boshqalarni olish mumkin. Boʻylama toʻlqinlar elastik moddada qattiq, suyuq va gazsimon jismlarda yuzaga kelishi mumkin.

Agar muhit zarrasining tebranishi toʻlqinning tarqalish yoʻnalishiga perpendikular boʻlsa, bunday toʻlqinlarga **koʻndalang toʻlqinlar** deyiladi. Koʻndalang toʻlqinlarga misol qilib suv yuzasida hosil boʻlgan va arqon boʻylab yoʻnalgan toʻlqinlarni olish mumkin. Aslida koʻndalang toʻlqinlar faqat kattiq jismlardagina yuzaga keladi. Suyuqlik va gazlarda koʻndalang toʻlqinlar hosil boʻlmaydi, chunki gaz va suyuqliklarda elastik kuchlar vujudga kelmaydi. Suyuqlikning sirti ustida gap ketganda bunday deb boʻlmaydi, chunki suyuqlik sirtida koʻndalang toʻlqinlar tarqaladi, bu holda shaklning elastikligini ogʻirlik kuchlari va sirt hamda taranglik kuchlari taʼminlab turadi.

Bir tebranish davri davomida toʻlqinning tarqalish masofasi **toʻlqin uzunligi** deyiladi. Boshqacha aytganda, toʻlqin uzunligi, toʻlqinning bir xil fazada tebranayotgan ikki yaqin nuqtalari orasidagi masofadir.

Agar tebranish davrini T bilan, toʻlqin uzunligini λ bilan belgilasak, u holda toʻlqin tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$u = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu \quad (14.62)$$

bunda ν - tebranish chastotasi.

Toʻlqin tarqalish jarayonida manbadan tabora uzoqroqda joylashgan muhit zarralari tebrana boshlaydi. Bu jarayonda toʻlqin, xuddi oʻzini vujudga keltirgan manbadan «yugurib qochayotgandek» tuyuladi. shu boisdan uni **yuguruvchi toʻlqin** deb ataladi.

Biror 0 nuqtadan x masofa uzoqlikdagi (14.11 – rasm) zarraning ixtiyoriy t – vaqtdagi siljishi manbaga bevosita tegib turgan zarraning $t = \frac{x}{u}$ vaqtdagi siljishiga teng boʻladi, yaʼni

$$\xi = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{u} \right) \quad (14.63)$$

Bu ifoda **yuguruvchi toʻlqin tenglamasi** deb ataladi. U toʻlqin tarqalayotgan muhit ixtiyoriy zarrasining muvozanat vaziyatdan siljishi (ξ)ni vaqt (t) va zarraning tebranish manbaidan uzoqligi (x)ning funktsiyasi sifatida aniqlanadi. (14.63) tenglamaga t va x ga nisbatan simmetrik koʻrinish berish uchun **toʻlqin soni** deb ataluvchi k – kattalikni kiritamiz:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (14.64)$$

(14.62) va (14.64) dan toʻlqin soni k , aylanish chastotasi ω va toʻlqinning faza tezligi u orasida quyidagicha munosabat bor degan xulosa chiqadi:

$$u = \frac{\omega}{k} \quad (14.65)$$

(14.63)dagi u ning (14.65) qiymat bilan almashtirib va ichiga ω ni kiritib, **yassi toʻlqin** uchun quyidagi koʻrinishdagi tenglamani topamiz:

$$\xi = A \cos(\omega t - kx) \quad (14.66)$$

Bu x – ning kamayishi tomoniga qarab tarqaluvchi toʻlqin tenglamasidir.

Toʻlqinlar interferentsiyasi. Agar muhitda bir vaqtning oʻzida bir nechta toʻlqin tarqalayotgan boʻlsa, ular bir-birlari bilan uchrashgandan soʻng ham xuddi oʻzidan boshqa toʻlqin mavjud boʻlmagandek, mustaqil oʻz tarqalishini davom ettiraveradi. Bu hodisa toʻlqinlar superpozitsiya printsiipi deyiladi.

CHastotalari bir õil va fazalar farqi o'zgaras bo'lgan to'qlinlarni **kogerent** to'qlinlar, manbalarni esa **kogerent manbalar** deyiladi. Kogerent to'qlinlarning qo'shilishida, ularning bir-birini kuchaytirishi yoki zaiflashtirish hodisasi, to'qlinlar **interferentsiyasi** deyiladi.

Tebranish fazalari mos ravishda $(\omega t + \varphi_1)$ va $(\omega t + \varphi_2)$ larga teng bo'lgan ikkita nuqtaviy manbalardan tarqalayotgan to'qlinni tekshiraylik.

$$\begin{aligned}\xi &= \frac{A_1}{r_1} \cos(\omega t + \varphi_1 - kr_1) \\ \xi &= \frac{A_2}{r_2} \cos(\omega t + \varphi_1 - kr_2)\end{aligned}\quad (14.71)$$

bu erda A_1 va A_2 to'qlinlarning tekshirayotgan nuqtadagi amplitudalari, k – to'qlin soni, r_1 va r_2 to'qlin manbalaridan berilgan nuqttagacha bo'lgan masofa.

Quyidagi shart bajarilganda to'qlinlar bir-birini kuchaytiradi.

$$k(r_1 - r_2) - (\alpha_1 - \alpha_2) = \pm 2\pi n \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (14.72)$$

Quyidagi shart qanoatlantirilganda esa

$$k(r_1 - r_2) - (\alpha_1 - \alpha_2) = \pm 2\pi \left(n + \frac{1}{2} \right) \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (14.73)$$

to'qlinlar bir-birini zaiflashtiradi.

Nazorat uchun savollar

1. Ish va quvvat.
2. Energiya. energiyaning saqlanish qonuni.
3. Klassik mexanikaning cheklanganligi to'g'risida.
4. Absolyut qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti.
5. Syuqlik harakati.
6. Tebranishlar va ularning xarakteristikallari.
7. To'qlin jarayonlar. To'qlinlar interferentsiyasi.

Tayanch so'zlar

Ish, quvvat, energiya, energiyaning saqlanish qonuni, Geyzenbergning noaniqliklar munosabati, Kuch momenti, impuls momenti, inertsia momenti, SHteyner teoremasi, aylanma harakat qilayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi, aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuni, impuls momentining saqlanish qonuni, oqim nayi, oqim chizig'i, uzluksizlik tenglamasi, Bernulli tenglamasi, tebranish, garmonik tebranish, matematik mayatnik, so'nuvchi tebranish, majburiy tebranish, rezonans, to'qlin jarayon, to'qlinlar interferentsiyasi, kogerent to'qlin.

3-ma'ruza: Molekulyar fizika, moddanning tuzilishi

1. Molekular - kinetik nazariya asoslari va uni tajribalarda tasdiqlanishi.
2. Moddalarning tuzilishi. Suyukliklar va qattiq jismlar orasidagi ayrim o'xshashliklar
3. Ideal gaz qonunlari.
4. Ideal gaz molekular - kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Issiqlik harakati. Issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi.
5. Gazlarda, suyuq va qattiq jismlarda ko'chish, deformatsiya.

1. Molekular - kinetik nazariya asoslari va uni tajribalarda tasdiqlanishi

Jismlarni mayda zarrachalardan - atomlardan tashkil topganligi haqidagi tushuncha qadim zamonlarda paydo bo'lgan bo'lib, bu haqida grek faylasufi Demokrit (eramizdan oldingi V asr) aniq fikrlarni aytib o'tgan. Keyinchalik jismlarni atomlardan tuzilganligi haqidagi bunday

ta'limot unitilib ketdi. Lekin u XVI asrda Gassendi, XVII asrda Boyl, XVIII va XIX asrlarda Lomonosov, Dalton, Klazius, Boltsman, Maksvell va boshqa olimlar tomonidan klassik molekular - kinetik nazariya deb nom olgan ilmiy nazariya sifatida yaratildi.

Molekular kinetik nazariya uchta muhim qoidani o'z ichiga oladi.

1. Hamma moddalar molekulalar deb ataluvchi mayda zarrachalardan tashkil topgan.

Ma'lum bir modda bir xil molekularlar to'plamidan iborat. Tabiatda turli - tuman moddalar uchragani uchun ularning molekularlari ham har xil bo'ladi. Molekularlar o'z navbatida atom deb ataluvchi mayda zarrachalardan tashkil topgan. Tabiatdagi atomlar turi sanoqli, u Mendeleev elementlar davriy sistemasidagi elementlar va ularning izotoplari soniga teng.

Atom ham murakkab tuzilishga ega bo'lib, musbat zaryadli yadrodan va uni o'rab olgan manfiy zaryadli elektron qobiqlardan tashkil topgan. Ammo molekular kinetik - nazariyada atomni qanday tuzilganiga e'tibor bermay, uni qattiq elastik shar deb qaraladi.

Atom va molekularlarni diametri 10^{-8} - 10^{-7} sm atrofida bo'lib, 10 million molekulani yonma-yon qo'yib chiqilsa, 1-10 mm.li zanjir xosil bo'ladi. Lekin bir tomchi suvdagi molekularlardan shunday zanjir tuzilsa, 300 mln.km.li zanjir xosil bo'ladi. Bunday zanjir bilan Er va Quyoshni o'rab olsa bo'ladi.

2. Molekular orasida bir vaqtning o'zida o'zaro tortishish va itarish kuchlari mavjud.

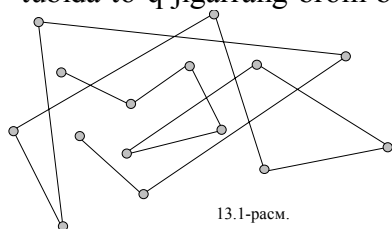
O'zaro ta'sir kuchlari molekular orasidagi masofaga kuchli darajada bog'liq bo'ladi. Molekular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari elektr tabiatga egadir. O'zaro itarish kuchlarini musbat, o'zaro tortishish kuchlarini manfiy deb xisoblanadi. Molekularlar o'zaro ta'sirlashgani uchun kinetik energiyadan tashqari potentsial energiyaga ham ega bo'ladi.

3. Moddani tashkil qilgan molekularlar to'xtovsiz betartib harakatda bo'ladi.

Ular bir-biri bilan to'qnashish natijasida tezligi va o'z yo'nalishlarini doimo o'zgartirib turadi. Temperatura ortishi bilan molekularlarning tartibsiz xarakat tezligi ham ortadi. Molekularlarning harakat tezligi moddaning ichki energiyasini belgilaydi. Molekularlarning tartibsiz harakatini issiqlik harakat deb ataladi. Moddaning ichki energiyasi deganda molekularlarning kinetik va potentsial energiyalarini yig'indisi tushuniladi.

Moddani temperaturasi ortishi bilan molekularlarning issiqlik harakati kuchayishi va molekularlar orasidagi masofa ortishi natijasida molekularlar orasidagi tortishish kuchi kamayib, modda suyuq holatga o'tadi. Temperatura yana ortirilsa, molekularlar orasidagi masofa ortib ($r > 1,5 \cdot 10^{-7}$ sm), molekularlar orasidagi o'zaro tortishish kuchlari juda kamayib ketadi, natijada modda suyuq holatdan gaz holatga o'tadi. Shunday qilib moddani qattiq, suyuq yoki gaz holatda bo'lishi modda molekularlarini issiqlik harakat tezligiga va tashqi sharoitga bog'liq.

Molekularlarning tartibsiz harakatini diffuziya hodisasida va Broun harakatida ko'rishimiz mumkin. Agar shisha idish tubiga bir tomchi brom tomizilsa, bir necha sekunddan so'ng idish tubida to'q jigarrang brom bug'lari xosil bo'ladi. Bu bug' tepaga ko'tarilib, havo bilan aralasha boshlaydi. Ya'ni diffuziya jarayoni kuzatiladi. Havo va brom molekularlarini diffuziyasi ularning molekularlarining betartib issiqlik harakati tufayli yuz beradi.



1827 yilda ingliz tabiatshunosi Broun molekular-kinetik nazariyani tasdiqlovchi muhim kashfiyot qildi. U tajribada suyuqlik ichida muallaq turgan gul changi zarrachalari doimo betartib harakat qilishi natijasida ularning ma'lum vaqt davomidagi vaziyatlari murakkab siniq chiziqlar shaklida bo'lishini kuzatdi.

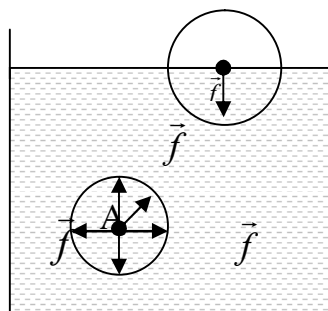
13.1-rasmda Broun zarrachasini 30 s davomidagi vaziyatlari ko'rsatilgan. Suyuqlik ichidagi zarrachalarni bunday harakat qilishiga ularga suyuqlik molekularlarini turli tomonlardan kelib urilishi sabab bo'ladi.

Bir vaqtning o'zida zarrachaga suyuqlik molekularlarining bir nechtasi urilishi mumkin. Lekin unga qaysi tomondan ko'roq molekular urilsa, zarracha o'sha molekular yo'nalishida siljiydi, keyin boshqa tomondan ko'proq molekular urilishi natijasida yana harakat yo'nalishi o'zgaradi va bu jarayon uzluksiz davom etadi. Suyuqlik ichidagi zarrachaning bunday murakkab

harakati broun harakati deb ataladi.

Broun harkatini gazlarda ham kuzatish mumkin. Agar Quyosh nurlari deraza oynasidan tushayotgan bo'lsa, siz havodagi chang zarrachalarida broun harakatini kuzatishingiz mumkin. Broun harakatini kuzatib gaz va suyuqlik molekulalarining ham betartib harakat qilishi haqida xulosa chiqarish mumkin.

2. Moddalarning tuzilishi. Suyukliklar va qattiq jismlar orasidagi ayrim o'xshashliklar



Ma'lumki, gazlarning molekulalari nisbatan erkin bo'lib, tartibsiz harakat qiladilar. Suyukliklar-shaklan tez uzgaruvchan bulib, sikilish kobiliyati gazlarga nisbatan juda kichik. Suyuklik molekulalari orasidagi u'zaro ta'sir kuchi gaz molekulalarining u'zaro ta'siridan katta, shu sababli molekulalarning u'zaro ta'sir kuchi suyukliklar uchun juda muxim axamyatga ega. Suyuklik molekulalari suyuklikning sirtida va ichida xar xil potentsial energiyaga ega, shu sababli suyuklik sirtining xossalari suyuklikning ichki kismi xossalariidan fark kiladi. Suyuklik ichidagi A molekula atrofidagi molekulalar bilan u'zaro ta'sir kilib, bu kuchlar u'zaro ompensatsiyalangan buladi.

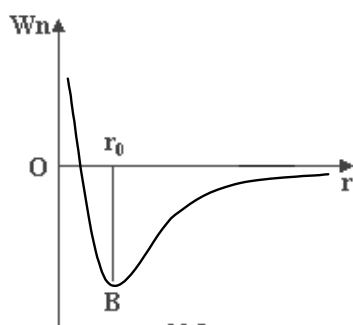
V molekulaning suyuklik sirtidan yukori kismidagi energiya kompensatsiya kilingan bulib, f kuch molekulani suyuklik ichiga (pastga) tortadi, chunki bu molekulaga ta'sir etuvchi kuchlar tula kompensatsiya kilinmagan. Demak suyuklik sirtidagi barcha molekulalarga, ularni pastga, suyuklik ichkarisiga tortuvchi kuchlar ta'sir etadi.

YA'ni, suyuklikning sirt katlami suyuklikka ma'lum bosim beradi, bu bosim molekular bosim deyiladi. Natijada suyuklikning sirtki katlamidagi molekulalar xajmidagi molekulalarga nisbatan ortikcha potentsial energiyaga ega buladi. Bu energiya sirt energiyasi yoki erkin energiya deb ataladi.

Sirtidagi suyuklik molekulalari, suyuklik ichidagi molekulalarga nisbatan ortikcha energiyaga ega bulib, uning sirt katlamida taranglikni xosil kiladi. Sirt taranglik kuchi:

$$F = \alpha l \quad (5)$$

Bunda α - sirt taranglik koefitsienti; ℓ - suyuklik sirt chegarasi uzunlik birligi, α , n/m xisobida ulchanib, suyuklikning tabiatiga, tarkibiga va xaroratiga boglik. Suyukliklarda molekulalar ichki bosimi bulishi real gazlar bilan suyukliklar urtasida umumiylik borligidan dalolat beradi. Bu umumiylik asosida molekulalarning u'zaro ta'siri yotadi. Suyukliklar bilan kattik jismlar urtasida xam umumiylik bor, suyukliklarning kup xossalari kattik jismlar xossalariiga uxshab ketadi. Bu uxshashlik kattik jismlar eriganda yoki erigan kattik jismlar kotganda kuprok namoyon buladi.



22.1 – rasmd.

Qattiq jismlarda zarralar (molekulalar, atomlar, ionlar) geometrik jihatdan qatoy tartibda, **kristall panjaralar** hosil qilib joylashgan bo'ladi. Zarralar o'zlarining muvozanat vaziyati yaqinida tebranma harakat qiladilar. Zarralar qattiq jismda bir joyidan ikkinchi joyga o'tishi mumkin, lekin bunday hol juda kam uchraydi. SHuning uchun qattiq jismlarda ham diffuziya bo'ladi, lekin bu duffuziya gaz va suyuqliklardagiga qaraganda juda sekin o'tadi.

Molekulalarning hosil bo'lish mexanizmlari muhokama etilganda, bog'lanish tabiatidan qatoy nazar, molekula hosil qilayotgan atomlarga ikkita kuch ta'sir etishi qayd etilgan edi: katta masofalardayoq sezilarli bo'lgan tortishish kuchlari va kichik masofalarda paydo bo'ladigan va masofaning kamayishi bilan keskin ortib ketadigan itarishish kuchlari 22.1 – rasmda ordinatalar o'qi bo'ylab molekulalar o'zaro ta'sir potentsial energiyasi W_n abstsissa o'qi bo'ylab molekulalar orasidagi masofa r qo'yilgan. Molekulalar issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi W_k qiymatlarini solishtirish qulayroq bo'lishi uchun V potentsial chuqurning tubi sathidan bosh-

lab qo'yamiz. Agar molekulalar issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi potentsial o'raning chuqurligidan ancha kam ($W_k \ll W_n(r_0)$) bo'lsa, u holda molekulalar potentsial o'raning pastki qismida qolgani holda kichik tebranishlar qila oladi xolos. Bu hol moddaning qattiq holatiga to'g'ri keladi.

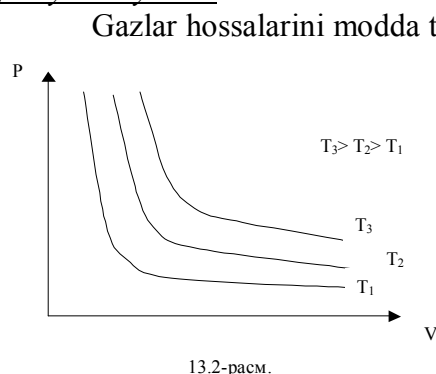
Agar molekulalar issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi potentsial o'raning chuqurligidan bir oz kam bo'lsa ($W_k \ll W_n(r_0)$), u holda molekulalar ancha katta tebranma harakatda bo'ladi, biroq bari bir potentsial o'rada qoladi. Bu hol moddaning suyuq holatiga tug'ri keladi.

Agar molekulalar issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi potentsial o'ra chuqurligidan ancha katta bo'lsa ($W_k \gg W_n(r_0)$), u holda molekulalar bu o'radan chiqib ketadi, o'zaro bog'lanishni yo'qotib, erkin harakatlanadi. Bu hol moddaning gazsimon holatiga to'g'ri keladi. (22.1-rasm)

3. Ideal gaz qonunlari

Oldin ideal gaz deganda qanday gaz ko'zda tutilishiga to'xtalib o'taylik. Ideal gaz deb, molekulalari o'zaro elastik sharlardek to'qnashadigan, molekulalarini o'lchamlari juda ham kichik va molekulalar orasida o'zaro ta'sir kuchlari xisobga olinmaydigan gazga aytiladi. YUqori temperaturada siyrak gazlarni ham ideal gaz deb qarash mumkin. Lekin odatdagi sharoitda ham geliy, vodorod va ularga o'xshash gazlar ideal gaz uchun qo'yilgan talablarga javob beradi.

Ma'lum massali gazni holati bosim R , hajm V va temperatura T orqali ifodalanadi. Gazni holatini belgilovchi bu kattaliklarning o'zgarishiga gaz jarayonlari deyiladi. Temperatura o'zgarmas bo'lganda gaz bosimini hajmga bog'liq holda o'zgarishiga izotermik, bosim o'zgarmas bo'lganda gaz hajmini temperaturaga bog'liq holda o'zgarishiga izobarik va gazni hajmi o'zgarmas bo'lganda uni bosimini temperaturaga bog'liq holda o'zgarishiga izoxorik jarayon deyiladi.



Gazlar hossalari modda tuzilishining molekular-kinetik nazariyasi asosida o'rganishdan oldin tajriba yo'li bilan yaratilgan gaz qonunlariga (Boyl-Moriott, Gey-Lyussak, Dalton, Avogadro) qonunlariga to'xtalib o'tamiz. Bu qonunlar odatdagi atmosfera sharoitidan unchalik farq qilmaydigan sharoitda tajriba o'tkazish yo'li bilan kashf etilgan.

Boyl-Mariott qonuni. Bir-biridan mustaqil holda 1662 yilda ingliz olimi Boyl va 1667 yilda frantsuz olimi Mariott izotermik jarayon uchun quyidagi qonunni kashf etdilar: o'zgarmas temperaturada ($t = \text{const}$) ma'lum massali gazni bosimi hajmga teskari proportsional holda

o'zgaradi:

$$RV = \text{const} \quad (13.1)$$

Turli temperaturalar uchun (13.1) formulaning grafigi giperbolalardan iborat bo'ladi (13.2-rasm). Bu giperbolalarga izotermalar deyiladi.

Gey-Lyussak qonuni. 1802 yilda frantsuz fizigi Gey-Lyussak izobarik va izoxorik gaz jarayonlarini o'rganib quyidagi ikkita qonunni yaratdi.

1. Ma'lum massali gazni bosimi o'zgarmas bo'lganda ($R = \text{sonst}$) uni hajmi temperaturaga to'g'ri proportsional holda o'zgaradi:

$$V = V_0(1 + \alpha t) \quad (13.2)$$

V_0 - gazni 0°S temperaturadagi hajmi,

V - gazni $t^\circ\text{S}$ temperaturadagi hajmi,

α - gazni hajm kengayish koeffitsienti.

2. Ma'lum massali gazni hajmi o'zgarmas bo'lganda ($V = \text{sonst}$) uni bosimi temperatur-

aga to'g'ri proportsional holda o'zgaradi:

$$R = R_0(1 + \gamma t) \quad (13.3)$$

R_0 - gazni 0°S temperaturadagi bosimi,

R - gazni $t^\circ\text{S}$ temperaturadagi bosimi,

γ - gaz bosimining termik koeffitsienti.

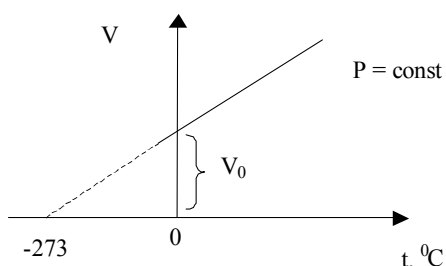
Hamma gazlar uchun $\alpha = \gamma = 1/273,16 \approx 1/273 \text{ K}^{-1}$ ekanligini aniqlangan.

(13.2) va (13.3) formulalarni grafiklari temperatura o'qini $t = -273,16 \approx 273^0$ nuqtada kesuvchi to'g'ri chiziqlardan (izobara va izoxora) iborat bo'ladi (13.3 va 13.4-rasmlar).

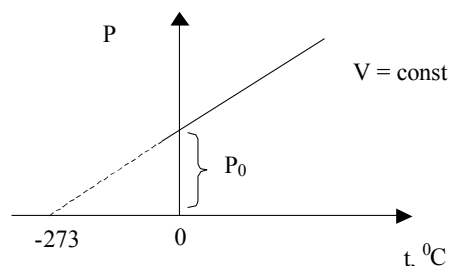
Ko'pincha izoxorik jarayonni SHarl qonuni ifodalaydi deb ham yuritiladi. Chunki, bu qonun Gey-Lyussakdan oldin frantsuz olimi SHarl tomonidan taxminiy holda bayon etilgan.

(13.2) formuladan absolyut nol temperaturada, ya'ni temperatura $t = -273^0\text{S}$ bo'lganda gaz hajmini yo'qolishi kelib chiqadi:

$$V = V_0(1 + \frac{-273}{273}) = 0$$



13.3-pacm.



13.4-pacm.

Lekin biz oldin aytganimizdek, ideal gaz qonunlarini juda past temperaturalarga qo'llash mumkin emas. Bunday past temperaturada gaz ham o'z holatini o'zgartiradi, u suyuq, hatto qattiq holatga o'tishi mumkin.

1852 yilda Kelvin absolyut nol temperaturaning fizik ma'nosini ochib berdi. Absolyut nol shunday temperaturaki, bu temperaturada har qanday molekulalarning betartib issiqlik harakati to'xtaydi. Ammo absolyut nol temperaturada har qanday harakat butunlay to'xtaydi deyish noto'g'ri, chunki atomdagi elektronlar yadro atrofida aylanishda davom etadi. Hozirgi vaqtda juda kichik hajmda absolyut nol temperaturaga juda yaqin temperatura olishga ham muvaffaq bo'lindi. Lekin bunday past temperaturada ham molekulalar harakatini to'xtash ehtimolligi sezilgani yo'q. Bunday hol suyuq geliyda kuzatilgan.

Absolyut temperatura shkalasiga o'tilganda (13.2) formula boshqacha ko'rinishni oladi:

$$V = V_0(1 + \alpha t) = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right) = V_0 \frac{273 + t}{273} = V_0 \frac{T}{T_0}$$

0°S Kelvin shkalasida $T_0 = 273 \text{ K}$ mos kelishini xisobga olsak,

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad (13.4)$$

formula xosil bo'ladi. (13.4) formuladan Gey-Lyussak qonunini boshqa ta'rifi kelib chiqadi: gazni bosimi o'zgarmas bo'lganda uni hajmi absolyut temperaturaga to'g'ri proportsional. Huddi shunday o'zgarish qilsak (13.3) formula ham

$$\frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0} \quad (13.5)$$

ko'rinishni oladi. Demak, (13.5) formulaga ko'ra gazni hajmi o'zgarmas bo'lganda uni bosimi absolyut temperaturaga to'g'ri proportsionaldir. (13.4) va (13.5) formulalar ham Gey-Lyussak qonunlarini ifodalaydi.

(13.4) va (13.5) formulalar ixtiyoriy T_1 va T_2 temperaturalar uchun,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{va} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ko'rinishda yoziladi.

13.5-rasmlarda ideal gaz hajmini, 13.6-rasmda ideal gaz bosimini T absolyut temperaturaga bog'lanishini ifodalovchi turli izobaralar va izoxoralar tasvirlangan.

Dalton qonuni. Aytaylik qandaydir hajmli idishda R bosimga ega bo'lgan gazlar aralashmasi berilgan bo'lsin (masalan havo). Havoni tarkibidagi azotdan boshqa hamma gazlarni chiqarib yuborsak, qolgan azot butun idish hajmini egallab partial bosim deb ataluvchi R_1 bosim hosil qiladi.

Partial bosim deb, gazlar aralashmasidagi bir gazning o'zi beradigan bosimga aytiladi. Gaz aralashmasidagi ikkinchi gazni partial bosimini aniqlash uchun idishni yana havo bilan to'ldiramiz va idishda faqat kislorodni qoldirib boshqa gazlarni chiqarib tashlaymiz. Qolgan gaz yana idishni butun hajmini egallab R_2 partial bosimni hosil qiladi. Xuddi shunday usulda uchinchi va qolgan gazlarning hosil qilgan partial bosimlarini ham aniqlash mumkin. 1801 yilda ingliz fizik va ximigi Dalton gaz aralashmalari bosimi bilan aralashma tarkibiga kirgan gazlarning partial bosimlari orasidagi bog'lanishni aniqladi. Bu bog'lanish Dalton qonuni deb ataladi: gaz aralashmalarini bosimi ayrim gazlarning partial bosimlarining yig'indisiga teng:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (13.6)$$

Avagadro qonuni. Molekulalar massasi $10^{-27} \div 10^{-26}$ kg oralig'ida bo'ladi. Fizikada atom yoki molekulani massasi massaning atom birligida (m.a.b) o'lchanadi. M.a.b. sifatida miqdor jihatdan uglerod 12 atomi massasining 1/12 ulushi olinib, (kg) larda ifodalanadi:

$$m_b = 1 \text{ m.a.b.} = 1/12 m_c = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

Atom va molekulalarning massasi shu 1 m.a.b. ga nisbatan solishtiriladi va uni atomning nisbiy massasi va nisbiy molekular massa deb yuritiladi.

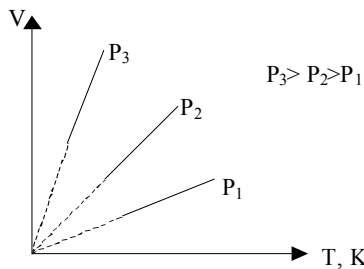
Moddaning nisbiy molekular massasi M deb, shu modda molekulasini mas-

sasini (m_m) uglerod 12 atom massasining 1/12 qismiga nisbatiga aytiladi:

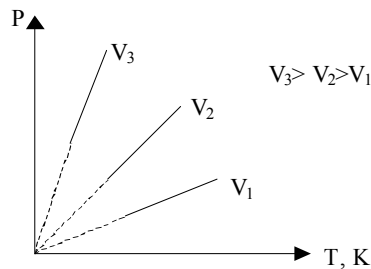
$$M = \frac{m_m}{\frac{1}{12} m_c} \quad (13.7)$$

Misol uchun azot molekulasi massasini aniqlaylik. Azot atomining davriy sistemasi-dagi nisbiy atom massasi 14,01, azot molekulasini ikkita azot atomidan tashkil topgani uchun uni nisbiy molekular massasi 28,02 ga teng bo'ladi. Azot molekulasini kg larda olish uchun 28,02 ni 1 m.a.b. ga ko'paytiramiz:

$$m_m = m_b \cdot 28,02 = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 28,02 = 4,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$



13.5-pacm.



13.6-pacm.

Atom, molekula	$m_m, 10^{-27} \text{ kg}$	M
Vodorod (N)	1,67	1,008
Vodorod (N ₂)	3,34	2,016
Kislorod (O ₂)	53,2	31,98
Azot (N ₂)	46,4	28,02
Uglerod (S)	19,9	12,00
Temir (G'e)	92,8	55,9
Qo'rg'oshin (Rv)	344	207,2

Xalqaro birliklar tizimi (SI)da modda miqdorini o'lchash uchun asosiy birlik sifatida mol qabul qilingan. 1 mol deb, moddaning nisbiy molekular massasiga teng kg larda olingan modda miqdoriga aytiladi. Masalan kislorod gazidan 1 mol miqdorda olish uchun 32 g yoki 0,032 kg olish kerak, chunki kislorodning nisbiy molekular massasi 32 ga teng. Xuddi shunga o'hshash 1 mol azot 0,028 kg ni tashkil qiladi. SHuning uchun azotning molekular massasi $M = 0,028 \text{ kg/mol}$ ko'rinishda yoziladi. Moldan tash-

qari kmollar ham ishlatiladi. $1 \text{ kmol} = 1000 \text{ mol}$ ekanini xisobga olsak, azot uchun $M = 28 \text{ kg/kmol}$ deb yozish mumkin. Ma'lum massali modda necha moldan iborat ekanini topish uchun uni massasini molekular massasiga nisbatini olish kerak: $\nu = m/M$. Bu erda ν mollar soni yoki modda miqdori deb ataladi.

Italyan olimi Avogadro 1811 yilda 1mol gaz uchun quyidagi qonuni yaratdi: normal sharoitda har qanday 1mol gaz 22,4l hajmni egallaydi va unda $6,02 \cdot 10^{23}$ 1/mol dona molekula bo'ladi.

1mol moddadagi molekular soni, Avogadro soni deb ataladi:

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

Avogadro qonunidan har qanday massali moddadagi molekular sonini aniqlash mumkin. Buning uchun Avogadro sonini mollar soniga ko'paytirish kerak:

$$N = \frac{m}{M} N_A \quad (13.8)$$

Agar bitta gaz molekulasi massasini Avogadro soniga ko'paytirsak, moddaning molekular massasi kelib chiqadi:

$$M = m_m \cdot N_A \text{ (kg/mol)}$$

Avogadro qonunidan foydalanib, molekular o'lchamlarini taxminan xisoblash mumkin. Misol uchun suv molekulasi hajmini topish uchun 1 kmol (18 kg) suvni hajmini ($0,018 \text{ m}^3$) avogadro soniga bo'lish kerak.

$$V_m = 0,018 / 6 \cdot 10^{26} = 30 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3$$

Bundan suv molekulasi chiziqli o'lchami taxminan quyidagiga teng ekanligi kelib chiqadi:

$$d = \sqrt[3]{30 \cdot 10^{-30}} \approx 3 \cdot 10^{-10} = 3 \text{ \AA}$$

Boshqa molekular o'lchamlari ham bir necha angstrom tartibida bo'ladi.

Klayperon - Mendelev tenglamasi. Universal gaz doimiysi. Biz yuqorida ideal gaz xolatini belgilovchi parametrlardan biri o'zgaras bo'lgan izojarayonlarni ko'rib o'tdik. Endi gaz holatini aniqlovchi uchala parametr (xajm, bosim va temperatura) ham bir vaqtda o'zgaradigan jarayonni ko'rib o'tamiz. Bunday jarayonni ifodalovchi qonunni 1834 yilda frantsuz olimi Klayperon aniqladi. Klayperon 1830 yildan boshlab Peterburgda ishlagan. Klayperon, Boyle-Mariott va Gey-Lyussak qonunlarini birlashtirib gaz holat tenglamasini yaratdi.

Qandaydir m massali gazni holati V_1 , R_1 va T_1 parametrlar bilan ifodalansin. Bu gazni V_2 , R_2 va T_2 parametrlar kelib chiqadi. V_m ni bu ifodasini (13.10) formulaga qo'yib quyidagi tenglamani xosil qilamiz

$$RV \frac{M}{m} = RT$$

yoki

$$RV = \frac{m}{M} RT \quad (13.11)$$

(13.11) formula ixtiyoriy massali gaz uchun Klapeyron - Mendeleev tenglamasi (qonuni) deyiladi. (13.11) formuladan gazni zichligi ρ ni aniqlash mumkin:

$$R = \frac{m}{MV} RT,$$

$$\frac{m}{V} = \rho \text{ bo'lgani uchun } R = \frac{\rho}{m} RT \text{ bo'ladi,}$$

bundan

$$\rho = \frac{MP}{RT} \quad (13.12)$$

Universal gaz doimiysi son qiymatini (13.10) formuladan aniqlaylik. Buning uchun 1 mol gaz normal sharoitda $R = 1,013 \cdot 10^5$ Pa bosim, $V_m = 0,02241$ m³/mol hajm, $T = 273$ K temperaturaga ega bo'lishini hisobga olamiz:

$$R = \frac{PV_m}{T} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,02241 \text{ m}^3}{273 \text{ K}} = 8,32 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

Klapeyron-Mendeleev tenglamasi tajriba asosida topilgan gaz qonunlarini birlashtirgani uchun u ham amaliy qonun deb ataladi. Quyida molekular-kinetik nazariya asosida ideal gazlarni nazariy o'rganamiz.

4. Ideal gaz molekular - kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Issiqlik harakati. Issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi

Molekulalar issiqlik harakati tartibsiz bo'lib, bu harakat natijasida ular har doim bir-biri bilan va idish devori bilan to'qnashib turadi. Gaz molekulari bilan idish devori hosil qilingan o'zaro ta'sirlaridan foydalanib, gazning devorga bergan ta'sir kuchi - bosimini baholanadi.

Bu tenglama **ideal gaz molekular - kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi** deb yuritiladi (6.22) quyidagicha o'zgartirib yozamiz:

$$P = \frac{2}{3} n \frac{m_m \langle v_{yp.kb.}^2 \rangle}{2} \quad (6.23)$$

Demak, ideal gaz bosimi birlik hajmdagi gaz molekulari o'rtacha kinetik energiyasining 2/3 qismiga teng. Ikkinchi tomondan teng bo'lgani uchun (6.23) quyidagicha yozamiz:

$$\frac{m_m v^2}{2} = \frac{3}{2} KT \quad \text{yoki} \quad P = nkT \quad (6.23')$$

Tabiatdagi barcha moddalar molekulalardan tashkil topgan. Moddaning barcha kimyoviy xossasini o'zida saqlab qola oladigan eng kichik zarrasiga **molekula** deb ataladi. Kimyoviy usul bilan tarkibiy qismlarga ajratib bo'lmay-digan moddalar **kimyoviy elementlar** deb ataladi. Molekulalar orasida o'zaro ta'sir kuchlari bo'lib, bu kuchlarning katta-kichikligiga qarab aynan bir moddani o'zi qattiq, suyuq va gaz holatlarida bo'lishi mumkin. Molekulalar orasidagi tutinish kuchlari nolga intilayotgan gaz ideal gazga aylana boshlaydi. Moddalarning xususiyatlarini va xossalarini molekulalarning harakati va o'zaro ta'sir asosida o'rganuvchi nazariyaga **molekular - kinetik nazariya** deb ataladi.

Moddaning issiqlik holati uning molekulalarining **issiqlik** (xaotik) **harakati** intensivligi bilan xarakterlanadi. Issiqlik harakat intensivligi o'zgarganda jismning ichki energiyasi va issiqlik holati o'zgaradi.

Bir-biriga tekizish yoki nurlanish orqali bir sistemadan ikkinchi sistemaga berilgan yoki undan olingan energiya issiqlik miqdori deyiladi.

Issiqlik miqdori ham energiya birliklarida o'lchanadi. Issiqlik miqdori **joul**da o'lchanadi. Issiqlik miqdori ham, xuddi bajarilgan ish kabi, holat funktsiyasidir. U faqat moddaning

boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan emas, balki modda holatlarining o'zgarishi amalga oshgan jarayon bilan ham aniqlanadi.

Moddaning **issiqlik sig'imi**, modda temperaturasi bir kelvinga oshirish uchun unga berilgan issiqlik miqdori bilan xarakterlanadi. Gazlarning issiqlik sig'imini o'rganishda solishtirma issiqlik sig'im va molyar issiqlik sig'im tushunchalaridan foydalanamiz.

a) 1 kg gaz temperaturasi 1 K ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka **solishtirma issiqlik sig'imi** deb ataladi. Solishtirma issiqlik sig'imi kichik s harfi bilan belgilanadi va J/kg·K da o'lchanadi.

b) 1 mol gaz temperaturasi 1 K ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka **molyar issiqlik sig'im** deb ataladi. Molyar issiqlik sig'im katta S harfi bilan belgilanadi va J/mol·K da o'lchanadi. Bu ikki issiqlik sig'imler orasida quyidagicha bog'lanish bor. Molyar massa μ kg/mol ekanligini eslasak

$$C = \mu c \quad \text{yoki} \quad c = \frac{1}{\mu} C \quad (7.6)$$

munosabat hosil bo'ladi. Ixtiyoriy m massali gazning issiqlik sig'imi esa $mc = \frac{m}{\mu} C$ ga teng bo'ladi.

O'zgarish hajmdagi ideal gazning molyar issiqlik sig'imi deganda 1 mol ideal gaz temperaturasi 1 K ga o'zgarishiga mos keladigan ichki energiya o'zgarishi tushuniladi. Odatda, o'zgarish hajmdagi gazning molyar issiqlik sig'imi S_V bilan belgilanadi

$$C_V = \frac{dU_M}{dT} = \frac{d}{dT} \left(\frac{i}{2} RT \right) = \frac{i}{2} R \quad (7.7)$$

Gazning o'zgarish bosimda molyar issiqlik sig'imini

$$C_p = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{dU_M}{dT} + \frac{\delta A}{dT}$$

yoki

$$C_p = C_V + \frac{pdV_M}{dt} \quad (7.8)$$

shaklda yozish mumkin. 1 mol gaz uchun yozilgan holat tenglamasi ($RV_m = RT$) ga differentsiallashtirish amalini qo'llab $RdV_m = RdT$ tenglikni hosil qilamiz. Uni (7.8) ga qo'ysek

$$C_p = C_V + R = \frac{i+2}{2} R \quad (7.9)$$

hosil bo'ladi.

(7.7) ning (7.9) ga nisbatini olsak va γ bilan belgilasak

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i} \quad (7.10)$$

hosil bo'ladi. Bir atomli gaz uchun $i=3$, $\gamma=5/3=1,67$ ikki atomli gaz uchun $i=5$, $\gamma=7/5=1,4$, ko'p atomli gaz uchun $i=6$, $\gamma=8/6=1,33$.

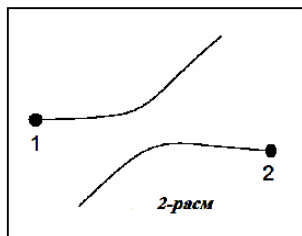
5. Gazlarda, suyuq va qattiq jismlarda ko'chish, deformatsiya.

Gaz zarralarining ikki to'qnashuv orasidagi o'rtacha erkin yugurish yo'lini $\bar{l}$ deb belgilanadi. Zarralarni o'rtacha tezligi $\bar{g}$, vaqt birligidagi to'qnashuvlarni o'rtacha soni z bo'lsin, ular orasida

$$\bar{g} = \bar{l} z \quad (1)$$

bog'lanish o'rindir. To'qnashuvlarni ko'pligi zarralarning o'lchamlariga va konsentratsiyasiga

bog'liqdir. Soddalik uchun zarralarni d diametrli sferik qattiq zarralardan iborat bo'lsin. Bitta zarra harakatda, qolganlari tinch turgan bo'lsin. Agar harakat paytida ikkinchi shunday zarra markazi birinchi, harakatdagi zarra markazidan d yoki kichikroq masofada bo'lsa, to'qnashuv ro'y beradi (1-rasm). SHuning uchun zarrani effektiv kesimi $\sigma = \pi d^2$ deb olinadi (zarraning kesim yuzasidan 4 marta ortiq). Vaqt birligida zarra $\bar{g}\sigma$ hajmni bosib o'tadi, demak $z = n\bar{g}\sigma$ to'qnashuv ro'y berishi kerak (n - zarralar kontsentratsiyasi). Buni (1) ga qo'ysak, $\bar{l} = 1/n\sigma$ natijaga kelamiz.



Real holda zarralarning hammasi ham issiqlik harakatida bo'ladi, ularning orasidagi nisbiy tezlik o'rtacha tezlikdan $\sqrt{2}$ marotaba ortiq bo'ladi, birlik vaqtdagi to'qnashuvlar soni ham $\sqrt{2}$ marotaba ortiq

$$z = \sqrt{2}n\bar{g}\sigma, \quad (2)$$

erkin yugurish yo'li esa $\sqrt{2}$ marta kamroq bo'ladi:

$$\bar{l} = 1/\sqrt{2}n\sigma. \quad (3)$$

Gaz zarralarini qattiq sferalar sifatida tasavvur etish - ilmiy gipotezadan iboratdir. Atom va molekular zaryadli zarralardan (birinchi navbatda elektronlardan) tuzilgan bo'lib, ular turli masofalarda ham ta'sirlashadi, bir-biriga yaqinlashganlarida traektoriyalarini o'zgartirib, sochilishadi (2-rasm). Lekin bu sochilishlarni o'rganish uchun effektiv kesim deb nomlanadigan fizik miqdorni kiritishga hech qanday mone'lik yo'q, va bu tushuncha molekular fizikada unumli ravishda qo'llaniladi. Uni doimiy son emas, sharoit bilan o'zgarishi mumkin bo'lgan parametr sifatida qaralishi kerak. Jumladan σ ning temperaturaga kuchsiz bog'lanishi o'rganiladi.

Diffuziya – bir turdagi zarralarning ikkinchi turdagi zarralar orasiga kirib borishi, aralashishidan iborat. Bu jarayon zarralarning issiqlik harakati tufayli va boshlang'ich taqsimotni birjinsli emasligi, muvozanatda emasligi tufayli ro'y beradi. Diffuziya kontsentratsiyaning yoki zichlikning kamroq bo'lgan tomonga qarab yo'naladi va oxir oqibatda kontsentratsiyaning birjinsli bo'lishiga olib keladi. Diffuziya gazlarda, suyuqliklarda, qattiq jismlarda ro'y berishi mumkin, bunda atom va molekularlarning diffuziyasi issiqlik harakati bilan bog'liq, chang kabi zarralarning diffuziyasi esa Broun harakati bilan bog'liq. Gazlardagi diffuziya jarayoni tez bo'ladi, qattiq jismlardagisi nihoyatda sekin ro'y beradi. Gazlardagi diffuziyaning tezligini hidlarni havoda tez va uzoqqa tarqalishidan bilish mumkin, ayrim jonivorlar ko'plab kilometr masofadagi manba'lardan tarqalayotgan hidlarni sezishi mumkin. Suvdagi va havodagi rangli moddalarning diffuziyasini (masalan tutun yoki siyoxni) ko'z bilan ham kuzatsa bo'ladi.

Diffuziya jarayonida massa oqimi, ya'ni dt vaqtda dS yuza orqali o'tgan modda miqdori (1) dagi kabi modda zichligining gradientiga, vaqt va yuzaga proporsional bo'ladi. Masalan z yo'nalishdagi diffuziya uchun:

$$dm = -D(\partial\rho/\partial z)dSdt \quad (2)$$

ifoda o'rinalidir. Minus ishora moddaning oqimi kontsentratsiyaning oshib borish yo'nalishiga nisbatan teskari ekanligini bildiradi. Demak diffuziya koeffitsienti:

$$D = \frac{1}{3}\bar{g}\bar{l} \quad (1)$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik va energiya ko'chshi. Ikki qatlam temperaturallari farqli bo'lsin. Statsionar holatda, ya'ni dinamik muvozanat bo'lganda, ularning orasidagi birlik yuzadan vaqt birligida $n\bar{g}/6$ gaz zarralari bir tomonga, $n\bar{g}/6$ zarralari ikkinchi tomonga o'tib turadi. YUzaning bir tomonidagi temperatura va $\bar{g}$ ortiqroq bo'ladi, lekin u tomondagi zarralar kontsentratsiyasi kamroq bo'lib, ikki tomonga o'tadigan zarralar soni teng bo'ladi. Ikki tomondagi temperatura turlicha bo'lgani uchun, zarralar bilan o'tadigan energiya farqli bo'ladi. Ikki yo'nalishda o'tayotgan ikki zarra uchun: $E_+ = E_0 + \Delta E$, $E_- = E_0 - \Delta E$,

$$Q = \frac{n\bar{g}}{6}(E_- - E_+) = -\frac{1}{3}n\bar{g}\Delta E$$

Issqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uning echimini murakkabligidan qat'iy nazar muhitdagi temperaturani o'zgarishi boshlang'ich temperatura va muhitning issqlik hossalari bilan belgilanishini ko'rsatadi.

Turli tajribalar yordamida ko'chish koeffitsientlarining qiymatlarini topish mumkin. Quyida ko'chish hodisalarini gazlarda amalga oshish mexanizmlari bilan batafsil tanishamiz. Bu mexanizmlar ko'chish koeffitsientlarini ichki parametrlar orqali nazariy ifodalash imkonini beradi.

Ichki ishqalanish (qovushqoqlik) gaz va suyuqliklarning xossasi bo'lib, ularni qatlamlari bir-biriga nisbatan harakatlenganda ular orasida qarshilik kuchining vujudga kelishi orqali namoyon bo'ladigan xossadir. Masalan daryodagi suvning pastki, tubdagi qatlami harakatsiz bo'ladi, yuqoriga ko'tarilgan sari suv qatlamlarining tezligi kattaroq bo'ladi. Suvdagi ichki ishqalanish yuqori qatlamlarning tezligini ham cheklab turadi. Qatlamlar orasidagi kuch shu oraliqdagi tekislik yo'nalishida bo'lib, qatlamlar orasidagi tezlikni qanchalik tez o'zgarishiga (tezlikning gradientiga) va yuzaga proporsionaldir:

$$dF = -\eta \frac{\Delta g}{\Delta z} dS \quad (1)$$

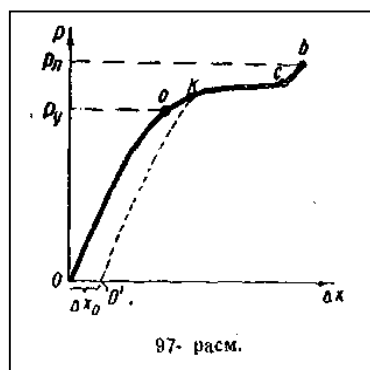
Bu kuch Δz masofadagi qatlamlarning tezliklari Δg ga farq qilgani uchun vujudga keladi va shu tezliklarning farqini kamaytirishga harakat qiladi, minus ishora shuni bildiradi. Proporsionallik koeffitsienti η qovushqoqlik koeffitsienti deb ataladi, unga teskari bo'lgan $\varphi = 1/\eta$ miqdor **oquvchanlik** deb ataladi. Qovushqoqlikning birligi (1) ifodadan kelib chiqadi: $[\eta] = kg/ms = Pa \cdot s$.

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \bar{g} l \quad (2)$$

Suyuqliklarni oqishi yoki turli jismlarni suyuqlikda harakati qovushqoqlikka bog'liq. Masalan ingichka quvur orqali suyuqlikni oqishi paytida quvur devorlari yonidagi suyuqlik harakatsiz bo'ladi, quvur markazida esa tezlik eng katta bo'ladi. Birlik vaqtda quvur orqali o'tgan suyuqlik hajmi η ga teskari proporsional bo'ladi (Puazyoyl formulasi):

$$V = \frac{\pi r^4}{8l\eta} \Delta P \quad (4)$$

Bu erda r va l quvurning radiusi va uzunligi, ΔP - suyuqlikni harakatlantiruvchi bosimlar farqi. Formula suyuqlikni laminar oqimi uchun o'rinlidir. Bu formulaga ko'ra, o'zgarmas bosimda quvur radiusini ikki marta kamayishi o'tayotgan suyuqlik miqdorini 16 marta kamayishiga olib keladi. Bu formulaga asoslangan holda ichki ishqalanishni o'lchash metodlari mavjud. Formula qo'llanilganda u laminar oqim uchun o'rinli ekanligini unutmaslik kerak.



qilaylik. Aniq bo'lsin uchun, masalan, bir tomonlama cho'zilish deformatsiyasini olaylik. Grafikning

abstsissalar o'qi bo'yicha siljish (uzayish) Δx ni, ordinatalar o'qi bo'yicha kuchlanish $p = \frac{F}{S}$ ni,

ya'ni deformatsiyalangan jismning S ko'ndalang kesim yuzi birligiga to'g'ri keluvchi deformatsiyalovchi kuch F ni qo'yamiz (97rasm).

Kichik kuchlanishlarda uzayish amalda kuchlanishga proportsioial bo`ladi (Guk qonuni). Deformatsiyaning bu sohasi *elastik deformatsiya* deyiladi. Grafikda elastik deformatsiyaga grafikning deyarli to`g`ri chizikli  $Oa$  qismi to`g`pi keladi. Bu uchastkaning  $a$  chegarasiga to`g`ri kelgan p_e kuchlanish *elastiklik chegarasi* deyiladi. Kuchlanishning yanada ortishida plastik deformatsiya deb ataluvchi sohasi (ab qismi) keladi: Plastik deformatsiyada kuchlanishning kichik oshishlari katta uzayishlarni hosil qiladi va nihoyasida jismning buzilishiga (uzilishiga) sabab bo`ladi (grafikda  $b$  nuqta). Uzilishdan oldin odatda jism shunday holatda bo`ladiki, bunda uning cho`zilishga qarshiligi qaytadan bir oz ortadi (cd qismi). Jismning buzilishiga mos kelgan p_m kuchlanish *muattahkamlik chegarasi* deyiladi.

Jismning deformatsiyalanishida uning elastiklik chegarasidan utib ketilmasa, deformatsiyalovchi kuch olingandan sung jism uzining dastlabki shaklini butunlay k`ayta tiklaydi; grafikda bunday qayta tiklanish  $aO$  chiziq bo`ylab boradi. Agar deformatsiyalovchi kuch elastiklik chegarasidan utib ketsa (bu grafikdagi K nuktaga to`g`ri keladi), u holda bu kuch olingandan sung jism uzining dastlabki shaklini tiklay olmaydi, biror Ax_0 deformatsiya *abadiy* saqlanib qoladi, jismning bu deformatsiyasi *tsolduq* deformatsiya deyiladi. Jismning uz shaklini tsisman qayta tiklash jarayoni grafikda KO chiziq bilan tasvirlangan.

Nazorat uchun savollar:

1. Molekular - kinetik nazariya asoslari va uni tajribalarda tasdiqlanishi.
2. Moddalarning tuzilishi. Suyukliklar va qattiq jismlar orasidagi ayrim o`xshashliklar
3. Ideal gaz qonunlari.
4. Ideal gaz molekular - kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Issiqlik harakati. Issiqlik miqdori. Issiqlik sig`imi.
5. Gazlarda ko`chish hodisalari.

Tayanch so`zlar

Kristall panjara, ion panjarali kristallar, atom panjarali kristallar, molekular panjarali kristallar, metall panjarali kristallar, amorf jismlar, ideal gaz, Boyle-Mariot qonuni, Gey-Lyussakning birinchi qonuni, Gey-Lyussakning ikkinchi qonuni, molekular massa, Avogadro qonuni, Dalton qonuni, Klayperon tenglamasi, Mendeleev - Klayperon tenglamasi. universal gaz doimmiysining fizik ma`nosi. o`rtacha kvadratik tezlik, ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi, ehtimolli tezlik, molekular - kinetik nazariya, ichki energiya, issiqlik harakati, issiqlik miqdori, issiqlik sig`imi, o`zgarmas bosimdagi issiqlik sig`imi, o`zgarmas hajmdagi issiqlik sig`imi.

4-ma`ruza: Suyuqliklar va qattiq jismlar tuzilishi

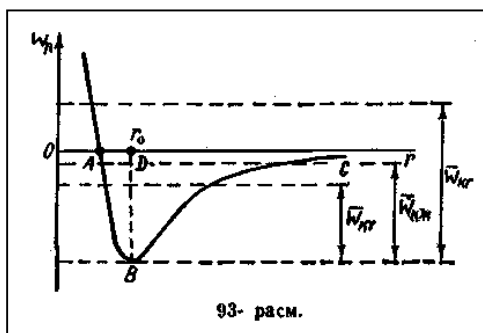
1. Suyuqliklar va qattiq jismlarning tuzilish xususiyatlari.
2. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlikdan kengayishi. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlik sig`imlari.
3. Fazaviy holatlar diagrammasi.
4. Suyuqliklarning qaynashi.
5. Real gazlar. Van-der-Vaals teoremasi.

1. Suyuqliklar va qattiq jismlarning tuzilish xususiyatlari

Dastavval shu narsani yana bir bor qayd qilib o`tish kerakki, gaz, suyuqlik va qattiq jism moddaning agregat holatlaridir va bu jihatdan bu holatlar orasida keskin farq yo`q; hap qanday modda temperatura va bosimga bog`liq xolda har qanday agregat holatda bo`lishi mumkin. Shu

bilan birga gazsimon, suyuq va qattiq jismlar orasida muhim farqlar ham bor. Qattiq va suyuq jismlar orasida umumiy xossalr ko'p.

Gaz va qattiq hamda suyuq jismlar orasidagi muhim farqlardan biri shuki, gaz o'ziga berilgan idishning butun hajmini egallaydi, xolbuki suyuqlik va qattiq jism biror idishga solinsa, unda muayyan biror hajmni egallaydi. Bunday farq gaz, suyuq va qattiq jismlarda issiqlik harakatining turlicha bo'lishiga asoslangandir.



Gaz molekulari molekulararo kuchlar bilan amalda o'zaro bog'lanmagan. Har holda gaz molekularining issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi $\overline{W}_k$ molekulararo tutinish kuchlarining bo'lishiga ($W_p \ll W_k$)

bog'liq bo'lgan o'rtacha potentsial energiya $\overline{W}_p$ dan ancha katta. Shuning uchun gaz molekulari ancha katta yo'lni

o'tadi, birbiridan idish o'lchamlari imkon berganicha uzoqqa "uchib ketadi" va idishning butun hajmini egallaydi. Shunga muvofiq ravishda gazlarda diffuziya hodisasi ancha tez o'tadi.

Qattiq va suyuq jismlarda molekular (atomlar, ionlar) orasidagi tutinish kuchlari endi katta rol o'ynaydi, ularni birbiridan ma'lum masofalarda tutib turadi. Bu jismlarda molekulararo tutinish kuchlari tufayli bo'ladigan o'rtacha potentsial energiya molekular issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasidan katta ($W_p > W_k$). Boshqacha qilib aytganda, o'rtacha kinetik energiya molekular orasidagi tortishish kuchlarini engish uchun etarli emas.

Molekular suyuqlikda zich «joylashgani» uchun endi ular erkin yugura olmaydilar va joylarida «turtinib» turadilar (biror muvozanat vaziyati yaqinida tebranadilar). Faqat ba'zanba'zangina birbiriga mos kelib qolgan to'qnashishlar natijasida molekula o'z o'lchamiga teng masofadagi yangi joyga o'tishi mumkin. Suyuqliklarda diffuziya gazlardagidan ancha sekin o'tishi tabiyydir.

Qattiq jismlarda zarralar (molekular, atomlar, ionlar) geometrik jihatdan qat'iy tartibda, *kristall panjaralar* hosil qilib joylashgan. Zarralar o'zlarning muvozanat vaziyati yaqinida tebranma harakat qiladilar. Zarralar kattiq jismda bir joydan ikkinchi joyga o'tishi mumkin, lekin bunday hol juda kamdankam bo'ladi. Shuning uchun qattiq jismlarda ham diffuziya bo'lsada, lekin bu erda diffuziya suyuqliklardagiga qaraganda yana ham sekinroq bo'ladi.

Moddaning qattiq, suyuq va gazsimon holatlari orasidagi farqning fizik mohiyatini molekularning o'zaro ta'sir potentsial egri chizigi yordamida yana ham ayonroq tushuntirish mumkin. Usha egri chiziqni ba'zi qo'shimchalar bilan qayta chizamiz (93rasm).

Ordinatalar o'qi bo'ylab molekular o'zaro ta'sir potentsial energiyasi W_p , abstsissalar o'qi bo'ylab molekular orasidagi masofa r qo'yilgan. Molekular issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi $\overline{W}_k$ qiymatlarini solishtirish qulayroq bo'lsin uchun B potentsial chuqurning *tubi sathidan* boshlab qo'yamiz.

Agar molekular issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi potentsial chuqurning chuqurligidan bir oz kam bo'lsa ($\overline{W}_{kqj} \ll DB$), u holda molekular potentsial chuqurning pastki qismida qolgani holda ($\overline{W}_{kqj}$ sathdan pastda) kichik tebranishlar qiladi. Bu hol moddaning qattiq holatiga to'g'ri keladi.

Agar molekular issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi potentsial chuqurning chuqurligidan bir oz kam bo'lsa ($\overline{W}_{ks} < DB$), u holda molekular ancha katta tebranma harakatda bo'ladi, biroq bari bir potentsial chuqurda qoladi. Bu hol moddaning suyuq holatiga to'g'ri keladi.

Agar molekular issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi potentsial chuqur chuqurligidan ancha katta bo'lsa ($\overline{W}_{kg} > DB$), u holda molekular bu chuqurdan chiqib ketadi,

o'zaro bog'lanishini yo'qotib, erkin harakatlanadi (erkin yuguradi). Bu hol moddaning gazsimon holatiga to'g'ri keladi.

Shunday qilib, bir tomondan gaz va ikkinchi tomondan qattiq va suyuq jismlar orasidagi anchagina farq bo'lishiga gaz molekulalari issiqlik harakati o'rtacha kinetik energiyasi qiymatining potentsial chuqur chuqurligidan *katta* bo'lishi, qattiq va suyuq jismlarda esa bu o'rtacha qiymatning potentsial chuqur chuqurligidan *kichik* bo'lishi sabab bo'ladi.

Anizotropiya kristallning ajoyib xususiyatidir; *turli yo'nalishlarda kristallning fizik xossalari turlicha bo'ladi*.

Tabiatda kristall holat juda ko'p tarqalgan: ko'pchilik qattiq jismlar (minerallar, metallar, o'simlik tolalari, oqsil moddalar, qurum, rezinka va hokazo) kristallardir. Biroq hamma jismlarda ham yuqorida ko'rgan kristallik xossalari ko'zga yaqqol tashlanavermaydi. Bu jihatdan jismlar ikki gruppaga: *monokristall* jismlar va *polikristall* jismlarga bo'linadi. Polikristallar *izotrop*, ya'ni barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil fizik xossalarga ega bo'ladi. Metallar polikristall jismlarga misol bo'la oladi. Biroq metallni monokristall ko'rinishda ham hosil qilish mumkin, buning uchun erigan metallni sekin sovitish va unga dastlab shu metallning bir kristallchasini (buni «murtak» deb ataladi) kiritish kerak. Sovishda ana shu murtak atrofida metall monokristali o'sadi.

Kristall panjaraniig qanday zarralardan tuzilganligiga qarab panjaralar to'rtta asosiy gruppaga bo'lingan: *ionli, atomli, molekular va metall panjara*.

Ion panjara turli ishorali zaryadlangan ionlardan tuzilgan bo'lib, panjarada ionlarni elektr kuchlari tutib turadi. Ko'pchilik kristallar ion panjaralidir.

Atom panjara panjara tugunlarida kimyoviy (valentli) bog'lanishlar bilan tutib turiladigan neytral atomlardan tuzilgan: qo'shni atomlarda tashqi (valent) elektronlar umumiy bo'ladi. Masalan: grafit kristali atom panjaralidir.

Molekular panjara — kutbiy (dipol) molekulalardan tuzilgan bo'lib, bu molekulalar ham tugunlarda elektr kuchlar bilan tutib turiladi. Biroq kutbiy molekulalarga bu kuchlar ionlarga ta'sir qilganidan kamroq ta'sir qiladi. Shuning uchun molekular panjarali moddalar oson deformatsiyalanadi. Ko'pchilik organik birikmalar (selluloza, rezina, parafin va shunga o'xshash) molekular kristall panjarali tuzilgan bo'ladi.

Metall panjara — erkin elektronlar bilan o'ralgan metallning musbat ionlaridan tuzilgan. Metall panjaraniig ionlarini ana shu elektronlar tutib turadi. Metallar shunday panjarali bo'ladi. Hozirgi zamon fizikasi kristall jismlarnigiia qattiq jism deb hisoblaydi.

Keyingi vaqtlarda taxnikada organik amorf moddalar keng tarqaldi, ularning ayrim molekulalari kimyoviy (valent) bog'lanishlar tufayli bir-biri bilan uzun zanjirlar hosil qilib birlashishi (*polimerlanishi*) mumkin. Ba'zi hollarda bunday zanjirlar ko'p minglab alohida molekulalardan iborat bo'ladi. Bunday moddalar *polimerlar* deyiladi. Polimerlarning tipik vakili plastmassalardir.

2. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlikdan kengayishi. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlik sig'implari

Qattiq jismning temperaturasi ko'tarilganda uning zarralarining issiqlik harakati zo'rayadi va ular orasidagi o'rtacha masofa ortadi. Shuning uchun qattiq jism qiziganda kengayadi. Tajribaning ko'rsatishicha, jismning Δl uzayishi (chiziqli kengayishi) uning temperaturasi o'zgarishiga proporsional bo'ladi:

$$\Delta l = \alpha l_0 \cdot \Delta t, \quad (1)$$

bu erda l_0 — jismning t_0 temperaguradagi uzunligi, $l = l_0 + \Delta l$ — jismning t temperaturadagi uzunligi, $\Delta t = t - t_0$, α — *chiziqli kengayish koeffitsienta*. $t_0 = 0^\circ \text{C}$ deb olib, (1) formula dan quyidagini olamiz:

$$l = l_0(1 + \alpha t) \quad (2)$$

va

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 t}, \quad (3)$$

bundan *chiziqli kengayish koeffitsienti jismning bir gradus qiziganidagi nisbiy uzayishiga teng* degan xulosa kelib chiqadi. Qatgiq jismlar uchun α chiziqli kengayish koeffitsienta $10^{-5} \div 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$ bo'ladi.

Chiziqli kengayish natijasida jismning hajmi ham ortadi:

$$V = V_0(1 + \beta t), \quad (4)$$

bu erda β — *hajmiy kengayish koeffitsienti* deyiladi. β ning kattaligi ham α ning kattaligiga yaqin bo'lishi ravshan.

Jismning zichligi $\rho = m/V$ bo'lgani uchun (bu erda m — uning massasi), (4) formulaga muvofiq,

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta t}, \quad (5)$$

bu erda $\rho_0 = m/V_0$ jismning $t_0 = 0^\circ\text{C}$ temperaturadagi zichligi. Shunday qilib, jismning zichligi uning temperaturasi ortishi bilan kamayadi.

(2), (4) va (5) formulalar suyuq jismlar uchun ham to'g'ri bo'ladi, faqat suyuqliklarda hajmiy kengayish koeffitsienti qattiq jismlarnikidan kattaroq bo'ladi: uning qiymati $10^{-5} \div 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$ tartibida bo'ladi.

Temperatura ko'tarilishi bilan zichlikning kamayishi tufayli pastidan qizdirilayotgan suyuqlikda (gazda) *konvektsiya* yuzaga keladi: suyuqlikning (gazning) zichligi kamroq bo'lgan pastki qatlamlari yuqoriga ko'tarila boshlaydi, yuqori qatlamlari pastga tushadi; bu bilan hajmning isishi ancha tezlashadi. Konvektsiya atmosfera va suv havzalarida issiqlik almashinishida muhim rol o'ynaydi.

Qattiq va suyuq jismlarning issiqlik sig'imlari. Qattiq jismning zarrasi muvozanat vaziyati yaqinida (fazoviy panjaraning tuguni yaqinida) tebrangani uchun uning energiyasi issiqlik harakatining W_k kinetik energiyasi va muvozanat vaziyatidan siljish W_p potentsial energiyasining yig'indisiga teng buladi. O'rtacha olganda *etarlicha yuqori temperaturalarda* bu energiyalarni bir-biriga teng deb olish mumkin. Shuning uchun bir zarraning to'liq energiyasi o'rtacha quyidagiga teng bo'ladi:

$$W = W_k + W_p = 2W_k.$$

Ma'lumki, $W_k = \frac{i}{2} kT$, shuning uchun

$$W = ikT,$$

bu erda k — Boltsman doimiysi, T — absolyut temperatura, i — zarraning erkinlik darajalari soni. Zarra ixtiyoriy yo'nalishda tebranishi mumkin bo'lgani uchun uning erkinlik darajalari soni uchga teng bo'ladi; u holda

$$W = 3kT.$$

Kimyoviy jihatdan oddiy moddaning bir kilomolida N zarra (atom) bor, bu erda N — Avogadro soni. Shuning uchun bir kilomolning W_μ ichki energiyasi

$$W_\mu = WN = 3kTN = 3\frac{R}{N} NT = 3RT$$

ga teng bo'ladi, mol issiqlik sig'imi C esa kilomolning ichki energiyasini uning temperaturasiga nisbatiga teng bo'ladi; ya'ni

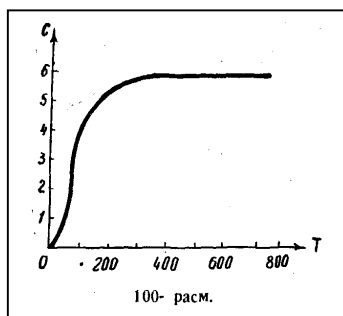
$$C = \frac{W_\mu}{T} = 3R.$$

$R = 8,32 \times 10^3 \text{ j/(grad} \times \text{kmol)}$ deb olib, quyidagini chiqaramiz:

$$C = 25\,000 \text{ j/(grad} \times \text{kmol)}. \quad (6)$$

Binobarin,

barcha kimyoviy jihatdan oddiy bo'lgan kristall qattiq jismlarning atom issiqlik sig'imi etarlicha yuqori temperaturada $25\,000 \text{ j/(grad} \times \text{kmol)}$ ga teng.



Biz chiqargan bu xulosa molekular-kinetik nazariya asosida 1819 yilda *Dyulong va Pti* tomonidan tajriba yo'li bilan chiqarilgan edi: u *Dyulong va Pti qonuni* nomini olgan.

3. Fazaviy holatlar diagrammasi

Sirtidagi zarra suyuqlik hajmiga kirib ketsa, uning sirtidagi o'rnini bironta ichkaridagi zarra egallaydi. Bunday o'rin almashinuv paytida umumiy energiya o'zgarmaydi va sirt energiyasining mavjudligi sezilmaydi. Suyuqlik hajmidagi zarra suyuqlik sirtiga va tashqariga chiqib ketishi uchun tortishuv kuchlariga qarshi ish bajarishi, ε energiya sarflash kerak. Birlik massa bug'lanishi uchun q bug'lanish issiqligi sarflanishi kerak. Agar bu energiya suyuqlikning ichki energiyasi hisobiga bajarilsa, suyuqlik soviydi. Bu xossani shamol bor paytda suvdan chiqqan odam butun badani bilan his etadi. Ochiq turgan suvlarning harorati yoz kunlarida bug'lanish hisobiga sovishi doimo sezilib turadi.

Bug'lanish issiqligi kattaligi bilan ajralib turadi. Masalan 100°S temperaturadagi 1 kg suvni bug'ga aylantirish uchun 2.26 MJ energiya zarur, bu energiya 5.4 kg suvni 0°S dan 100°S gacha isitishga etarlidir. Bug'lanish energiyasining kattaligi suv molekularini tortishuv kuchlari kuchliligidan darak beradi.

Gazsimon holatdagi moddaning molekulari suyuqlikka qaytib kelishi mumkin, bir molekula suyuqlikka qaytganda ε , birlik massa modda kondensatsiyalashganda q bug'lanish issiqligi ajralib chiqadi.

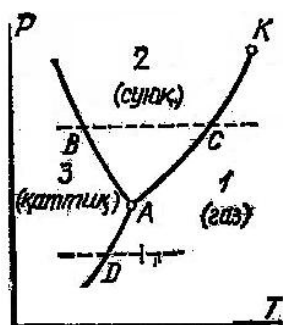
Agar sistema suyuqlik va uning bug'idan iborat bo'lsa, sharoitga qarab bug'lanish, yoki kondensatsiya ustun bo'ladi. Ilmiy tarafdin ular orasida muvozanat shartlarini topish muhimdir.

Gaz yoki suyuqlikdin iborat, ya'ni bir komponentali sistemada bosim va temperatura muvozanati bo'lishi kerak. Ikki komponentali sistemada muvozanat bo'lishi uchun bosim va temperaturaning muvozanati bo'lishi etarli emas, bundan tashqari ikki komponenta orasida muvozanat bo'lishi, ularning massalari doimiy bo'lishi kerak (va umumiy holda fazalarning kimyoviy potentsiallari o'zaro teng bo'lishi kerak).

(9.15) Maksvell tenglamasini ko'chiraylik:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \quad (1)$$

Bu tenglamani suyuqlik bug'lanishi yoki gazning kondensatsiya jarayoniga qo'llaganimizda temperatura va umumiy hajm o'zgarmay qolgani uchun tenglikni quyidagicha ko'chiramiz:



1-рассм.

$$\frac{dP}{dT} = \frac{dS}{dV} \quad (2)$$

Ko'rilayotgan faza almashish jarayoni uchun solishtirma entropiya va solishtirma hajm o'zgarishining nisbatini olishimiz mumkin:

$$dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{q}{T} \quad (3)$$

$$dV = v_2 - v_1 \quad (4)$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{q}{T(v_2 - v_1)} \quad \text{yoki} \quad T \frac{dP}{dT} = \frac{q}{v_2 - v_1} \quad (5)$$

Bu muhim munosabatni *Klapeyron – Klauzius tenglamasi* deyiladi.

Undagi q - solishtirma bug'lanish issiqligi, v_2 va v_1 - ikki fazaning solishtirma hajmlari.

(5) ga ko'ra, dP/dT doimo musbat bo'ladi, demak temperatura oshishi bilan bug'lanishning muvozanat bosimi oshib boradi. Tenglamaning o'ng tomonidagi miqdorlar, ularning turli temperaturadagi qiymatlari ma'lum bo'lsa, tenglama bug'lanish egri chizig'ini, muvozanatli holat bosimini temperaturaga bog'liqligini aniqlab beradi. YUqoridan muvozanat holatlari kritik nuqta bilan, pastdan esa muvozanat holatlar suyuqlikni qattiq holati bilan chegaralangan.

Keltirib chiqarilgan (5) tenglama boshqacha fazaviy muvozanatlarni o'rganish uchun ham qo'llanilishi mumkin. Suyuqlik bidan qattiq jismning muvozanatini o'rganilganda tenglamaga solishtirma erish issig'ligi q_{23} , suyuqlik va qattiq fazani solishtirma hajmlari v_2 va v_3 ishlatilishi kerak:

$$T \frac{dP}{dT} = \frac{q_{23}}{v_2 - v_3} \quad (6)$$

Qattiq jismni bug'lanishini tekshirganda esa sublimatsiyani solishtirma issig'ligi, qattiq va gazsimon holatlarning

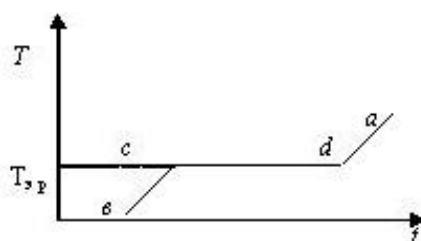
Suyuqlik bilan muvozanatda turgan bug'ni (gazni) – **to'yingan bug'** deyiladi. Bug'ning bosimi (zichligi) to'yingan bug'nikidan kichik bo'lsa, uni to'yinmagan bug' deyiladi. To'yinmagan bug'ni izotermik siqib, to'yingan holatga keltirish mumkin. To'yinmagan bug'ni sovitib, to'yingan holatga keltirish mumkin. Aksincha, to'yingan bug'ni kengaytirilsa, yoki isitilsa – to'yinmagan holatga o'tadi. To'yinmagan suv bug'ini xarakterlash uchun *nisbiy namlik* (foizlarda) tushunchasi kiritiladi: nisbiy namlik to'yinmagan bug' bosimini (zichligini) to'yingan bug'ning xarakteristikasining qanday qismini tashkil etishini bildiradi.

4. Suyuqliklarning qaynashi

Termodinamikada moddaning suyuqlik va gaz holatlarini, ularning orasidagi muvozanatni, va bu muvozanatli holatni asta sekin (kvazistatsionar) o'zgarishini o'rganiladi. Real sharoitda keskin nomuvozanatli holatlar ham uchraydi. Piyoladagi issiq choy muvozanatli holatda bo'lmaydi, intensiv ravishda bug'lanadi va soviydi. Bu jarayon choyni sirti orqali ro'y beradi. Oshxonaning oynalarida bug' kondensatsiyalanadi, avval juda kichkina tomchilar paydo bo'ladi, bu tomchilar o'sib borib, hatto oqib ketishi ham mumkin. Bu misollarda muvozanat bo'lmagan sharoitda bug'lanish va kondensatsiyalanish hodisalari suyuqlikning sirti orqali ro'y beradi. Lekin shunday nomuvozanatli hol ham borki, bug'lanish suyuqlikning hajmida ro'y berib, bug' suvdan pufakchalar shaklida chiqadi, bunday hodisani qaynash deb ataladi.

Pufakchalar xosil bo'lsa, ularning ichida tashqi atmosfera bosimi P_0 dan tashqari ikki turdagi qo'shimcha ichki bosim vujudga keladi: sferik shakldagi suyuqlik sirtining xosil qilgan qo'shimcha bosimi ΔP va suyuqlik ustunining gidrostatik qo'shimcha bosimi $\Delta P'$. Suvdagi pufakchalarni radiusi $r = 0.5 \text{ mm}$, suv ustuni 1 m desak:

$$\Delta P' = \rho gh \approx 100 \text{ Pa}, \quad \Delta P = 2\sigma / r \approx 290 \text{ Pa} \quad (1)$$



2-rasm.

Suyuqlikning chuqurligi oshib borishi bilan $\Delta P'$ oshib boradi, ΔP pufakchani radiusi kamayishi bilan oshib boradi. Agar pufakchani ichidagi gazning bosimi tashqi bosimdan tashqari gidrostatik va sirt taranglik bosimlardan ustun kelsa, suyuqlik pufakchani ichiga qarab bug'lanadi, pufakcha o'sib boradi va Arximed kuchi ta'sirida pufakcha ko'tarilib chiqadi. Suv qaynaydi.

(1) formulalar bilan ifodalangan qo'shimcha bosimni kompensatsiyalash uchun, pufakchani temperaturasi suv bilan bug' orasidagi muvozanat temperaturasidan dT ortiqroq temperaturaga ega bo'lishi kerak. dT ni baholash uchun (43.8) dan suv uchun keltirib chiqarilgan

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dT} = 0.0351 / K \quad (2)$$

munosabatga murojat qilaylik. Pufakcha ichidagi bosim uchun $dP/P = 0.01$ deylik, unda $dT = 0.28 \text{ K}$ natijaga kelimiz. Pufakcha ichidagi qo'shimcha bosimni kompensatsiyalash uchun pufakchani temperaturasi sirdagi muvozanat temperaturasidan kattaroq bo'lishi kerak ekan. Suvning ichki qatlamlari **o'ta isigan** holatda bo'lar ekan. Suvni pastdan isitilayotganda suvning

pastki qatlamlari issiqroq bo'lib, qaynash uchun sharoit vujudga keladi. Bundan ko'rinayaptiki, qaynayotgan suyuqlikning ichidagi temperatura aniq qiymatga ega emas ekan. Suvning ustidagi bug'ning temperaturasi esa (bug' suyuqlik sirtidan bug'lanadimi, yoki suyuqlik hajmidagi pufakcha bilan sirtga chiqimi) *aniq qiymatga, ya'ni to'yingan bug'larning bosimi tashqi bosimga teng bo'ladigan temperatura qiymatiga ega bo'ladi*. Suyuqlikni qaynash temperaturasi deganda qaynayotgan suyuqlikning bug'larini temperaturasini tushunish kerak.

Pufakchalar ko'tarilayotganda suyuqlikni issiq qatlamidan nisbatan sovuqroq qatlamiga etib kelsa, ularning kengayish jarayoni siqilish bilan almashishi mumkin. Pufakcha kichraygan sari uning ichida suyuqlikni sirt tarangligi xosil qilayotgan qo'shimcha bosim keskin oshib ketadi. Masalan, pufakcha radiusi 0.01 mm ga etkanda undagi qo'shimcha bosim $1/7$ atmosferaga etadi. Temperatura esa 100°C yaqin bo'lib, bug'ning qo'shimcha bosimi bo'lmaydi. Bunday sharoitda pufakcha tez, tovush chiqarib yo'qolib ketadi. Bunday yo'qolib ketayotgan pufakchalar ko'p bo'ladi va suv qaynatilayotgan samovar yoki qumg'on qaynash oldidan *kuylaydi*, tovush chiqaradi. Bunday jarayonni **kavitatsiya** deb ataladi. Pufakcha katta tezlik bilan yopilib ketganda qisqa davrlarda ($\approx 10^{-6}\text{ s}$) katta bosim impulslarini ($\approx 10^8\text{ Pa}$) vujudga keltiradi. Pufakcha siqilayotganda undagi suyuqlik molekulalari hech qanday qiyinchiliksiz suyuqlik sirtiga o'tib ketadi, boshqa gazlar esa adiabatik siqilib isiydi, bunda temperatura 10^4 K gacha etishi haqida ma'lumotlar bor. Kavitatsiya harakatdagi turbinalar, suvning ichida tovush chiqaruvchi karnaylar yonida ham vujudga keladi va ularning sirt qatlamini emirilishiga olib keladi. Kavitatsiyani tajribada tekshirishda hodisa ro'y beradigan sohaga yupqa alyumin zar qog'ozi tushiriladi, pufakchalarni kavitatsiyasi bu zar qog'ozda teshikchalar xosil qilgan ekan!

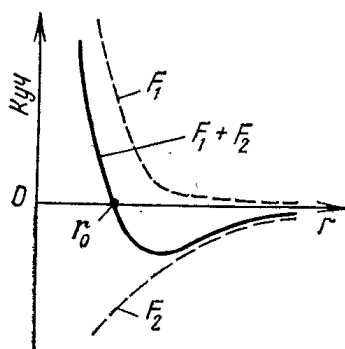
5. Real gazlar. Van-der-Vaals teoremasi

Real gazlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi. Molekular-kinetik nazariyani o'rganganimizda ideal gazlar bilan ish ko'rdik. Bunda molekulalar bir-birlari bilan o'zaro ta'sirlashmaydigan va ularning o'lchamlari hamda hajmlari hisobga olmaslik darajada kichik deb soddalashtirilgan edi.

Real gazlar bilan ish ko'rganda esa molekulalarning xususiy hajmlarini hisobga olishga to'g'ri keladi. Bir dona molekulaning hajmi $V' = \frac{4}{3}\pi r^3 \approx 4 \cdot 10^{-30}\text{ m}^3$. Normal sharoitda 1 m^3 hajmdagi molekulalar xususiy hajmi

$$nV' = 2,69 \cdot 10^{25} \cdot 4 \cdot 10^{-30}\text{ m}^3 \quad (8.1)$$

Bu ancha kichik hajm, lekin bosim bir necha ming marta oshganda molekulalarni xususiy hajmi gaz egallagan hajmi bilan taqqoslanarli darajada bo'ladi. Bunday hollarda molekulalarning xususiy hajmini hisobga olmaslik katta xatolarga olib keladi.



8.1 – rasmi.

Ideal gazdagi ikkinchi soddalashtirish molekulalar orasida o'zaro ta'sir kuchlari yo'q deb faraz qilingan edi. Real gazlarda molekulalar orasida o'zaro tortishish va itarishish kuchlari mavjud (8.1-rasm).

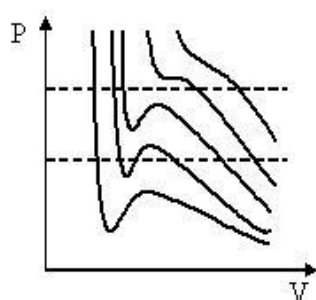
Bu kuchlarning qiymatlari molekulalar orasidagi masofaga bog'liq. O'zaro itarishadigan F_1 kuch va o'zaro tortishadigan F_2 kuch bir vaqtda ta'sir etadi. O'zaro itarishish kuchlari musbat, o'zaro tortishish kuchlarini manfiy deb olamiz. Bu ikki kuchning yig'indisi rasmda uzluksiz chiziq bilan tasvirlangan F ga teng, $r = r_0$ da F_1 va F_2 lar bir-birini muvozanatlaydi va natijaviy kuch nolga teng bo'ladi.

$r < r_0$ da natijaviy kuch itarishish xarakteriga, $r > r_0$ da esa tortishish xarakteriga ega bo'ladi. Molekulalar bir-biriga d_{eff} (molekulalar markazlari orasidagi

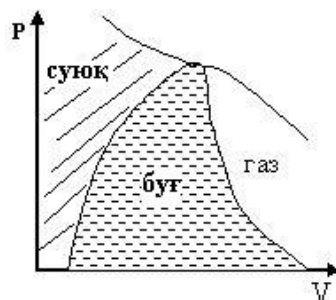
masofa) masofagacha yaqinlashgach, ular o'zaro itarishish kuchlari ta'sirida yana bir-biridan uzoqlasha boshlaydi.

SHunday qilib, real gaz molekulalarining o'zaro ta'sirlarini va ularning shaxsiy hajmlarini hisobga olish ideal gaz uchun ko'rib chiqilgan barcha qonuniyatlarni real gaz uchun yaroqsizdek qilib qo'yadi.

Mendeleev-Klapeyron tenglamasi bilan ifodalangan ideal gazlar real gazlar xossalaridan fark kiladi. CHunki ideal gazlarda molekulalar orasidagi uzaro ta'sir kuchlari xisobga olinmaydi.



4-pacm



5-pacm

Real gazlarni katta bosim ostida xarorati kanday bulishidan kat'iy nazar sikish kiyinlashadi. Tajribalar shuni kursatadiki, solishtirma issiklik sigimi, kovushoklik kabi fizikaviy kattaliklar xam real gazlarda boshkacha buladi. Molekulalar orasidagi u'zaro ta'sirni xisobga olmasa xam buladi. Uzaro ta'sir kuchlari-itarishish va tortishish mavjudligidan molekulalarning potentsial-energiya si paydo buladi. Bu potentsial energiya

Lenard-Jons formulasida ifodalanadi.

$$W_p = -\frac{a_1}{r^6} + \frac{a_2}{r^{12}}, \text{ bu erda } a_1 \text{ va } a_2 \text{ lar gazning kimyoviy tabiatiga boglik bulgan musbat}$$

koef-fitsientdir. Real gaz molekulalari orasidagi u'zaro ta'sir kuchi: $F = -\frac{dw_U}{dr} = -\frac{a_1}{r^7} + \frac{a_2}{r^{13}}$, Bu

tenglamani birinchi xadi Van-der-Vals kuchi deb ataluvchi tortishish kuchi bulib, ular uch xil buladi: Orientatsiya, induksion va dispersion. Bu kuchlarning paydo bulishi elektr tabiatiga ega. Ikkinchi xad u'zaro itarishish kuchi bulib, kvant mexanikasida tushuntiriladi. YUkoridagilarni xisobga olib, golland fizigi Van-Der-Vals real gazlar xolat tenglamasini yaratdi.

Xar bir real gaz molekulasini $V = \frac{1}{6}\pi d^3$ xajmga ega. Van-der-Vaals buni xisobga oldi.

$V^* = V - v$ bu erda $b = 4N_A v$ Van-der-Valsning xajm kushimchasi b - molekulaning kimyoviy tabiatiga boglik. Real gazlar molekulalari orasida u'zaro ta'sir mavjudligidan, molekulalarning idish devorlariga beradigan bosim ideal gazlarnikidan kichik buladi.

$$P_{ud} = P + \frac{a}{V^2}$$

ga teng buladi. a - kushimcha molekula kimyoviy tabiatiga boglik bulgan koefitsient. SHunday kilib 1 mol gaz uchun Van-der Vaals tenglamasi

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

Istalgan m - massali gaz uchun

$$\left(P + \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2}\right)\left(V - \frac{m}{\mu} b\right) = \frac{m}{\mu} RT$$

Van-der-Vaals tenglamasi Xajmga nisbatan kub tenglama bulib, bu tenglamani Van-der-Vaals izotermalari orkali ifodalanadi. (4-rasm). T_1 -xaroratda gaz xolatida buladi. T_4 - Xaroratda, AD izobara 4 izotermni uch nuktada (AVS) kesib utadi, ya'ni shu xaroratda bosimning bitta kiymatiga xajmning uchta kiymati tugri keladi. Bu moddani bir vaktning uzida uch xil fazaviy xolatda bulishini kursatadi. Xarorat kutarilishi bilan izotermadagi bukilish kamayib boradi, 2 izotermada tekislanib, K nuqtaga keladi. K nuqtasi tugri keladigan xarorat kritik xarorat deyiladi. (5-rasm) $T > T_k$ da gaz suyuklikka aylanmaydi. $T_{n2o} = 647K$, $T_{kne} = 5K$, $T_{kn2} = 33K$. Kritik xaroratda suyuk-liklar ning sirt tarangligi nolga aylanib suyuklik va tuyingan bug orasidagi fark yukoladi.

Nazorat uchun savollar

1. Suyuqliklar va qattiq jismlarning tuzilish xususiyatlari.
2. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlikdan kengayishi. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlik sig'implari.
3. Fazaviy holatlar diagrammasi.
4. Suyuqliklarning qaynashi.
5. Real gazlar. Van-der-Vaals teoremasi.

Tayanch so'zlar

Atom panjara, metall panjara, ionli panjara, kovalent panjara, issiqlikdan kengayish, chiziqli kengayish koeffitsienti, hajmiy kengayish koeffitsienti, issiqlik sig'imi, Dyulong va Pti qonuni.

5-ma'ruza: Termodinamika

1. Termodinamik parametrlar.
2. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi asosiy qonunlari.
3. Entropiya.

6. Termodinamik parametrlar

Biror moddaning bir butun energiyasi deganda shu moddaning kinetik energiyasi bilan moddaning tashqi kuchlar maydonidagi potentsial energiyasi hamda shu moddani tashkil etgan mikrozarrachalar energiyasi, ya'ni moddaning ichki energiyalarining yig'indisi tushuniladi.

$$W = W_k + W_n + U \quad (7.1)$$

U - ichki energiya tushunchasi molekulalar issiqlik harakatining kinetik energiyasini, molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potentsial energiyasini va molekulalar ichidagi boshqa energiyalar (atomning molekulalardagi tebranma harakat energiyasi, atom va ionlarning elektron sathlari energiyasi va boshqalar) ni o'z ichiga oladi.

Ichki energiya sistema holatini belgilaydi. Agar sistema holatining o'zgarishi holat parametrlari R , V , T bilan xarakterlansa, u vaqtda ichki energiya shu holat parametrlarining funktsiyasi bo'ladi, ya'ni $U=f(R, V, T)$.

Ichki energiya holatning bir qiymatli funktsiyasi hisoblanadi. Bu shu narsani anglatadiki, sistemaning aniq bir tayinli holatiga ichki energiyaning aniq bir qiymati mos keladi. Sistema bir holatdan boshqa holatga o'tganda uning ichki energiyasining o'zgarishi ichki energiyaning bu holatlaridagi qiymatlari ayirmasiga teng bo'lib, bir holatdan boshqa holatga o'tiladigan yo'l shakliga bog'liq emas. Shuning uchun ichki energiyaning hisob boshini tanlash ahamiyatli emas. Ko'pincha $T=0$ da ichki energiya nolga teng deb olinadi.

Ideal gaz ichki energiyasi ta'rifiga binoan ichki energiya faqat molekulalar kinetik energiyalarining yig'indisiga teng. V - hajmdagi gaz molekulalarining soni N ga teng bo'lsa, gazning ichki energiyasi

$$U = W_k N = \frac{i}{2} kT \frac{m}{\mu} N_A = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT \quad (7.2)$$

Bir mol gaz uchun ushbu ifoda

$$U = \frac{i}{2} RT \quad (7.3)$$

Bu ifodada i - erkinlik darajalari soni. Bir atomli gaz uchun $i=3$ ga ikki atomli gaz uchun $i=5$ ga uchyoki ko'p atomli bo'lsa, $i=6$ ga teng. (7.2) munosabat *ixtiyoriy m massali ideal gazning ichki energiyasini ifodalaydi.*

Bir-biriga tekizish yoki nurlanish orqali bir sistemadan ikkinchi sistemaga berilgan yoki undan olingan energiya issiqlik miqdori deyiladi.

Issiqlik miqdori ham energiya birliklarida o'lanadi. Issiqlik miqdori **joul**da o'lanadi. Issiqlik miqdori ham, xuddi bajarilgan ish kabi, holat funktsiyasidir. U faqat moddaning boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan emas, balki modda holatlarining o'zgarishi amalga oshgan jarayon bilan ham aniqlanadi.

Moddaning **issiqlik sig'imi**, modda temperaturasini bir kelvinga oshirish uchun unga berilgan issiqlik miqdori bilan xarakterlanadi. Gazlarning issilik sig'imini o'rganishda solishtirma issiqlik sig'im va molyar issiqlik sig'im tushunchalaridan foydalanamiz.

a) 1 kg gaz temperaturasini 1 K ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lanadigan kattalikka **solishtirma issiqlik sig'imi** deb ataladi. Solishtirma issiqlik sig'imi kichik s harfi bilan belgilanadi va J/kg·K da o'lanadi.

b) 1 mol gaz temperaturasini 1 K ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lanadigan kattalikka **molyar issiqlik sig'im** deb ataladi. Molyar issiqlik sig'im katta S harfi bilan belgilanadi va J/mol·K da o'lanadi. Bu ikki issiqlik sig'implar orasida quyidagicha bog'lanish bor. Molyar massa μ kg/mol ekanligini eslasak

$$C = \mu c \quad \text{yoki} \quad c = \frac{1}{\mu} C \quad (7.6)$$

O'zgarish hajmdagi ideal gazning molyar issiqlik sig'imi deganda 1 mol ideal gaz temperaturasining 1 K ga o'zgarishiga mos keladigan ichki energiya o'zgarishi tushuniladi.

Berk sistemada kechadigan barcha jarayonlarni ikki xil, qaytar va qaytmas jarayonlarga ajratish mumkin. Agar jism bir qancha holatlar orqali bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda va ya'ni o'zining dastlabki holatiga to'la qaytganda atrof muhitda hech qanday o'zgarishlar yuz bermasa bunday jarayonlar **qaytar jarayonlar** deyiladi. Aksincha, jism boshlang'ich holatga qaytgandan so'ng atrofda jismlarda qandaydir o'zgarishlar sodir bo'lgan jarayonni qaytmas jarayon deb ataladi. Agar ipga osilgan matematik mayatnikni muvozanatli holatdan chiqarib qo'yib yuborsak, u muvozanatli holatga aynan shu yo'l qaytib, yana shu yo'l bilan muvozanatsiz holatga o'tadi. Ishqalanish va qarshilik kuchlaridan holi bo'lgan hamma mexanik sistemalar ideal qaytar bo'ladi. Real sharoitda faqat qaytmas jarayon amalga oshadi, chunki ishqalanish va qarshilik kuchlariga sarflangan energiya atrof muhitga tarqalib ketadi.

Sistema bir qator holatlarni o'tishi natijasida o'zining dastlabki holatiga qaytib kelsa, bunday jarayon **aylanma jarayon** yoki sikl deb ataladi. Porshenli tsilindr idish ichidagi gazni tekshiraylik. Hajm kengayish natijasida sistema 1 holatdan 2 holatga a orqali o'tsin, so'ngra hajmi siqilishi natijasida b orqali o'zining dastlabki holatiga qaytib kelsin.

2. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi asosiy qonunlari. Karno sikli va uning foydali ish ko'effitsienti

Termodinamika o'zining ikki fundamental qonuniga tayanadi. Termodinamikaning birinchi asosiy qonuni issiqlik hodisalariga energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonunining tadbig'idan iboratdir. Tsilindrning qo'zg'oluvchan porsheni ostida turgan gazni qizdiraylik. Gazga berilgan Q issiqlik miqdori uning ichki energiyasini ΔU ortirishga va porshenni Δh balandlikka ko'tarishda (ya'ni ΔV hajmga o'zgarishda) A ish bajarishga sarflanadi.

Ish energiyaning bir turidan boshqa turiga aylanish o'lchovi bo'lganligi uchun A ish sistema porshenning ko'tarilganligi natijasida olgan mexanik energiyaga teng. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra

$$Q = \Delta U + A \quad (7.11)$$

Bu bog'lanish **termodinamika birinchi asosiy qonunining matematik ifodasi bo'lib** quyidagicha ta'riflanadi:

Sistemaga atrofdagi jismlar bergan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasini o'zgarishiga va sistemaning tashqi jismlar ustida ish bajarishga sarflanadi.

Agar sistema o'zining dastlabki holatiga har doim qaytsa, uning ichki energiyasining o'zgarishi $\Delta U=0$ bo'ladi. U holda termodinamikaning birinchi asosiy qonuni quyidagicha yoziladi:

$$A = Q$$

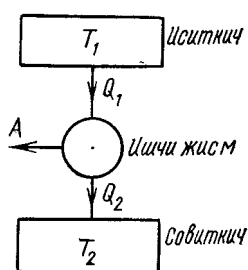
Bundan o'zi olgan energiyadan ko'proq ish bajara oladigan davriy harakatlanuvchi sistema (**birinchi tur abadiy dvigatel**) yaratish mumkin emasligi kelib chiqadi. Bu xulosalardan foydalanib, termodinamikaning birinchi asosiy qonunini yana shunday ta'riflash mumkin: **birinchi tur abadiy dvigatel qurish mumkin emas.**

Termodinamikning birinchi asosiy qonunini differentsial ko'rinishi

$$dQ = dU + dA \quad (7.12)$$

ifodaga ega bo'ladi.

Termodinamikaning ikkinchi asosiy qonuni. Termodinamikaning birinchi asosiy qonuni sistemaning ichki energiyasining o'zgarishi, bajarilgan ish va issiqlik miqdori orasidagi miqdoriy bog'lanishlarni aniqlaydi. Shuningdek, termodinamikaning birinchi qonuni



7.8 – расм.

energiyaning saqlanish va aylanish qonuni deb ham yuritiladi. Lekin termodinamikaning birinchi qonuni sistemadagi jarayon qaysi yo'nalishida sodir bo'lishini ko'rsatmaydi. Faraz qilaylik, massalari m_1, m_2 , temperaturalari $T_1 > T_2$ ikkita jismdan tashkil topgan berk sistema berilgan bo'lsin. Sistema tarkibidagi jismlar kontaktga keltirilganda, temperaturasi yuqoriroq bo'lgan birinchi jism ichki energiyasining bir qismi pastroq temperaturali ikkinchi jismga o'tadi, teskari yo'nalishda energiya o'tish kuzatilmaydi. Birinchi jismdan o'tgan energiyaning bir qismi ikkinchi jism ustida ish bajarishga va uning ichki energiyasini ortishiga sarf bo'ladi. Termodinamikaning birinchi qonunini bajarilishi

uchun birinchi jismning yo'qotgan issiqligi ikkinchi jism tomonidan qabul qilingan issiqlikka teng bo'lishi etarli. Ammo, bu qonun issiqlik miqdori temperaturasi katta bo'lgan jismdan temperaturasi nisbatdan kichik bo'lgan jismga o'tadimi yoki jarayon aksincha yo'nalishda sodir bo'ladimi buni aniqlab bera olmaydi. Chunki, berk sistema uchun $dQ = 0$ va $dA=0$ bo'lganligidan bu qonunga asosan sistemadagi har qanday jarayonda uning ichki energiyasi o'zgarmasdan qolishi kerak, ya'ni $du=0$. Bu muammoni termodinamikaning ikkinchi qonuni hal qiladi.

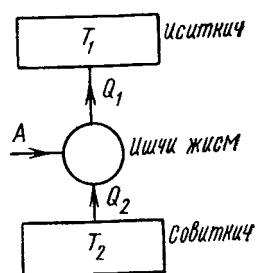
Termodinamikaning ikkinchi asosiy qonuni tabiatda sodir bo'ladigan jarayonlarning amalga oshishi mumkin bo'lgan yo'nalishini aniqlaydi. Termodinamikaning ikkinchi qonunini issiqlik mashinalarining ishlash printsipini tahlil qilish orqali tushunishga harakat qilaylik. Davriy jarayon amalga oshiriladigan qurilmalar uch qismdan - isitkich, ishchi jism va sovutkichdan iborat bo'ladi. Issiqlik mashina (7.8-rasm) isitkichdan Q_1 issiqlik miqdori olib uning bir qismini ishga aylantiradi, qolgan qismi Q_2 ni sovutkichga beradi.

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni **Plank** tomonidan quyidagicha ta'riflangan: **birdan-bir natijasi issiqlik miqdorini ishga aylantirishdan iborat bo'lgan davriy jarayon amalga oshmaydi.** Demak, ta'rifga ko'ra isitkichdan olingan Q_1 issiqlikni batamon ishga aylantirishdan iborat bo'lgan jarayonni amalga oshirib bo'lmaydi. Aslida issiqlik mashinasi davriy ishlab turishi uchun issiqlik miqdorining qandaydir Q_2 qismi sovutkichga berilishi kerak. Isitkichdan olingan issiqlikning qanchalik ko'p qismi ishga aylantirilsa, bu dvigatel shunchalik foydali hisoblanadi. Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti (FIK)

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < 1 \quad (7.30)$$

bo'ladi, chunki $Q_1 - Q_2 < Q_1$

Bundan ko'rinadiki, η ning qiymati eng yuqori bo'ladigan ideal issiqlik mashinada ham isitkichdan olingan issiqlik miqdorining barcha qismi foydali ishga aylanmaydi.



7.9 – расм.

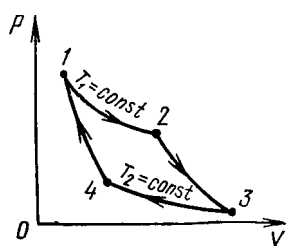
FIK $\eta=1$ bo'lgan dvigatellar abadiy dvigatellar yoki **ikkinchi tur perpetuum mobile** deb ataladi. Osvald ta'rifi: **ikkinchi tur perpetuum mobileni qurish mumkin emas.**

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonunini Kelvin tomonidan quyidagicha ta'riflangan: **sistemaga oid bo'lgan eng sovuq jismning issiqligini ishga aylantira oladigan issiqlik mashina yaratib bo'lmaydi.**

Termodinamikaning ikkinchi asosiy qonunini Klauzius quyidagicha ta'riflaydi: **issiqlik miqdori o'z-o'zicha sovuq jismdan issiq jismga o'ta olmaydi.** Ta'rifda ko'rsatilgandek, issiqlik miqdorini sovuqroq jismdan uzatilishi sodir bo'lishi uchun sovutkich mashinalarda (7.9-rasm) ishchi jism ustida ish bajarish kerak. Demak, tashqi kuchlarning bajargan A ishi hisobiga gaz (ishchi jism) sovutkichdan Q_2 issiqlik miqdorini oladi va isitkichga Q_1 issiqlik miqdori beradi.

Shunday qilib, quyidagicha xulosaga kelamiz, yuqorida aytilgan termodinamika ikkinchi asosiy qonunining ta'riflari mazmunilari bir xil bo'lib, faqat shakllari bilan farqlanib hammasi ham tabiatdagi jarayonlarning sodir bo'lish yo'nalishini ko'rsatadi.

Karno sikli va uning foydali ish koeffitsienti. 1824 yilda frantsuz injeneri Sadi Karno termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida ishlovchi eng yuqori FIK li ikki izoterma va ikki



7.10 – расм.

adiabatadan iborat aylanma siklli ideal issiqlik mashinasini nazariy ishlab chiqdi. **Karno sikli** deb nom olgan bu ideal issiqlik mashinasining ishlash printsipi bilan tanishaylik. Ishchi jism sifatida 1 mol ideal gazdan foydalanib amalga oshirilgan Karno siklining (R,V) diagrammadagi grafigi 7-10-rasmda tasvirlangan.

Gazning boshlang'ich holati R_1, V_1, T_1 parametrlar bilan xarakterlansin. Dastlab gazni izotermik ravishda ($T_1=\text{sonst}$) kengaytiraylik. Bu jarayonda gaz isitkichidan Q_1 issiqlik miqdori oladi va A_1 ish bajaradi (7.19) ga asosan

$$Q_1 = A_1 = RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (7.31)$$

hosil qilamiz. Gaz $1 \rightarrow 2$ holatga o'tganda termodinamik parametrlari o'zgaradi. Gazning $2 \rightarrow 3$ holatga o'tkazishda adiabatik kengaytiraylik. 3 holatda uning parametrlari R_2, V_2, T_2 qiymatlarni oladi. Adiabatik kengayishda, ishchi jismning bajargan ishi (7.25) ga asosan quyidagicha bo'ladi.

$$A_2 = \frac{i}{2} R(T_1 - T_2) = C_V(T_1 - T_2) \quad (7.32)$$

Sistemani $3 \rightarrow 4$ holat bo'yicha izotermik siqaylik, bunda bajarilgan ish

$$A_3 = -Q_2 = RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3} \quad (7.33)$$

ga teng. 4 holatda gazning parametrlari R_4, V_4, T_2 qiymatlarni oladi. Temperatura T_2 dan T_1 ga o'zgarganda adiabatik jarayonning bajargan ishi

$$A_4 = C_V(T_2 - T_1) \quad (7.34)$$

teng bo'ladi (7.32) va (7.34) lardan ko'rinadiki, sikl davomida adiabatik jarayonlarda bajarilgan ishlarning yig'indisi nolga teng bo'lar ekan. Buni hisobga olib sikl davomidagi to'liq ish

$$A = A_1 + A_3 = Q_1 - Q_2 \quad (7.35)$$

teng bo'ladi. Bulardan foydalanib Karno issiqlik mashinasining F.I.K ni topaylik

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}}{RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} \quad (7.36)$$

(7.25) Puasson tenglamasidan foydalansak, 2 va 3 holatlarning parametri orasidagi bog'lanish

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$$

ko'rinishga ega bo'ladi. Har ikkila tenglamani hadma-had bo'lib, qolgan qiymatlardan ($\gamma - 1$) darajali ildiz chiqarsak

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

munosabat hosil bo'ladi. Bundan foydalanib (7.36) ni quyidagicha yozamiz:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (7.37)$$

Demak, ideal gaz bilan ishlaydigan Karno issiqlik mashinaning F.I.K. faqat isitkich va sovutkich temperaturalarining qiymatlari bilan aniqlanar ekan.

Real, qaytmaydigan siklning F.I.K. esa

$$\eta' = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (7.38)$$

bo'ladi. Real mashinalarda energiyaning bir qismi qaytmaydigan tarzda sarflanadi. Demak, real mashinaning F.I.K. ideal mashinaning F.I.K. dan kichikroq bo'ladi.

Ba'zida ma'lum bir temperaturada issiqlik miqdori dQ o'zgarishining shu temperaturasiga nisbatiga teng kattalik

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

entropiya ham keng qo'llaniladi. Bu kattalik massa holatining o'zgarganligini bildiradigan funksiyadir. Unga ko'ra Termodinamikaning II qonuni quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta S \geq 0,$$

entropiyani kamaytiruvchi muhitlar bo'lishi mumkin emas. Bu **Klauzius tengsizligi** deyiladi.

Nazorat uchun savollar

1. Termodinamik parametrlar.
2. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi asosiy qonunlari.
3. Karno tsikli va uning foydali ish koeffitsienti.
4. Entropiya.

Tayanch so'zlar

Termodinamikaning ikkinchi asosiy qonuni, Karno tsikli, F.I.K., entropiya, Klauzius tengsizligi.

6-ma'ruza: Elektrostatika asoslari

1. Elektrostatika, zaryadlanish, musbat va manfiy zaryad, Kulon qonuni.
2. Elektr maydon va uning kuchlanganligi, kuchlanganlik chiziqlari.
3. Ostragradskiy- Gauss teoremasi.
4. Elektr toki, Om qonuni, E.Yu.K, kuchlanish.
5. Kontakt potentsiallar ayirmasi. Volta qonunlari.

6. Elektronlar emissiyasi.

7. Yarim o'tkazgichlarda, gazlarda va suyuqliklarda tok.

1. Elektrostatika, zaryadlanish, musbat va manfiy zaryad, Kulon qonuni.

Qadimgi grek olimlari qahraboni junga ishqalaganda turli engil buyumlarni o'ziga tortishini payqaganlar. Grek tilida qahrabo **elektron** degan ma'noni anglatadi. "Elektr" degan so'z shundan kelib chiqqan. Keyinchalik qahrabodan tashqari shisha, ebonit, olmos, oltingugurt, smola va boshqa jismlar ham yumshoq materiallarga - ipak, charm, jun, mo'ynaga ishqalanganda ikki xil elektrlanish hosil bo'lishi aniqlangan. charmga ishqalangan shishada - musbat elektr zaryadi, charmda esa - manfiy elektr zaryadi vujudga kelishi shartli belgilandi. Bir xil ishorali zaryadlar bir-birini itaradi, har xil ishoralilari esa o'zaro tortishadi. Barcha elementar zarrachalarning zaryadi absolyut qiymati jihatdan birday bo'ladi. Bu zaryadni e harfi bilan belgilanadi. Tabiatdagi jismlar tarkibida turli ishorali zaryadlarga ega bo'lgan zarralar miqdori teng bo'ladi. Bunday jismlarning har biri elektr nuqtai nazaridan neytral bo'ladi.

Demak, har qanday izolatsiyalangan sistemada elektr zaryadlarining algebraik yig'indisi o'zgarmaydi.

$$\sum q_i = const \quad (9.1)$$

bunda q_i – sistema tarkibidagi ayrim jismlar elektr zaryadlarining miqdori.

(9.1) munosabat **elektr zaryadining saqlanish qonunini** ifodalaydi.

SI da zaryad birligi sifatida kulon (Kl) qabul qilingan. Kulon hisobida ifodalangan elementar zaryad $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl ga teng bo'ladi.

Kuzatishlarni ko'rsatishicha, bir xil ishorali zaryadlangan jismlar bir-birini itaradi, qarama-qarshi ishorali zaryadlangan jismlar esa o'zaro tortishishadi. Nuqtaviy zaryadlar deb ataluvchi zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi kattaligini 1785 yilda frantsuz fizigi SHarl Kulon o'z tajribalari asosida aniqladi:

Vakuumdagi ikki nuqtaviy elektr zaryadning o'zaro ta'sir kuchihar bir zaryad kattaliklari ko'paytmasiga to'g'ri va zaryadlar orasidagi masofaning kvadratiga teskari proportionaldir, ya'ni

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (9.2)$$

bu erda k - proporsionallik koeffitsienti bo'lib, u SI sistemasida quyidagiga teng bo'ladi:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

bu erda $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Kl²/Nm² = $8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m.

Elektr doimiysi deb ataladi.

Agar zaryadlarning o'zaro ta'siri bir jinsli va izotrop muhitda bo'lsa, Kulon qonuning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2} \quad (9.3)$$

bu erda ϵ - birliksiz kattalik bo'lib, **muhitning dielektrik singdiruvchanligi** deb yuritiladi.

Kulon qonunining vektor ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

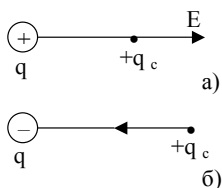
$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2 \vec{r}_{12}}{r^2 \vec{r}} \quad (9.4)$$

bu erda $\vec{F}_{12}$ - q_2 zaryad tomonidan q_1 zaryadga ta'sir yo'nalishini ko'rsatiladi, $\vec{r}_{12}$ - q_1 dan q_2 ga o'tkazilgan radius vektor, $r = |\vec{r}_{12}|$

2. Elektr maydon va uning kuchlanganligi, kuchlanganlik chiziqlari

Kulon qonuniga asosan, bir-biridan ma'lum masofada turgan zaryadlar *fazo orqali* o'zaro ta'sirlashadi. **Elektr zaryad atrofidagi elektr kuchlar ta'siri seziladigan fazo sohasi bu zaryadning elektr maydoni deb ataladi.**

Elektr maydonning xususiyatlarini o'rganish uchun "sinov zaryadi" tushunchasi kiritiladi. "Sinov zaryadining" miqdori mumkin qadar kichik bo'lishi kerak, chunki u o'z maydoni bilan tekshirilayotgan maydonning xususiyatlarini o'zgartira olmasin. Zaryad $+q$ ga nisbatan holati radius - vektor $\vec{r}$ bilan aniqlangan nuqtaga sinov zaryadi ($+q_c$) joylashtiraylik (9.1-rasm). Bu zaryadga quyidagicha Kulon kuchi ta'sir qilganini topamiz.



9.1 – rasmi.

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qq_c}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \quad (9.5)$$

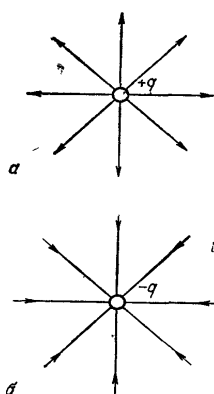
$\frac{F}{q_c}$ nisbat birlik musbat zaryadga ta'sir qiluvchi kuchni xarakterlaydi, bu kuch sinash zaryadi kattaligi-ga bog'liq bo'lmaydi. SHuning uchun bu nisbatni elektr maydonini belgilovchi kattalik sifatida qabul qilib, E bilan belgilaymiz

$$\vec{E} = \frac{F}{q_c} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \quad (9.6)$$

(9.6) munosabatdagi vektor kattalik *elektr maydonning kuchlanganligi* deb ataladi.

Demak, *elektr maydonning ixtiyoriy nuqtasidagi maydon kuchlanganligi deganda shu nuqtaga olib kirilgan birlik zaryadga ta'sir etuvchi kuch bilan xarakterlanuvchi fizik kattalik tushuniladi.*

Elektr maydon kuchlanganligi vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi maydonning tekshirilayotgan nuqtasiga olib kirilgan birlik musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuchning yo'nalishi bilan aniqlanadi (9.1-rasm). Agar q zaryad musbat bo'lsa, E yo'nalishi maydonning tekshirilayotgan nuqtasini birlashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab zaryaddan tashqariga yoki q manfiy bo'lganda, zaryad tomonga yo'nalgan bo'ladi.



9.2 – rasmi.

SI da elektr maydon kuchlanganligining birligi Nyuton taqsim kulon (N/Kl) yoki volt taqsim metr (V/m) deb qabul qilingan.

Agar elektr maydonini bir necha zaryad vujudga keltirayotgan bo'lsa, natijaviy maydonning kuchlanganligi alohida zarralar hosil qilgan elektr maydon kuchlanganliklarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i \quad (9.7)$$

(9.7) ifoda *maydonlar superpozitsiyasi (qo'shish) printsipini* ifodalaydi.

Elektr maydonni grafik usulda tasvirlash uchun **kuchlanganlik chiziqlari** kattaligi kiritiladi. Kuchlanganlik chiziqlarini quyidagi ikki shartga asoslanib o'tkaziladi:

1. Kuchlanganlik chizig'ining ixtiyoriy nuqtasiga o'tkazilgan urinma elektr maydonning shu nuqtadagi kuchlanganlik vektorining yo'nalishi bilan mos tushishi kerak.

2. Chiziqlar zichligini tan-lashda chiziqlarga perpendikular joylashgan birlik yuzadan o'tayotgan chiziqlar soni E vektorining son qiymatiga teng bo'lishi kerak.

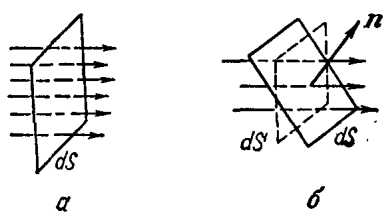
Elektr maydon kuch chiziqlarining boshi va oxiri mavjud bo'lib, ular musbat zaryaddan boshlanib manfiy zaryadda tugaydi. Agar elektr maydonning hamma nuqtalarida E kuchlanganlik bir xil bo'lsa, elektr maydoni bir jinsli deyiladi.

9.2 a va b rasmlarda musbat va manfiy nuqtaviy zaryadlarning elektr maydoni tasvirlangan. Nuqtaviy zaryadlarning kuchlanganlik chiziqlari radial to'g'ri chiziqlardan iborat bo'lib musbat zaryad sirtidan boshlanib manfiy zaryad sirtida tugaydi yoki musbat zaryaddan chiqib cheksizlikka yoyilib ketadi.

3. Ostragradskiy-Gauss teoremasi.

Elektr maydonida joylashgan biror sirtni kesib o'tayotgan kuch chiziqlari soni maydonning shu sirt orqali o'tayotgan *kuchlanganlik oqimi* F deyiladi.

Endi F ning qiymatini aniqlaylik. Buning uchun kuchlanganlik chiziqlarining yo'nalishiga perpendikular qilib joylashtirilgan dS elementar yuzachani olaylik (9.3a-rasm). dS



9.3 –rasm.

yuzani kesib o'tayotgan kuchlanganlik chiziqlarini soni $E dS$ ga teng. $E dS$ ifoda dS yuzadan o'tayotgan kuchlanganlik vektorining oqimi deyiladi. Agar sirt kuchlanganlik chiziqlariga perpendikular bo'lmasa va maydon kuchlanganligi uning turli sohalarida turlicha bo'lsa, u holda sirtni har birida E maydon kuchlanganligi doimiy bo'ladi deb hisoblash mumkin bo'lgan dS kichik yuzachalarga bo'lish kerak. Bunda

elementar yuza orqali o'tayotgan kuchlanganlik oqimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$d\Phi = E dS' = E dS \cos \alpha = E_n dS \quad (9.8)$$

Bu erda α - kuchlanganlik chizig'i bilan dS yuzaga o'tkazilgan normal n orasidagi burchak. dS' esa dS yuzaning kuchlanganlik chiziqlariga perpendikular bo'lgan tekislikka proektsiyasi. U holda butun yuza orqali o'tayotgan maydon kuchlanganligi oqimi $d\Phi$ elementar oqimlarining yig'indisi bilan ifodalanadi. Buni integrallash amali orqali quyidagicha yozamiz:

$$\Phi = \int_S d\Phi = \int_S E_n dS \quad (9.9)$$

E vektorining radiusi r bo'lgan sferik sirt orqali oqimini topaylik. (9.6) ni eslasak

$$E_n = |E| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

ikkinchi tomondan, r radiusli sferik sirtning to'liq yuzi $4\pi r^2$ ga teng. Natijada

$$\Phi = \oint_S E_n dS = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (9.10)$$

Bu ifoda bitta nuqtaviy zaryadni o'rab turgan sferik sirt orqali o'tuvchi E vektorining oqimini ifodalaydi. Endi biror yopiq sirt ichiga qiymatlari ixtiyoriy bo'lgan q_1, q_2 va hokazo nuqtaviy zaryadlar joylashgan bo'lsin.

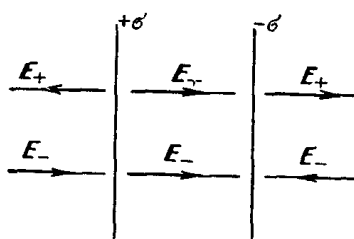
Maydonlarning superpozitsiya printsipiga muvofiq (9.7) ga asosan:

$$E_n = E_{n1} + E_{n2} + \dots + E_{nk} = \sum_{i=1}^k E_{ni} \quad (9.11)$$

(9.11) va (9.9) lardan foydalanib quyidagini hosil qilamiz:

$$\Phi = \oint_S E_n dS = \oint_S \sum_{i=1}^k E_{ni} dS = \sum_{i=1}^k \oint_S E_{ni} dS \quad (9.12)$$

Bu ifoda i nuqtaviy zaryad tufayli vujudga kelgan E_{ni} - elektr maydon kuchlanganligi vektorining shu zaryadni o'rab turuvchi ixtiyoriy berk S sirt orqali oqimini xarakterlaydi. YU-qoridagi (9.10) munosabatga asosan:



9.4 –rasm.

$$\oint_S E_{ni} dS = \frac{q_i}{\epsilon_0}$$

Buni e'tiborga olib (9.12) ni quyidagicha yozamiz:

$$\Phi = \oint_S E_n dS = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i \quad (9.13)$$

Bu ifoda *Gauss teoremasi deb ataladi*. bu teoremani quyidagicha ta'riflash mumkin: *elektr maydon kuchlanganlik vektorining ixtiyoriy shakldagi berk sirt orqali oqimi shu sirt ichida joylashgan zaryadlar algebraik yig'indisining ε_0 ga bo'lgan nisbatiga tengdir*.

Gauss teoremasidan foydalanib zaryadning sirt zichligi $+\sigma$ bo'lgan tekis zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydon kuchlanganligini topaylik, u

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad (9.14)$$

ga teng bo'ladi, bu erda $\sigma = \frac{q}{S}$ zaryad sirt zichligidir. Ikkita o'zaro parallel tekis zaryadlangan cheksiz tekisliklarning oralig'idagi elektr maydon kuchlanganligi

$$E = E_+ + E_- = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad (9.15)$$

bo'ladi. Demak, natijaviy maydon ikkala zaryadlangan tekislik tufayli vujudga kelgan maydonlarning yig'indisidan iborat bo'lar ekan (9.4-rasm). Bu ikki tekislik orasidagi maydonning barcha nuqtalarida E ning qiymati va yo'nalishi bir xil bo'lgani uchun bu maydonni ***bir jinsli maydon*** deb ataladi.

4. Elektr toki, Om qonuni, E.Yu.K, kuchlanish.

Zaryadli zarrachalarning ma'lum bir yo'nalishida tartibli harakati ***elektr toki*** deb ataladi. "Tok" - "oqim" degan ma'noni anglatadi. Elektr tokini metallardan erkin elektronlarning harakati, elektrolitlarda ionlarning gazlarda esa ionlar bilan elektronlarning harakati hosil qiladi.

Tokning yo'nalishi uchun shartli ravishda ***musbat zaryadlarning harakat yo'nalishi*** qabul qilingan. O'tkazgichlar ichida elektr maydoni sababli hosil bo'lgan elektr tokiga ***o'tkazuvchanlik toki*** deb ataladi.

O'tkazuvchanlik tokini hosil qilgan erkin elektronlar-ning harakatini bevosita kuzatib bo'lmaydi. Lekin o'tkazgichdagi ***tokning mavjudligini*** uning ta'siri yoki u vujudga keltirgan hodisalariga qarab quyidagicha aniqlash mumkin:

1. Tok o'tayotganda o'tkazgich qiziydi.
2. Tokning magnit ta'siri.
3. Elektr toki o'tganda kimyoviy tarkibi o'zgarishi.

Tokning tabiatidan qat'iy nazar uni xarakterlovchi asosiy kattalik sifatida ***tok kuchi*** qabul qilingan. O'tkazgichning kesim yuzidan dt vaqt davomida dq zaryad miqdori o'tayotgan bo'lsa, bunday tokning kuchi:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (11.1)$$

ga teng bo'ladi. Uni quyidagicha ta'riflash mumkin: ***o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzidan vaqt birligi ichida o'tgan elektr zaryadiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka tok kuchi deb ataladi***.

Vaqt o'tishi bilan miqdori va yo'nalishi o'zgarmaydigan tokka ***o'zgarmas tok deb ataladi***. YUza birligidan o'tayotgan tok kuchiga tok zichligi deb yuritiladi.

$$j = \frac{I}{S} \quad (11.2)$$

O'tkazgichning bir birlik ko'ndalang kesim yuzidan o'tgan tokning kuchiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka tok zichligi deyiladi. Agar elektr toki ikki xil ishorali

zaryadlarning tartibli harakati tufayli vujudga kelayotgan bo'lsa, tok zichligining ifodasini quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin:

$$j = q^+ n^+ u^+ + q^- n^- u^- \quad (11.3)$$

bunda q^+ va q^- mos ravishda musbat va manfiy tok tashuvchilarning zaryad miqdorlari, n^+ va n^- ularning kontsentratsiyasi (ya'ni bir-birlik hajmdagi soni), u^+ va u^- esa ularning tartibli harakati-dagi o'rtacha tezliklari.

SI da tok kuchining o'lchov birligi- amper (A) bo'lib, u asosiy birlik sifatida qabul qilingan. Tok zichligi birligi - amper taqsim metr kvadrat (A/m^2).

Elektr yurituvchi kuch va kuchlanishi. Biror o'tkazgich olib, bu o'tkazgichning A va V uchlarida turli ishorali ortiqcha musbat va manfiy zaryadlar bilan ta'minlanganligini nazarda tutib, bu o'tkazgich bo'ylab o'tkazgichning uchlarida hosil bo'lgan $\phi_A - \phi_V$ potentsiallar ayirmasi uning ichida potentsial tushishi tomonga yo'nalgan elektr maydoni hosil bo'lishini tekshiraylik. Bu maydon kuchlari ta'sirida musbat zaryadlar A dan V ga qarab, manfiy zaryadlar esa V dan A ga qarab tartibli xarakatga keladi va natijada o'tkazgich bo'ylab elektr toki oqa boshlaydi. Ammo bu holat uzoq vaqt davom etmaydi, chunki zaryad tashuvchilarning harakati o'tkazgich ichidagi maydonni tezlik bilan yo'qolishiga va tokning to'xtashiga olib keladi.

O'tkazgichda uzluksiz ravishda elektr toki mavjud bo'lishi uchun maxsus qurilma bo'lishi va uning ichida hamma vaqt turli ismli zaryadlar ajralib turishi, hamda musbat zaryadlar A uchiga, manfiy zaryadlar esa V uchiga ko'chib turish zarur. Bunday qurilmani **tok manbai deyiladi**. Tok manbaida zaryadlarni ajratuvchi kuchlar elektrostatik xarakteriga ega bo'lmasligi kerak, chunki elektr kuchlar turli ismli zaryadlarni ajratmaydi, balki faqat birlashtirishi mumkin. SHuning uchun tok manbaida zaryadlarni ajratuvchi kuchlar **begona**, ya'ni **tashqi kuchlar** deb yuritiladi. Tok manbalarida zaryadlarni ajratish jarayonida mexanik, kimyoviy, ichki va boshqa turdagi energiyalar elektr energiyasiga aylanadi. Masalan, o'zgarmas tok generatorida bu kuchlar magnit maydon energiyasi va yakorning aylanishidagi mexanik energiya, elektrofara mashinasida mexanik energiya, termoelementda ichki energiya, akkumulator va galvanik elementda - kimyoviy reaksiyalar energiyasi, yarimo'tkazgich fotoelementda yorug'lik energiyasi hisobiga hosil qilinadi. SHunday qilib, tok manbai o'tkazgichning A va V uchlarini uzluksiz ravishda har xil ismli zaryadlar bilan ta'minlab turadi. Ammo tok manbai ichida zaryadlarning ajralishiga, birinchidan, musbat qutbdan manfiy qutbga yo'nalgan ichki elektr maydoni va ikkinchidan, tok manbai ichida ionlarni harakatiga elektrolitning (yopishqoqligi) qarshiligi to'sqinlik qiladi. SHu tariqa tashqi elektr ajratuvchi kuchining bajargan A_t ishi tok manbai ichidagi elektr maydoni kuchlariga qarshi bajariladi, u holda

$$\frac{A_t}{q} = E \quad (11.4)$$

kattalik tok manbaining *elektr yurituvchi kuchi* deyiladi. U quyidagicha ta'riflanadi: *tok manbaining elektr yurituvchi kuchi (E.YU.K.) tashqi kuchlar ta'sirida birlik musbat zaryadni manbani o'z ichiga olgan berk zanjir bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish bilan xarakterlanadi*.

SI da EYUK birligi qilib volt (V) qabul qilingan: 1V - shunday tok manbaining EYUK ki, u manbani o'z ichiga olgan berk zanjir bo'ylab 1Kl zaryadni ko'chirishda 1J ish bajariladi. Ochiq zanjirdagi tok manbaining EYUK manbaining qutblaridagi potentsiallar farqiga teng:

$$E = \phi_A - \phi_B \quad (11.5)$$

Tashqi elektr zanjiri bilan tutashtirilgan tok manbai qutblaridagi potentsiallar ayirmasi tok manbaining **kuchlanishi** deyiladi.

YOpiq zanjir uchun, birinchidan, kulon kuchlari ta'sirida birlik musbat zaryadni A dan V gacha ko'chirishda bajarilgan ish shu ikki nuqta orasidagi potentsiallarning farqi ($\phi_A - \phi_V$) ga teng. Ikkinchidan, tashqi kuchlar ta'sirida birlik musbat zaryadni zanjirning tekshirilayotgan qismida ko'chirishda bajarilgan ish zanjirning shu qismidagi manbaining EYUK E_{AV} ga teng. SHuning uchun kuchlanish

$$U_{AB} = (\varphi_A - \varphi_B) + E_{AB} \quad (11.6)$$

teng bo'ladi. Agar $E_{AV} = 0$ bo'lsa,

$$U_{AB} = (\varphi_A - \varphi_B)$$

bo'ladi.

Kuchlanish ham, xuddi EYUK kabi volt (V)da o'lchanadi.

Om qonuni juda ko'p tajribalar natijasi asosida kashf etilgan qonundir. Uning to'g'riligi boshqa kishilar tomonidan o'tkazilgan ko'pgina tajribalarda ham isbotlangan. 1826 yili nemis fizigi Om quyidagi qonunni yaratdi: bir jinsli metall o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi ushbu o'tkazgichning uchlaridagi kuchlanishga to'g'ri proporsional:

$$I = \frac{1}{R} U \quad (11.7)$$

bu erda R - o'tkazgichning elektr qarshiligidir. (11.7) tenglama zanjirning bir **qismi uchun Om qonunini ifodalaydi**. Qarshilik birligi Om deb qabul qilingan. O'tkazgichning uchlaridagi kuchlanish 1V bo'lganda 1A tok kuchi o'tadigan o'tkazgichning elektr qarshiligi 1 Om ga teng bo'ladi. Elektr qarshilikka teskari bo'lgan kattalik

$$G = \frac{1}{R} \quad (11.8)$$

elektr o'tkazuvchanlik deb ataladi, uning o'lchov birligi **simens (Sm)**. **1Sm - elektr qarshiligi 1 Om bo'lgan o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligidir.**

Metall o'tkazgichning tokka ko'rsatadigan qarshiligi erkin elektronlarning metalldagi kristall panjara ionlari bilan to'qnashishlari tufayli hosil bo'lgani uchun qarshilik o'tkazgichning shakli, o'lchamlari va uning qanday materialdan yasalganligiga bog'liq bo'ladi. Omning tadqiqotlariga muvofiq, bir jinsli tsilindsimon o'tkazgich uchun o'tkazgichning qarshiligi uning uzunligiga to'g'ri proporsional va ko'ndalang kesim yuzi S ga teskari proporsional

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (11.9)$$

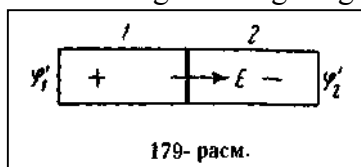
bu erda ρ - o'tkazgichning **solishtirma elektr qarshiligi**. U o'tkazgich materialining tabiatiga bog'liq kattalikdir. Solishtirma elektr qarshilikka teskari bo'lgan:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (11.10)$$

kattalikni o'tkazgichning **solishtirma elektr o'tkazuvchanligi** deb ataladi. Solishtirma elektr qarshilikning o'lchov birligi - Om metr (Om.m); **1 Om.m** - ko'ndalang kesimi 1m^2 , uzunligi 1m bo'lganda 1 Om elektr qarshilikka ega bo'lgan o'tkazgichning solishtirma elektr qarshiligidir.

5. Kontakt potentsiallar ayirmasi. Volta qonunlari

Endi ikki turli 1 va 2 metallni kontaktga keltiraylik, bu metallarning chiqish ishlari mos ravishda A_1 va A_2 , shu bilan birga $A_1 < A_2$ bo'lsin (179-rasm). Ravshanki, issiklik harakati jarayonida metallarning ajralish sirtiga tushib qolgan erkin elektron ikkinchi metallga tortiladi, chunki bu metall tomonidan elektronga katta tortish kuchi ta'sir qiladi ($A_2 > A_1$). Binobarin, metallarning bir-biriga tegishish sirti orqali erkin elektronlarning birinchi metallardan ikkinchi metallga «ko'chishi» sodir bo'ladi, buning natijasida birinchi metall musbat, ikkinchi metall esa manfiy zaryadlanadi. Bunda



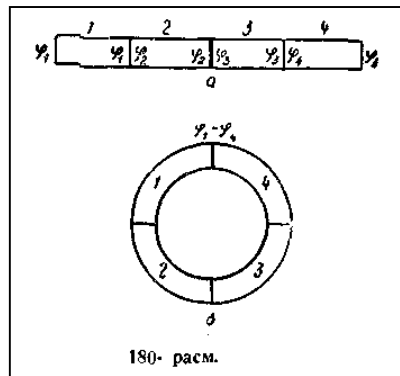
hosil bo'ladigan $\varphi'_1 - \varphi'_2$ potentsiallar ayirmasi E kuchlanganlikli elektr maydonini vujudga keltiradi, bu elektr maydoni elektronlarning yanada «ko'chishi»ni qiyinlashtiradi va elektronni kontakt potentsiallar ayirmasi hisobiga ko'chirish ishi chiqish ishlari farqiga tenglashganida, ya'ni

$$e(\varphi'_1 - \varphi'_2) = A_2 - A_1 \quad (19)$$

yoki

$$\varphi'_1 - \varphi'_2 = - \frac{A_1 - A_2}{e}$$

bo'lganda bunday «ko'chishni» to'xtatadi, bu erda e – elektron zaryadining absolyut kattaligi. $\varphi'_1 - \varphi'_2$ ayirmaning qiymati odatda bir voltga yaqin bo'ladi.



Endi chiqish ishlari bir xil $A_2 = A_1$, biroq erkin elektronlar konsentratsiyasi (hajm birligidagi elektronlar soni) n_{01} va $n_{02} < n_{01}$ turlicha bo'lgan 1 va 2 metallni kontaktga keltiraylik. Endi erkin elektronlarning birinchi metallardan ikkinchi metallga ortiqcha o'tishi boshlanadi. Natijada birinchi metall musbat, ikkinchi metall manfiy zaryadlanadi. Metallar orasida $\varphi''_1 - \varphi''_2$ potentsiallar farqi vujudga keladi va u elektronlarning ortiqcha o'tishini to'xtatadi. Nazariy hisobning ko'rsatishicha, potentsiallar farqi metallardagi erkin elektronlar konsentratsiyasining

nisbatiga va T temperaturaga bog'liq bo'lar ekan:

$$\varphi''_1 - \varphi''_2 = \frac{kT}{e} \ln \frac{n_{01}}{n_{02}}, \quad (20)$$

bu erda k — Boltsman doimiysi. Xona temperaturasida $\varphi''_1 - \varphi''_2$ ning qiymati 10^{-1} V bo'ladi.

Chiqish ishlari va erkin elektronlar konsentratsiyasi turlicha bulgan metallar kontaktining umumiy holda kontakt potentsiallar ayirmasi (19) va (20) formulalarga asosan quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = - \frac{A_1 - A_2}{e} + \frac{kT}{e} \ln \frac{n_{01}}{n_{02}}. \quad (21)$$

(21) formuladan Voltaning birinchi qonuni bevosita kelib chiqadi, chunki kontakt potentsiallar ayirmasi fakat o'tkazgichlarning xarakteristikalar (A_1, A_2, n_{01} va n_{02}) va temperatura T orqali ifodalanadi.

Temperaturalari birday bo'lgan bir necha (masalan, to'rtta) turli jinsli metall o'tkazgichlarni bir-biriga tegizaylik (180a-rasm). (21) formuladan foydalanib, bir-biriga tegib turgan o'tkazgichlar juftlari kontakt potentsiallar ayirmasining yig'indisi

$$(\varphi_1 - \varphi_2) + (\varphi_2 - \varphi_3) + (\varphi_3 - \varphi_4) = \varphi_1 - \varphi_4$$

bo'lishini ko'rsatish oson. Demak, *bir necha ketma-ket ulangan o'tkazgichlardan tuzilgan ochiq zanjir uchlaridagi potentsiallar ayirmasi ikki chekkadagi 1 va 4 o'tkazgichlar hosil qilgan kontakt potentsiallar ayirmasiga teng va oradagi 2 va 3 o'tkazgichlarga bog'liq emas.*

Volta tajribalarda avval aniqlagan bu qoida ham *Voltaning ikkinchi qonuni* deyiladi.

Agar endi chekka o'tkazgichlarini bevosita o'zaro ulansa (180,b-rasm), ular orasidagi mavjud potentsiallar ayirmasi kattalik jihatdan 1 va 4 o'tkazgichlarning kontakt joyida hosil bo'luvchi $\varphi_1 - \varphi_4$ ga teng potentsiallar ayirmasi bilan kompensatsiya qilinadi. Shuning uchun bir xil temperaturali metall o'tkazgichlardan tuzilgan berk zanjirda kontakt potentsiallar ayirmasi tok hosil qilmaydi.

6. Elektronlar emissiyasi

Tartibsiz issiqlik harakatlari tufayli metalning o'tkazuvchanlik elektronlari metall jismning tashqarisiga uchib chiqishlari mumkin. SHuning uchun metall sirt yaqinida, metall bilan muntazam elektron almashtirib turuvchi, metall bilan dinamik muvozanatda bo'lgan elektron buluti xosil bo'ladi. Bulutda elektronlarning sezilarli konsentratsiyasi faqat metall sirtidan bir necha atomlar aro masofaga yaqin masofalardagina kuzatiladi holos. Metall sirtida

ionlarning ortiqcha musbat zaryadlari bo'ladi. Bu zaryadlar va elektronlar buluti yupqa **qo'shaloq elektr qatlamini** hosil qiladi, ularning elektr maydoni elektronlarining metaldan uchib chiqishiga to'sqinlik qiladi.

Metaldan vakuumga chiqish uchun o'tkazuvchanlik elektronlari bajarishi lozim bo'lgan eng kichik ishini A chiqish ishi deyiladi.

Elektron tomonidan chiqish ishi uning kinetik energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi. Bu ish qo'shaloq elektr qatlami maydon kuchlariga, hamda "oynaviy tasvir", ya'ni uchib chiqayotgan elektronlar induktsiyalagan metal o'tkazgich sirtidagi musbat zaryadlar (bu zaryad uchib chiqayotgan elektronlarning o'tkazgich ichidagi elektr maydonini ekranlaydi) tomonidan tortish kuchlariga qarshi bajarilgan ishlarni o'z ichiga oladi. Chiqish ishi metallning kimyoviy tabiatiga va uning sirtini xolatiga bog'liq. Sirtning ifloslanishi, oksidlanishi va boshqa sirt holatining o'zgarishi chiqish ishini sezilarli o'zgartirib yuboradi. Toza metallarda chiqish ishi bir necha elektron-volg't atrofida bo'ladi.

Suyuq yoki qattiq jismlardan elektronning uchib chiqishiga elektron **emissiya** deyiladi, elektronlarni chiqarayotgan jismlarni esa **emitterlar** deyiladi.

Chiqish ishini engishga etarli energiyani emitter elektronlari ega bo'lish mexanizmiga qarab elektron emissiyasi quyidagi turlarga bo'linadi:

- a) **Termoelektron emissiya** - qizdirilgan jismlardan elektronlarning chiqishi;
- b) **Fotoelektron emissiya** yoki tashqi **fotoeffekt** - elektromagnit nurlanish ta'sirida elektronlarning chiqishi;
- v) **Ikkilamchi elektron emissiya** - birlamchi elektronlar bilan emittirni bombardimon qilinishi natijasida ikkilamchi elektronlarning chiqishi;
- g) **Ion-elektron emissiya** - elektroni ionlar bilan bombardimon qilinishi natijasida elektronlarning chiqishi;
- d) **Avtoelektron emissiya** - o'tkazuvchi suyuq va qattiq jismlardan, ularning sirtidan juda kuchli elektr maydoni ta'sirida elektronlarning chiqishi. Avtoelektron emissiya - **tunnel effekti** deb ataladigan kvant - mexanik hodisaga misol bo'ladi.

7. Yarim o'tkazgichlarda, gazlarda va suyuqliklarda tok

Elektronikaning rivojlanishiga elektrovakuum asboblarning paydo bulishi asos buldi. Kupchilik elektrovakuum asboblarning ishlashi termoelektron emissiyaga, ya'ni vakuumda kizdirilgan metallardan elektronlarning uchib chikishiga asoslanadi.

Elektrovakuum asboblarning eng soddasi, - ichiga ikki elektrod (anod va katod) joylashtirilgan, xavosi surib olingan shisha balon – elektrovakuum diod xisoblanadi. Agar diodning anodini tashki manbaning musbat kutbiga, katodni esa manfiy kutbiga ulasak, lampadan anod toki I_a utadi.

EYUK E_a uzgarmas bulsa, lampadagi tok katodning kizdirilish darajasiga va anod bilan katod orasidagi kuchlanish U_a ga boglik buladi. $I_a=f(U_a)$ boglanish diodning anod xarakteristikasi deyiladi.

YArim utkazgich materiallarga kimeviy elementlarga germaniy, kremniy, kimyoviy birikmalar –metall oksidlari, (oksidlar), oltingugurt birikmalari (sulfidlar), selen birikmalari (selenidlar)va boshkalar misol bula oladi. Biz shulardan sof yarim utkazgich material – germaniy (yoki kremniy)ning ayrim xususiyatlari bilan tanishib chikamiz.Germaniy sirtki elektron kobigida 4 ta valent elektron bor. Bu elektronlar kushni atomlarning xar biri bir-biriga **kovalent bog'lanish** deb ataladigan juft elektronli boglanish tufayli uzaro ta'sir kursatadi. Bu boglanishni xosil bulishida xar bir atomdan bittadan valentlik elektroni katnashadi, bu elektronlar atomdan ajralib chikib, kristallda mushtarak bulib koladi va uz xarakatida kuprok vakt kushni atomlar orasidagi fazoda yuradi. Ularning manfiy zaryadi germaniyning musbat ionlarini bir-biri yakinida tutib turadi.

Yarimo`tkazgichlarda xususiy elektr o`tkazuvchanlik. $T=0$ K da xususiy yarimo`tkazgichlarning valent zonasi elektronlar bilan butunlay to`lgan bo`ladi, bu holda yarimo`tkazgich sof dielektrik bo`ladi. Agar temperatura  $T \neq 0$  bo`lsa, valent zonaning yuqori sathlaridagi bir qism elektronlar o`tkazuvchanlik zonasining pastki sathlariga o`tadi. Bu holda elektr maydoni ta`sirida o`tkazuvchanlik zonasidagi elektronlar va valent zonada hosil bo`lgan bo`sh joylar (teshiklar) harakatga keladilar. Natijada yarimo`tkazgichlarning elektr o`tkazuvchanligi noldan farqli bo`ladi, ya`ni sof yarimo`tkazgichda erkin elektron va teshik vujudga keladi. Elektr maydon ta`sirida butun kristall bo`ylab elektronlar maydonga teskari yo`nalishda, teshiklar esa maydon yo`nalishida harakatga keladi. ***Bunday elektr o`tkazuvchanlik faqat sof yarimo`tkazgichlar uchun xos bo`lib, uni xususiy elektr o`tkazuvchanlik deyiladi.*** Aslida, sof yarimo`tkazgichlarning biror joyida kovalent bog`lanishning buzilishi natijasida elektron va teshik vujudga keladi. Kristallni qizdirilganda yoki uni yoritilganda yarimo`tkazgich atomining kovalent bog`lanishdagi elektronlari issiqlik harakat energiyasi sof yarimo`tkazgichdagi kovalent bog`lanishni buzishga etarli bo`lib qolganda, bu elektron o`z o`rnini tashlab kristall bo`ylab harakat qila boshlaydi. Odatda energiyaning bu qiymatini ***aktivlash energiyasi*** deb ataladi. Elektron bo`shatgan joy atrofida elektroneytrallik buziladi. Bu erda manfiy zaryad etishmagani uchun bo`sh joy (teshik)ning zaryadini ***musbat*** deb qabul qilinadi. Agar elektron teshik bilan uchrashsa (bu jarayon ***rekombinatsiya*** deyiladi), u teshik atrofidagi musbat zaryadni neytrallaydi. Demak, sof yarimo`tkazgichda elektron va teshiklar birgalikda, ya`ni juft bo`lib paydo bo`ladi yoki yo`qoladi.

Yarimo`tkazgichlarda aralashmali elektr o`tkazuvchanlik. Tabiatda sof yarimo`tkazgich kristalli uchramaydi, ya`ni oz miqdorda bo`lsa ham begona element atomlari aralashgan bo`ladi. Bu aralashma yarimo`tkazgichlarda juda ko`p o`zgarishlarni vujudga keltirishi mumkin. To`rt valentli kremniy (Si) dan yoki germaniy (Ge) dan tuzilgan kristall panjaraning ba`zi tugunlarida besh valentli atomlar, masalan, fosfor(P) yoki mishoyak (As) joylashsin (21.7-rasm). Bu vaqtda aralashma atomlaridan to`rtta elektron (Si) yoki (Ge) atomlari bilan kovalent bog`lanishda bo`ladi, beshinchi elektron esa atom bilan juda zaif bog`lanadi. SHuning uchun issiqlik harakat energiyasi ham bu elektronni atomdan ajratib ozod elektron bo`lishiga etarlidir. Bu elektronlar tok tashuvchilik vazifani bajaradi. Bunday yarimo`tkazgich ***elektronli*** yarimo`tkazgich deyiladi. Kiritilgan P va As atomlarni donorlar yoki ***n - tip*** aralashma deyiladi.

To`rt valentli element atomlaridan iborat bo`lgan kristall panjaraning ba`zi tugunlarida uch valentli element atomlari joylashgan bo`lsin To`rtinchi kremniy atomi bilan kovalent bog`lanish to`ldirilgan bo`ladi, ya`ni bitta elektron uchun bo`sh joy mavjud bo`ladi. Qo`shni kremniy atomlarining birorta elektroni o`z atomidan ajralib bu joyni to`ldiradi. Natijada aralashma atomi atrofidagi bog`lanish to`ladi, lekin elektronni yo`qotgan kremniy atomi atrofida teshik vujudga keladi. Bu teshik ikkinchi kremniy atomidan ajralib chiqqan elektron bilan to`ldirilishi mumkin. SHu tariqa teshik kristall bo`ylab xaotik ravishda ko`chib yurishi mumkin. Agar bu yarimo`tkazgichda elektr maydon hosil qilinsa, teshik elektr maydon kuchlanganlik vektori yo`nalishida ko`chib, yarimo`tkazgichda ***teshikli elektr o`tkazuvchanlik*** mavjud bo`ladi. Bunday elektr o`tkazuvchanlik ***p - tip o`tkazuvchanlik*** deb ataladi. P - tip aralashma tufayli taqiqlangan zonada ***akseptor sath*** vujudga keladi, bu sathga elektron o`tishi uchun lozim bo`lgan energiya ΔW_a bilan ifodalanadi. Har ikkala holda W_f - Fermi sathi hisoblanadi.

Gazlarda elektr toki. Gazlar, metallar va elektritlardan farqli ravishda elektr neytral atom va molekullardan tashkil topgan, ya`ni elektr maydon ta`sirida tartibli harakatga kela oladigan tok tashuvchi - zaryadlangan zarrachalarga ega emas. Demak, oddiy sharoitda gazlar elektr tokini o`tkazmaydi. Agar uning molekullarining bir qismi ionlashtirilsa, ya`ni elektron va musbat ionlarga parchalansa, gaz o`tkazgich bo`lib qoladi. Hosil bo`lgan elektronlarning bir qismi neytral molekullarga birlashishi tufayli gazda manfiy ionlar ham xosil bo`lishi mumkin.

Gazlarni zarrachalar vositasida ionlashtirish zarbali ionlashish deyiladi. Faraz kilaylik, bizga bir atomli gaz berilgan. Unga zarrachalar okimini yo`naltirsak, zarrachalar gazning neytral atomlari bilan to`knashadi. Zarrachalarning kinetik energiyasi atomlarning ionlanish ishidan kam

bo'lmasa to'knashuv noelastik bo'ladi va gazning atomi ionlashadi, ya'ni elektron va musbat zaryadli ion xosil bo'ladi. Elektronlar o'z navbatida ionlar bilan birlashib ularni neytral xolga keltirishi mumkin. Bu xodisani rekombinatsiya xodisasi deyiladi. Ionlashgan gazdan tok o'tishiga elektr razryadi yoki gaz razryadi deyiladi. Gazning elektr o'tkazuvchanligi doimiy tashki taosir xisobiga sodir bo'lsa, bunday razryadni nomustakil razryad deyiladi va u tashki taosir to'xtatilgan zaxoti so'nadi. Nomustakil razryad xodisasini kuyidagi kurilma yordamida o'rganish mumkin.

Ionlashtiruvchi rengen nurlarining intensivligi doimiy bo'lgani uchun kuchlanish ortishi bilan anod va katodga birlik vakt ichida etib borayotgan tok tashuvchilarning soni kamaya boradi (2 soxa) va Om konunidan chetlashish kuzatiladi. Kuchlanishning yanada ortishi natijasida gazda birlik vakt ichida kancha elektron va ion xosil bo'lsa, ularning barchasi aynan shu vakt ichida mos ravishda anod va katodga etib kelishadi. Ya'ni, anod va katodga kelib tushyotgan zaryadli zarrachalar soni o'zgarmas bo'lib koladi. Natijada tok xam o'zgarmaydi (3 soxa). Tokning bu kiymatini to'yinish toki I deyiladi va u I_0 en bo'ladi. Bundagi n- gazning birlik xajmida 1 sekunda xosil bo'layotgan elektronlar va ionlar soni.

Mustakil gaz razryadi deb tashki ionizatorning taosiri to'xtatilganda xam davom etadigan gaz razryadiga deyiladi. Buning uchun razryadining o'zi, kuyida bayon kilingan jarayonlar tufayli, gazda uzliksiz tok tashuvchilarni xosil qilish imkoniyatiga ega bo'lish kerak. Ular gaz molekulalarini zarbali ionlashishi tufayli paydo bo'ladi.

Yukoridagi 7.6 va 7.7-rasmlarga murojat kilamiz. K-A orasidagi kuchlanishning o'sishi ionizator taosirida xosil bo'lgan elektron va ionlar energiyasini orttiradi. Natijada kuyidagi jarayonlar sodir bo'lishi mumkin:

1. Aniklik uchun 7.9 -rasmda ko'rsatilgan nay ichidagi gaz molekulalardan tashkil topgan bo'lsin. U xolda elektr maydoni taosirida tezlanish olgan ($a=eE/m$) elektronlar erkin yugurish yo'li oxirida etarli energiya to'plab neytral molekulalarni ionlashtirib ikkilamchi elektronlarni va ionlarni xosil qilishi mumkin. Ikkilamchi elektronlar esa o'z navbatida boshka neytral molekulalar bilan to'knashib yangi elektron va ionlarni xosil qilishadi va xokazo. Natijada elektronlarning soni, anodga yakinlashgan sari, kuyunsimon ortadi.

2. Gazdagi musbat zaryadlangan ionlar xam elektr maydoni taosirida tezlashib, o'z yo'lida uchragan neytral molekulalarni ionlashtirishi yoki ko'zalgan xolatga o'tkazishi mumkin. Ko'zalgan xolatdagi molekulalar o'rtacha 10^{-8} sekund davomida, elektromagnit to'liklar(fotonlar)ni nurlantirib, o'zlarining asosiy xolatlariga o'tadilar.

3. Fotonlar o'z navbatida neytral molekulalarni ionlashtirishi va kotod bilan to'knashganda uning sirtidan elektronlarni urib chikarishi mumkin.

4. Gaz tarkibidagi musbat ionlar xam elektr maydon taxsirida tezlashib katodga urilganda undan elektronlarni urib chikarishi mumkin.

5. Nixoyat katod va anod orasidagi kuchlanishning ancha katta kiymatlarida gaz tarkibidagi musbat ionlar uning neytral molekulalarini ionlashtirishga kodir bo'lib kolishlari natijasida ularning soni katod tomonga borgan sari kuyunsimon ko'payib ketishi mumkin. Mazkur katod sirtidan musbat ionlar urib chikarayotgan ko'shimcha elektronlar o'z navbatida katod va anod orasida shunday tezlashadilarki, o'z yo'lida uchragan neytral molekulalarni ionlashtira boshlaydi, natijada gazda ko'shimcha ionlar xosil bo'ladi, shu paytdan boshlab razryad mustakil bo'lib koladi.

Mustakil gaz razryadi vaktida uz-uzidan ionlashishi jarayonlari tashki ionizator taosir kilmasdan, balki kuchli elektr maydonlar taosirida zaryad tashuvchilar vujudga kelishi tufayli sodir buladi. Elektrodlar zaryad tashuvchilarning xosil bulishini taominlovchi kuyidagi asosiy jarayonlar bilan tanishib utaylik.

1.Toj razryad. Bir jinsli bulmagan, ya'ni notekis elektr maydonlarida bulgan normal bosimli gazda elektrodlar utkir kismlarining yakinida **toj razryadni** kuzatiladi. Toj razryad gaz molekulalarning kuchli elektr maydonida katta tezliklargacha tezlatilgan elektronlari va ionlarin-

ing zarbdan ionlanishi tufayli yuzaga keladi, bunday kuchli elektr maydonlar elektrodalarning utkir uchli kismilarida vujudga kelishi maolom.

Toj razryad, masalan, yukori kuchlanishli simlar yakinida, mactalar uchilarida va boshka utkir uchli simlar yakinida xosil buladi. Yashin kaytargichning ishlashi toj razryadga asoslangan. Atmosfereda momakaldirok bulgan vaktida xosil buladigan kuchli elektr maydoni yashin kaytargichning uchida toj razryadi vujudga keltiradi va binolarni yashin zarbidan muxofaza kiladi.

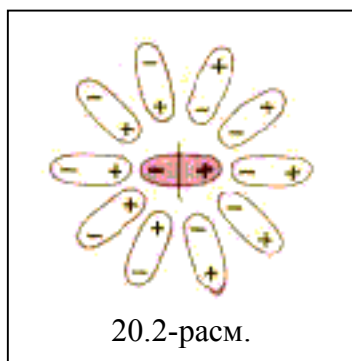
2.Uchkunli razryad. Induksion galtak chulgaminging ikki uchi orasidagi kuchlanish nixoyat katta ($3 \cdot 10^6$ V/m) bulganda gazning turtki kabi zarbdan ionlanishi natijasida kiska vaktli razryad – yashindir. Yashin bulutlar orasida yoki bulut bilan Er oraligida katta potentsiallar farki vujudga kelishi natijasida paydo buladi. Uchkun razryad yakinidagi gaz yukori (10^4 °S) temperaturalargacha kiziydi va keskin kengayadi. Yashinning uzunligi 50 kilometrgacha, tok kuchi 20 000 A gacha etadi, yashin 10^{-6} sekund davom etadi, shuning uchun uning tovushi, yaoni momakaldirok juda kuchli buladi.

3.Yoy razryad. Yoy razryad bir-biriga yakin joylashgan ikki elektrod (kumir yoki metall) orasida 40 V yakin kuchlanishda vujudga keladi. Atmosfera bosimida uning temperaturasi 2500 - 4000°S buladi. Yoy razryad vaktida tok kuchi ~ 3000 A dan katta bulishi mumkin. Yoy razryad chuglangan katodning termoelektron emissiyasidan yuzaga keladi. Yoy razryad 1802 yilda V.V.Petrov tomonidan kashf kilingan. Yoy razryaddan metallarni payvandlashda, maxsus pulatlarni eritish (yoy nechi), yoritishda (yoy proyektor) va boshka soxalarda kulaniladi.

4.Yolkin razryad. Yolkin razryad gaz bosimi 0,1 mm.simob ustuniga elektrodarga berilgan kuchlanish bir necha yuz volptga teng bulganda kuzatiladi. Yolkin razryad gaz-razryad nayining elektrodleri orasida deyarli butun fazoni tuldiruvchi sokin nurlanuvchi A ustun (**musbat ustun**) kurinishida buladi, fakat katod yakinidagi kichik V soxagina nurlanmay koladi (**katod korongi fazasi**). Nurlanish kuzgalgan molekulalarni vujudga keltiradi. Nurlanishning rangi gaz tabiatiga boglik buladi, masalan, neon-kizil, argon-kukish, geliy-sarik rangdagi nurlanishni beradi.

Yolkin razryad musbat ionlarning katoddan urib chikargan elektronlarining zarbi.dan ionlashuvi tufayli xosil buladi. Katod yakinida bu elektronlar maydon taosirida xali tezlashib ulgurman buladi. Yolkin razryadning xususiyatlaridan kunduzgi yoruglik lampalarida, vitri-nalarni yoritish, bezash maksadlarida foydalaniladi.

Suyuqliklarda elektr toki. Joul-Lents qonuni nafaqat metall o'tkazgichlardagi, balki



elektrolitlardagi elektr toki uchun ham to'g'ri ekanligini tajribalar ko'rsatgan. Bundan, elektrolit molekulalarining ionlarga ajralishi, elektr tokining o'tishi va tok energiyasining sarf bo'lishi bilan bog'liq emasligi kelib chiqadi. O'zaro bog'langan ionlardan tashkil topgan tuz, kislota va ishqorlar molekulalarining dissotsiyanishi, ularning erigan modda, yoki etarlicha katta issiqlik harakat kinetik energiyasiga ega bo'lgan erituvchi molekulalari bilan to'qnashganda sodir bo'ladi. Suv eritmalarida tuz, kislota va ishqorlarning intensiv dissotsiyanishi suv molekulalarining kuchli cho'zilgan dipollarga o'xshash katta elektr momentiga ega ekanligi bilan bog'liq. Tuz (kislota, ishqor) qutbli molekulalarining elektr

maydoni ta'sirida, ularni o'rab olgan suv molekulalari shunday orientatsiyanadilarki (20.2-rasm), oqibatda o'z elektr maydonlari bilan erigan modda molkulasi ionlari orasidagi bog'lanishni ancha susaytiradi va shu bilan uning dissotsiyanishini osonlashtiradilar.

Ionlarning tartibsiz issiqlik harakatlari tufayli eritmada teskari, ya'ni qarama-qarshi ishorali ionlarning o'zaro to'qnashishi va ularning neytral molekulalarga birlashish jarayoni ham sodir bo'ladi. Bu jarayonni *mollashish* yoki *rekombinatsiyanish* deyiladi

2. Elektroliz uchun Faradey qonunlari. Nometall o'tkazuvchi suyuqliklar ion o'tkazuvchanligiga ega, ya'ni ularda tok tashuvchilar musbat va manfiy zaryadli ionlardir.

Bunday suyuqliklarni **elektrolitlar** yoki **ikkinchi tur o'tkazgichlar** deb ataladi. Tuz, kislota va ishqorlarning suvdagi eritmaları elektrolitlarning yorqin misoli vazifasini o'tashlari mumkin. O'tkazuvchi suyuqliklarda ionlarning tartibli harakati, elektrolitlarga tushirilgan va elektr energiyasi manbaasi qutblariga ulangan, o'tkazgich-elektrodlar hosil qilgan elektr maydonda sodir bo'ladi. Musbat elektrodni **anod**, manfiysini esa **katod** deb ataladi. Musbat ionlar (vodorod va metallarning ionlari) katod tomonga harakatlanadi, shuning uchun ularni **kationlar** deyiladi, manfiy (kislota qoldiqlari va gidroksil guruhlarini ionlari) ionlar esa anodga harakatlanadi va **anionlar** deb ataladi. Elektrodlardan elektr tokining o'tishi elektroliz hodisasi, ya'ni elektrodlarda erigan moddalarning tarkibiy qismlari yoki elektrolitlarda sodir bo'lgan ikkilamchi reaksiyalar natijasida boshqa moddalarning ajralib chiqishi ro'y beradi.

Elektrolizning asosiy qonunlari Faradey tomonidan tajribada o'rnatilgan (1834). **Faradeyning birinchi qonuni:** *elektroda ajralib chiqqan moddaning m massasi elektrolitdan o'tgan tok kuchiga proporsional:*

$$M = kIt \quad (20.1)$$

Proportsionallik koeffitsientini k moddaning **elektrokimyoviy ekvivalenti** deyiladi. U son jihatdan elektrolitdan bir birlik zaryad o'tganda ajralib chiqqan modda massasiga teng va moddaning kimyoviy tabiatiga bog'liq.

Faradeyning ikkinchi qonuni: *turli moddalarning elektrokimyoviy ekvivalentlarining nisbati ularning k_x kimyoviy ekvivalentlarining nisbati kabi bo'ladi:*

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{k_{x2}}{k_{x1}} \quad (20.2)$$

Ionning kimyoviy ekvivalenti deb ionning A molyar massasini uning Z valentligiga nisbatiga aytiladi: $k_x = A/Z$. SHuning uchun elektrokimyoviy ekvivalent

$$k = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} \quad (20.3)$$

bu erda G - Faradey doimiysi deb atalgan universal doimiy. (20.3) ifodani (20.1) ga qo'yib

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} Q \quad (20.4)$$

ni olamiz.

(20.4) formula o'zida Faradeyning ikkala qonunini birlashtirgan, ya'ni u elektroliz uchun Faradeyning umumlashgan qonunining yozilishidir.

Agar t vaqt oralig'ida elektrolit orqali I doimiy tok o'tkazilsa, u holda zaryad $Q = It$ va (20.4) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} It \quad (20.4')$$

Faradeyning (20.4) umumlashgan qonunidan Faradey doimiysining fizik ma'nosini tushunib olish oson. Agar $m = A/Z$ bo'lsa, elektrolit orqali o'tgan zaryad Faradey soniga teng. Demak, Faradey doimiysi son jihatdan elektroda 1 molg' bir valentli modda ajralib chiqishi uchun elektrolit orqali o'tgan zaryad miqdoriga teng.

Nazorat uchun savollar

1. Elektrostatika, zaryadlanish, musbat va manfiy zaryad, Kulon qonuni.
2. Elektr maydon va uning kuchlanganligi, kuchlanganlik chiziqlari.
3. Ostragradskiy- Gauss teoremasi.
4. Elektr toki, Om qonuni, E.Yu.K, kuchlanish.
5. Kontakt potentsiallar ayirmasi. Volta qonunlari.
6. Elektronlar emissiyasi.
7. Yarim o'tkazgichlarda, gazlarda va suyuqliklarda tok.

Tayanch soʻzlar

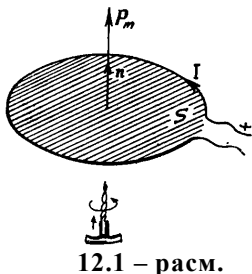
Elektrlanish, zaryad, elektr dipoli, Kulon qonuni, potentsial, elektr maydon, elektr maydonining kuchlanganligi, zaryadning saqlanish qonuni, kuchlanganlik chiziqlari, bir jinsli elektr maydoni, nobirjinsli elektr maydoni, Ostragradskiy-Gauss teoremasi, elektr toki, tok kuchi, elektr yurituvchi kuch, kuchlanishi, Om qonuni, Elektronning chiqish ishi, kontakt potentsiallar ayirmasi, termoelektr effekt, Voltaning birinchi qonuni, Voltaning ikkinchi qonuni, elektron emissiya, termoelektron emissiya, fotoelektron emissiya, ikkilamchi elektron emissiya, ion-elektron emissiya, avtoelektron emissiya, toʻyinish toki, Generatsiya; rekombinatsiya; aralashmali utkazuvchanlik, nomustaqil elektr razryad, mustaqil gaz razryadi, plazma haqida tushuncha, toj razryad, uchqunli razryad, yoy razryad, yolkun razryad, elektrolitlardagi tok zichligi uchun Om qonuni, elektroliz, Faradeyning birinchi qonuni, Faradeyning ikkinchi qonuni.

7-maʼruza: Elektromagnetizm asoslari

1. Doimiy magnit va aylanma tok.
2. Bio-Savar-Laplas qonuni.
3. Magnit maydondagi tokli oʻtkazgichga taʼsir qiluvchi kuch. Amper qonuni.
4. Magnit moddalarining turlari.

1. Doimiy magnit va aylanma tok

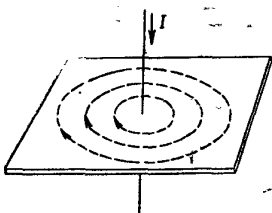
XVIII asrdayoq frantsuz fizigi Arago tomonidan chaqmoq razryadi natijasida temir buyumlarning magnitlanishi, kompasning esa magnitsizlanish hodisasi oʻz kitoblarida bayon etilgan edi. Bu hodisa magnit hodisalari bilan elektr hodisalari oʻrtasida bogʻliqlik mavjudligini koʻrsatar edi. Bunday farazning toʻgʻri ekanligini 1820 yilda daniyalik fizik Ersted oʻz tajribasida toʻgʻri tokning magnit strelkasiga taʼsiri orqali tasdiqladi. Tinch turgan zaryad magnit strelkasiga taʼsir qilmaydi, faqat harakatlana-yotgan elektr zaryadlariga magnit taʼsiriga egadir.



12.1 – rasmi.

SHunday qilib, xara-katlanayotgan elektr zaryadlari atrofida maydonning yana bir turi - **magnit maydoni** hosil boʻlishi aniqlandi. Elektrostatik maydonni tekshirganimizda biz “sinov” zaryadidan foydalangan edik. Endi magnit maydonini tekshirishda magnit strelkasidan yoki “sinov konturi” deb ataladigan tokli berk kontur dan foydalanamiz (12.1-rasm). Konturning xarakteristikasi sifatida konturdan oʻtayotgan tok kuchi I bilan kontur yuzi S koʻpaytmasiga miqdoran teng boʻlgan va konturning musbat normali boʻylab yoʻnalgan vektordan foydalaniladi, yaʼni

$$\vec{P}_m = I S \vec{n} \quad (12.1)$$



12.2 – rasmi.

vektorni konturning **magnit momenti deb ataladi**. 12.1 dagi $\vec{n}$ - musbati normal yoʻnalishdagi birlik vektordir. Parma qoidasidan foydalansak, parma dastasining aylanma harakati yoʻnalishi konturdagi tokning yoʻnalishi bilan mos tushsa, uning ilgariylanma harakati yoʻnalishi esa kontur yuziga oʻtkazilgan musbat normalning yoʻnalishini koʻrsatadi. (12.1-rasm).

Sinov konturini magnit maydoniga kiritganimizda maydon konturga yoʻnaltiruvchi taʼsir koʻrsatib, uni musbat normal bilan maʼlum yoʻnalishga burishini koʻramiz. Agar konturni normal yoʻnalishi bilan maydon yoʻnalishi mos kelmaydigan qilib joylashtirsak konturni muvozanat holatga qaytaruvchi aylanma moment hosil boʻladi. Momentning kattaligi normal bilan maydon yoʻnalishi orasidagi bur-

chakka bog'liq bo'lib, burchak $\pi/2$ teng bo'lganda aylantiruvchi moment o'zining maksimal M_{maks} qiymatiga erishadi. Magnit maydonning berilgan nuqtasiga R_m ning qiymatlari turlicha bo'lgan sinov konturlarini navbatma – navbat kiritsak, ularga ta'sir etadigan aylantiruvchi momentlarning maksimal qiymatlari $|M_{\text{maks}}|$ ham turlicha bo'ladi. Lekin M_{maks}/R_m nisbat barcha konturlar uchun bir xil bo'lganligidan, uni maydonning miqdoriy xarakteristikasi deb qarash mumkin.

Har bir sinov konturiga ta'sir etuvchi $|M_{\text{maks}}|$ ni $|R_m|$ ga nisbati, magnit maydonning ayni nuqtasi uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, **magnit induksiya vektori** (V) deb ataladi.

$$B = \frac{M_{\text{maks}}}{P_m} \quad (12.2)$$

Magnit induksiya vektori V ning yo'nalishi M va R_m yo'nalishlari bilan quyidagicha bog'langan

$$M = [P_m B] \quad (12.3)$$

Magnit induksiya vektorining SI dagi birligi Tesla (Tl) deb ataladi.

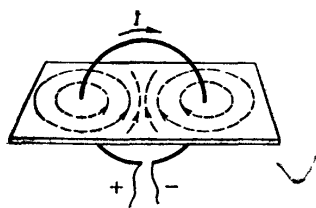
$$1Tl = \frac{1H \cdot m}{1A \cdot m^2} = 1 \frac{H}{A \cdot m}$$

(12.2) ga binoan magnit maydonning induksiya vektorini quyidagicha ta'riflash mumkin.

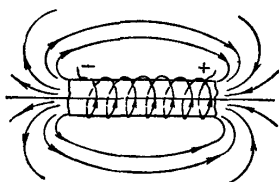
Magnit maydonning biror nuqtasidagi induksiya vektori deb, maydonning shu nuqtasiga kiritilgan, magnit momenti bir-birlikka teng bo'lgan “sinov konturi” ga ta'sir qiluvchi maksimal aylantiruvchi kuch momentiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Magnit maydonni grafik usulda tasvirlash uchun **magnit induksiya chiziqlaridan** foydalaniladi. Magnit induksiya chiziqlari deb shunday egri chiziqlarga aytiladiki, uning har bir nuqtasida magnit induksiya vektori urinma ravishda yo'nalgandir.

Magnit induksiya chiziqlarining zichligi, ya'ni magnit induksiya vektoriga perpendiku-



12.3 – rasim.



12.4 – rasim.

lar joylashgan bir-birlik yuza orqali o'tuvchi induksiya chiziqlarining soni, maydonning ushbu sohasidagi magnit induksiya vektorining miqdor jihatdan xarakterlaydi. Maktab fizika kursidan ma'lumki, yupqa qatlam qilib temir qipidlari sepilgan kardondan vertikal o'tkazilgan to'g'ri tok atrofida vujudga kelgan magnit maydoni markazi vertikal o'qda yotgan konsentrik aylanalardan

iborat bo'ladi.(12.2-rasm). Magnit induksiya chiziqlarining yo'nalishini aniqlashda parma qoidasidan foydalanamiz: agar o'ng parmaning ilgarilama harakati tokning yo'nalishi bilan mos tushsa, parma dastasining aylanish yo'nalishi magnit induksiya chiziqlarining yo'nalishini ko'rsatadi.

Aylana shaklidagi tokli o'tkazgich atrofida temir qipidlari konsentrik aylanalar hosil qilmasdan, berk yopiq chiziqlar bo'ylab joylashadi (12.3-rasm).

Bu holda aylanma tok uchun parma qoidasini quyidagicha qo'llash mumkin: agar parma dastasini aylanma tok yo'nalishida aylantirsak,parmaning ilgarilama harakati aylanma tok ichidagi magnit induksiya chiziqlarining yo'nalishini ko'rsatadi.

Endi 12.4-rasmda ko'rsatilgan solenoiddan o'tayotgan tokni umumiy o'qqa ega bo'lgan aylanma toklar sistemasi deb qarab, uning magnit maydonining grafik tasvirini ko'raylik. Solenoidning ichki qismida magnit induksiya chiziqlari solenoid o'qiga parallel chiziqlardan iborat bo'ladi.

Solenoid uchlariga yaqinlashgan sari magnit maydon induksiya chiziqlari egri chiziqlarga aylanadi va solenoidning tashqarisida o'zaro tutashib yopiq chiziqlarga aylanadi.

Shunday qilib, har qanday tokli o'tkazgichlarning shakllaridan qat'iy nazar bu o'tkazgichlar atrofida hosil bo'lgan magnit induksiya chiziqlari berk chiziqlardan iborat bo'ladi.

Lorents kuchi. Biz yuqoridagi ma'ruzada magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch, ya'ni Amper kuchi bilan tanishib o'tdik, lekin Amper kuchining paydo bo'lish sabablariga e'tibor bermadik.

Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch harakatlanuvchi alohida zaryadlarga ta'sir etuvchi kuchlar yig'indisidan iborat, bundan esa ta'sir zaryadlardan ular harakatlanayotgan o'tkazgichlarga berilishi mumkin degan fikrni Lorents berdi. SHuning uchun Amper qonuni (12.12) dan foydalanib **magnit maydonida harakatlanayotgan zaryadga ta'sir etuvchi kuchni** topaylik. Bir dona zaryad tashuvchiga ta'sir etuvchi kuch **Lorentts kuchi** deb ataladi:

$$F_n = \frac{dF}{dn} = q [uB] \quad (12.20)$$

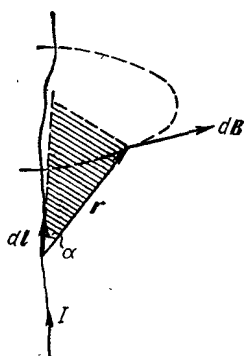
Lorentts kuchining yo'nalishi ham Amper kuchiga o'xshab, chap qo'l qoidasi bilan aniqlanadi (12.3-§ qarang).

2. Bio-Savar-Laplas qonuni

Bio va Savar har xil shakldagi toklarning magnit maydonlarini o'rganar ekanlar, ular barcha hollarda magnit induksiya o'tkazgichdagi tok kuchi I ga to'g'ri proporsional, o'tkazgichdan magnit induksiya aniqlanadigan masofa r ning kvadratiga esa teskari proporsional ekanligini aniqladilar. Laplas, Bio va Savar tajribalarining natijalarini analiz qilib, istalgan tokning magnit maydonini, tokning alohida elementar bo'lakchalari hosil qilgan maydonlarning vektor yig'indisi sifatida hisoblash mumkinligini aniqladi, ya'ni

$$B = B_1 + B_2 + B_3 + \dots + B_n = \sum_{i=1}^n B_i \quad (12.4)$$

(12.4) ifoda bir necha elementar toklar tufayli vujudga kelgan magnit induksiya vektorining **supperpozitsiya printsipli** deyiladi. Har bir tok elementi (12.5-rasm) vujudga keltirgan maydonning magnit induksiya



$$dB = \frac{\mu_0 I |dlr|}{4\pi r^2} \quad (12.5)$$

munosabat bilan aniqlanadi. dB ning modulini quyidagicha yozamiz:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin \alpha}{r^2} \quad (12.6)$$

12.5-rasm.

Bu munosabatlar Bio-Savar-Laplas qonunini ifodalaydi. (12.5) va (12.6) larda r - tok elementidan magnit induksiya aniqlanayotgan nuqtaga o'tkazilgan radius-vektor, α - o'tkazgichning elementar bo'lagi dl bilan r orasidagi burchak; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ bo'lib, **magnit doimiysi** deb ataladi.

Bio-Savar-Laplas qonunining ba'zi tadbiqlarini ko'raylik.

3. Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch. Amper qonuni

Tokli o'tkazgichga magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlarni aniqlash uchun quyidagicha ish qilamiz. Tokning juda kichik elementiga ta'sir qiluvchi kuch (7.1) formula bilan aniqlanadi. O'tkazgichning barcha kichik elementlariga ta'sir etuvchi kuchlarning yig'indisi olinadi, natijada tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi to'la kuch topiladi. Agar o'tkazgich to'g'ri chiziqli bo'lsa, maydon bir jinsli bo'lsa, u vaqtda formula (7.1) chekli uzunlik qismiga ta'sir etuvchi kuch F ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\mathbf{F} = [I_1 \mathbf{B}] \quad (8.1)$$

Misol sifatida ikkita parallel uzun tokli o'tkazgichning o'zaro ta'sir etuvchi kuchini hisoblaymiz. 1-chi va 2-chi o'tkazgichdagi tok kuchlarini I_1 va I_2 bilan belgilasak, o'tkazgich orasidagi masofani b bilan belgilasak (rasm 54) 1-chi o'tkazgichning 2-chi o'tkazgichning 1 uzunligining uchastkasiga ta'sir qiluvchi kuch $\mathbf{F}_{12}$ ni hisoblaymiz. 1-o'tkazgichning 2-o'tkazgich joylashgan nuqtalaridagi maydon induksiyasi kattaligi jihatdan teng va yo'nalish jihatdan qarama-qarshi bo'lib, formula (8.1) bilan aniqlanadi. Shuning uchun $\mathbf{F}_{12}$ kuch uchun (8.1) formula o'rinlidir. $\mathbf{F}_{12} = [I_2 \mathbf{B}]$ va I_2 l bilan $\mathbf{V}$ o'rtasidagi burchak $\pi/2$ ga teng ekanligini hisobga olsak, kuchning absolyut qiymati uchun $|\mathbf{F}_{12}| = I_2 |\mathbf{B}|$ ga ega bo'lamiz.

(7.3) dan $\mathbf{V}$ ning qiymatini qo'ysak, I ni I_1 ga almashtirsak, oxirida quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\mathbf{F}_{12} = \mu_0 I_1 I_2 l / 4\pi b \quad (8.2)$$

$\mathbf{F}_{12}$ kuch 1- o'tkazgichga yo'nalgan bo'ladi, agar I_1 va I_2 toklar bir xil yo'nalishga ega bo'lsa (rasm a), agar toklarning yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa, itariladi. (rasm 54 b). Shunday qilib, birxil yo'nalgan toklar (parallel toklar) bir biriga tortishadi, qarama-qarshi yo'nalishda (antiparallel) bo'lsa bir-biridan itariladi.

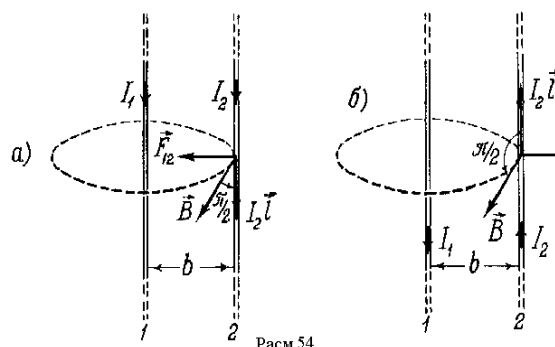


Рис. 54.

Formula (8.2) ni SI sistemasida tok kuchini birligini aniqlashda qo'llaniladi. Agar $I_1 = I_2 = 1\text{A}$, $b = 1\text{m}$ bo'lsa $F_{12}/l = 2\mu_0/4\pi$ bo'ladi. Shunday qilib, 1amper tok kuchi shunday tokka ega bo'ladiki, uzun parallel o'tkazgichlardan o'tganda o'tkazgich uzunlik birligiga $2\mu_0/4\pi$ yoki (8.2) ga ko'ra $2 \cdot 10^{-7} \text{ n/m}$ kuchni hosil qiladi.

Magnit maydonidagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuchlarni aniqlash masalasini frantsuz olimi Amper xal qilgan.

Magnit maydonning tokli o'tkazgich ta'sir qiluvchi kuchini quyidagi qurilma yordamida kuzatish mumkin. (12.7-rasm). dl uzunlikdagi tokli o'tkazgichni bir jinsli magnit maydonida ($V = \text{const}$) erkin ko'cha oladigan qilib o'rnataylik. Rasmda tasvirlanganidek ikkita metall sterjenlar ustiga ko'ndalang qilib joylashtirilgan dl o'tkazgichdan tok o'tkazaylik. Bu tokli o'tkazgichga chizma tekisligiga perpendikular ravishda yo'nalgan magnit maydonining ta'sir etuvchi Amper kuchini qiymati

$$dF_A = I [B dl] \quad (12.12)$$

ifoda bilan, uning moduli esa

$$dF_A = I B dl \sin \alpha \quad (12.13)$$

tenglama bilan aniqlanadi. Bunda α - dl bilan $\mathbf{B}$ vektor orasidagi burchak (12.12) va (12.13) munosabatlar Amper kuchini ifodalaydi. Bu kuchning yo'nalish dl elementning ko'chish yo'nalishi bilan mos tushganligi uchun bajarilgan ish

$$dA = dF_A \cdot b = I \cdot B dl \cdot b \quad (12.14)$$

$dl \cdot b = dS$ deb olsak (12.14) quyidagi ko'rinishni oladi:

$$dA = I \cdot B dS = I \cdot d\Phi \quad (12.15)$$

bunda dF - kontur yuzi dS ni kesib o'tayotgan magnit oqimidir.

Amper kuchi $d\vec{F}_A$ o'tkazgich va magnit maydon induksiya vektori $\vec{B}$ yotgan tekislikka perendikulyar yo'nalgan bo'lib, uning yo'nalishni quyidagi chap qo'l qoidasi bilan aniqlanadi.

Agar chap qo'lning ochiq kaftiga $\vec{B}$ induksiya vektorining o'tkazgich uzunligi dl ga perpendikular tashkil etuvchisi tushayotganda, to'rt barmoq tokning yo'nalish bilan mos tushsa, bosh barmoq o'tkazgichga ta'sir qiluvchi dF_A Amper kuchining yo'nalishini ko'rsatadi.

4. Magnit moddalarning turlari

Magnitlanish vektori J va magnit maydon kuchlanganligi N orasida quyidagicha boglanish bor:

$$H = \frac{B}{\mu_0} - j \quad (13.36)$$

ikkinchi tomondan

$$j = \chi_m H \quad (13.37)$$

bu erda χ_m - magnetikning magnit xususiyatlarini ifodalovchi kattalik bulib, **magnit kabul kiluvchanlik deyiladi.**

J va N larning ulchov birliklari bir xil bulgani uchun χ_m ulchamsiz kattalikdir.

χ_m musbat va manfiy qiymatlarga ega bula oladi.

J ning (13.37) ifodasini (13.36) ga kuysak:

$$H = \frac{B}{\mu_0} - \chi_m H$$

yoki

$$H = \frac{B}{\mu_0(1 + \chi_m)} \quad (13.38)$$

bundan

$$1 + \chi_m = \mu \quad (13.39)$$

muxitning magnit singdiruvchanligi deyiladi. (13.39) belgilash asosida (13.38) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$H = \frac{B}{\mu_0 \mu} \quad (13.40)$$

Demak, izotrop muxitda magnit maydon kuchlanganlik vektori magnit induksiya vektori bilan bir xil yunalishga ega va modulp jixatdan undan $\mu_0 \mu$ marta kichik buladi. Magnetikning magnit singdiruvchanligi μ ulchamsiz kattalik u magnetikdagi magnit maydonni vakuumdagiga karaganda necha marta farqlanishini ifodalaydi.

Barcha magnetiklar uzlarining magnit kabul kiluvchanliklarining ishorasi va qiymatlariga karab uch sinfga bulingan:

1) **diamagnetiklarda $\chi_m < 0$ buladi.** Bu sinfga oid bulgan moddalarda, masalan, fosfor, oltingugurt, surpma, uglerod, simob, oltin, kumush, mis kabi elementlar, shuningdek suv va kupgina organik birikmalarda magnit maydon bir oz susayadi ($\mu = 1 + \chi_m < 1$);

2) **paramagnetiklarda $\chi_m > 0$ buladi.** Bu sinfga kiruvchi kislorod azot, aluminiy, platina, volpfram kabi elementlarda magnit maydon bir oz kuchayadi ($\mu = 1 + \chi_m > 1$);

3) **ferromagnetiklarda $\chi_m \gg 1$ buladi.** Bu sinfga kiruvchi temir, nikelp, kobalpt kabi metallarda va ularning kotishmalarida magnit maydon juda zurayib ketadi.

SHunday kilib, magnitlanish vektori j yunalish jixatidan N ga mos kelishi (para va ferromagnetiklarda) va karama-karshi tomonga yunalgan bulishi mumkin (diamagnetiklarda).

Nazorat uchun savollar

1. Doimiy magnit va aylanma tok..
2. Bio-Savar-Laplas qonuni.
3. Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch. Amper qonuni.
4. Magnit moddalarning turlari.

Tayanch so'zlar

Magnit maydoni, magnit momenti, Lorents kuchi, magnit induksiya, magnit induksiya vektori, Bio-Savar-Laplas qonuni, Amper kuchi, magnit induksiya, Bor magnetoni, magnit qabul qiluvchanlik, diamagnetik, paramagnetik, ferromagnetik.

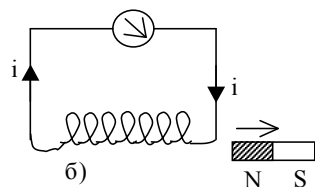
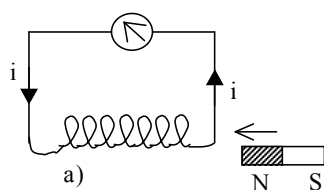
8-ma'ruza: Elektromagnit induksiya hodisasi

1. Elektromagnit induksiya hodisasi. O'z va o'zaroinduksiya.
2. Elektromagnit garmonik tebranishlar.
3. Elektromagnit to'liqlar. Umov vektori.

1. Elektromagnit induksiya hodisasi

Ersted elektr toki yordamida magnit maydon olinishini tajribada ko'rsatdi. Ersted tajribalari haqida habar topgan ingliz fizigi M. Faradey aytilgan bog'lanishining ikkinchi tomonini - magnit hodisalari bilan elektr hodisalari orasida bog'lanishni axtarishga kirishdi. Faradey izlanishlari 10 yil davom etdi. U sabot-matonat va tirishqoqlik bilan juda ko'p mehnat qildi, tinmay izlandi va nihoyat, magnit maydon yordamida elektr toki olishga muvassar bo'ldi. Faradey bu tokni induksion tok deb atadi. Faradey tajribalari bilan tanishaylik.

1. Agar doimiy magnit berk o'ramli g'altak ichiga kiritilsa yoki undan chiqarilsa (13.1-rasm), konturda induksion tok hosil bo'ladi; doimiy magnitning N qutbi g'altakka yaqinlashda



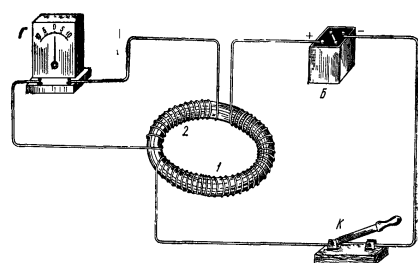
13.1 – rasm.

galvanometrning strelkasi bir tomonga, magnit g'altakdan uzoqlashtirilganda esa qarama-qarshi tomonga og'adi, bu induksion tokning yo'nalishi o'zgarganidan dalolat beradi. Magnit qancha kuchli, uning harakati qancha tez va g'altak o'ramlari qancha ko'p bo'lsa, induksion tokning qiymati shuncha katta bo'ladi. Magnitning ikkinchi S qutbi bilan ham yuqoridagi tajribani qaytarish mumkin.

Bitta g'altakka bir-biridan izolatsiyalangan ikki sim o'ralgan bo'lsin. Birinchi o'ram kalit (K) orqali tok manbai (B) ga ulangan. Ikkinchi g'altakning uchlari esa galvanometr (G) ga ulangan. Birinchi o'ramni tok manbaiga ulash va uzish vaqtida ikkinchi o'ramda qisqa muddatli induksion tok qayd qilingan. Bu hodisaga **elektromagnit induksiya** deb ataladi. Keyinchalik Faradey

elektromagnit induksiya hodisasini yuqoridek turli xil variantlarda amalga oshirdi. Faradey tajribalarini tahlil qilib quyidagi xulosaga keldi.

Induksion tok berk konturdan o'tuvchi magnit induksiya oqimining o'zgarishi tufayli vujudga keladi. Induksion tokning qiymati magnit oqimining



13.2 – rasm.

ing o'zgarish tezligi $\frac{d\Phi}{dt}$ ga bog'liqdir.

1833 yilda Lents induksiya tokining yo'nalishini aniqlaydigan umumiy qoidani tajriba yo'li bilan topdi, bu qoida *Lents qoidasi* deb ataladi: *YOpiq konturda hosil bo'lgan induksion tok shunday yo'nalgan bo'ladiki, uning xususiy magnit maydoni bu tokni vujudga keltirayotgan magnit induksiya oqimining o'zgarishiga to'sqinlik qiladi.*

Biz ko'rgan barcha hollarda induksion tokning yo'nalishi Lents qoidasiga mos kelayotganini ko'rish mumkin. Masalan, 1 konturdagi tok ortganda (13.2-rasm) ikkinchi kontur orqali o'tayotgan induksiya magnit oqimi ortadi. Bu vaqtda ikkinchi konturda hosil bo'lgan induksion tokning xususiy magnit maydoni birinchi konturning magnit maydoniga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Bundan induksion tokning yo'nalishi birinchi g'altakda oqayotgan asosiy tokka qarama-qarshi yo'nalishda ekanligi kelib chiqadi. Induksion

tokning yoʻnalishini galvanometr strelkasini oʻng yoki chapga ogʻishi orqali aniqlash mumkin. Magnitning shimoliy qutbini gʻaltakdan uzoqlashtirilganda (13.1b-rasm) kontur orqali oʻtayotgan magnit induksiya oqimi kamayadi. Bu kamayishini oldini olish uchun induksiya tokining xususiy maydoni, endi asosiy tokning maydoniga mos yoʻnalishi kerak. Bunda parma qoidasiga muvofiq induksion tok soat strelkasi yoʻnalishida boʻladi. SHunday qilib, yuqoridagilardan xulosa qilib, Lents qoidasini yana ham soddaroq taʼriflash mumkin: *YOpiq konturda hosil boʻlgan induksion tok shunday yoʻnalganki, induktsiyalovchi magnit oqim koʻpayayotganda induksion tokning xususiy magnit oqimi uni kamaytirishga va aksincha, kamayayotganda uni koʻpaytirishga intiladi.*

Endi umumiyroq holdan foydalanib induksion elektr yurituvchi kuchni aniqlaylik. EYUK E boʻlgan manbaga ulangan ixtiyoriy shakldagi konturni magnit maydoniga joylashtiraylik (13.3-rasm).

Bu manbaning dt vaqt ichidagi bajargan toʻliq ishi:

$$dA = EIdt \quad (13.1)$$

boʻladi. Bu ishning bir qismi elektr qarshiligi R boʻlgan konturdan Joule issiqligi (dQ) sifatida ajralib chiqadi:

$$dA_1 = dQ = I^2 Rdt \quad (13.2)$$

ikkinchi qismi esa magnit maydonidagi tokli konturni bir vaziyatdan boshqa vaziyatga koʻchirishda sarf boʻladi. Bunda bajarilgan ish (12.15) ga asosan:

$$dA_2 = Id\Phi \quad (13.3)$$

teng boʻladi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan:

$$dA = dA_1 + dA_2$$

yoki

$$EIdt = I^2 Rdt + Id\Phi \quad (13.4)$$

Bu tenglamaning har ikki tomonini $I dt$ ga hadlab boʻlsak:

$$E = IR + d\Phi/dt$$

bundan

$$I = \frac{E - \frac{d\Phi}{dt}}{R} = \frac{E + \left(-\frac{d\Phi}{dt}\right)}{R} \quad (13.5)$$

Bu ifodani EYUK E boʻlgan tok manbaidan tashqari, yana kontur bilan chegaralangan yuza orqali oʻtuvchi magnit induksiya oqimining oʻzgarishi tufayli paydo boʻlgan qoʻshimcha $\left(-\frac{d\Phi}{dt}\right)$ EYUK li

kontur uchun Om qonuni ifodasi deb qarash mumkin. Ana shu qoʻshimcha EYUK **induksiya elektr yurituvchi kuchidir**:

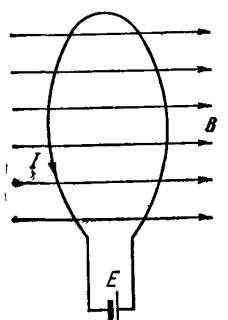
$$E_i = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (13.6)$$

SHunday qilib, Faradey xulosasiga muvofiq induksiya elektr yurituvchi kuchi magnit induksiya oqimining oʻzgarish tezligiga proporsional boʻlib chiqdi. Bu ifodani **Faradey - Maksvell qonuni** deb ataladi. **Faradey -Maksvell qonuni kontur yuzi orqali oʻtuvchi magnit oqimining har qanday oʻzgarishi uchun oʻrinlidir.**

Induksiya elektr yurituvchi kuchining SI dagi birligi:

$$E_{ind} = \frac{[\Phi]}{[t]} = \frac{B\delta}{c} = \frac{T_n \cdot M^2}{c}$$

$$T_n = \frac{B \cdot c}{M^2}$$

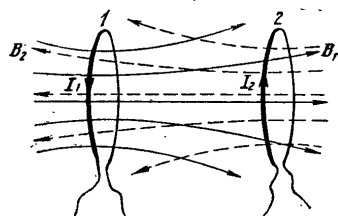


13.3 – rasmi.

$$E_{\text{ind}} = \frac{B \cdot c}{M^2} \cdot \frac{M^2}{c} = B$$

kelib chiqadi.

Demak, kontur yuzi orqali o'tuvchi magnit oqim 1 Vb/s tezlik bilan o'zgarsa, konturda vujudga kelayotgan induksiya elekt yurituvchi kuchi 1V ga teng



13.4 – rasmi.

$$\text{bo'ladi: } 1B = \frac{1B\phi}{c}$$

O'zinduksiya va o'zaroinduksiya. Elektr toki oqayotgan har qanday o'tkazgich o'zining "xususiy" magnit maydonida joylashadi. SHuning uchun konturdan oqayotgan tok kuchining o'zgarishi natijasida xuddi shu konturning o'zida elektromagnit induksiya ro'y beradi. Bu hodisani **o'zinduksiya hodisasi** deyiladi.

Konturdan o'tayotgan tok tufayli vujudga kelgan magnit oqimi tok kuchiga proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$\Phi = L I \quad (13.7)$$

bu erda L - konturning induktivligi, u konturning shakli va o'lchamlari, hamda muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liq kattalikdir. SI da induktivlikning birligi - **genri (Gn)** deb ataladi.

$$|L| = \frac{|\Phi|}{|I|} = \frac{B\phi}{A} = \Gamma_H$$

Demak, 1Gn shunday g'altakning induktivligiki, bu g'altakdan 1A o'zgaras tok o'tganda vujudga keladigan magnit oqimi 1 Vb bo'ladi. Uzunligi l_1 o'ramlar soni n bo'lgan solenoid (g'altak)ning induktivligi

$$L_c = \mu_0 \mu \frac{n^2}{l} S \quad (13.8)$$

ifoda bilan aniqlanadi.

Konturning induktivligi o'zgaras bo'lgan hol uchun o'zinduksiya EYUK

$$E_{\text{yuzind}} = \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt} \quad (13.9)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Demak, **induktivligi 1Gn bo'lgan konturdan o'tayotgan tok kuchi 1 sekunda 1A ga o'zgarsa, konturda 1V o'zinduksiya EYUK vujudga keladi.**

Tokning boshqa (qo'shni) konturda o'zgarish tufayli shu konturning o'zida induksion tokni hosil qilinishi **o'zaro induksiya** deb ataladi. Ikkita kontur olaylik (13.4-rasm).

Birinchi konturdan oqayotgan tok kuchining dI_1 ga o'zgarishi ikkinchi kontur yuzini kesib o'tayotgan magnit oqimi

$$d\Phi_{21} = L_{21} dI_1 \quad (13.10)$$

ga o'zgaradi. Bu esa o'z navbatida ikkinchi konturda

$$E_2 = -\frac{d\Phi_{21}}{dt} = -L_{21} \frac{dI_1}{dt} \quad (13.11)$$

induksiya EYUK ni vujudga keltiradi. Xuddi shuningdek, ikkinchi konturdan oqayotgan tok kuchining dI_2 ga o'zgarishi tufayli birinchi kontur yuzini kesib o'tayotgan magnit oqimi

$$d\Phi_{12} = L_{12} dI_2 \quad (13.12)$$

ga o'zgaradi. Natijada

$$E_1 = -\frac{d\Phi_{12}}{dt} = -L_{12} \frac{dI_2}{dt} \quad (13.13)$$

induksiya EYUK vujudga keladi.

L_{12} va L_{21} lar konturlarning o'zaro induktivligi deb ataladi. Tajribalar va nazariya ham $L_{12} = L_{21}$ ekanligini isbotlaydi.

2. Elektromagnit garmonik tebranishlar

Agar tebranishlar ideal konturda ($R=0$) hosil bo'lyapti deb faraz qilsak, elektr yoki magnet maydon energiyalari boshqa tur energiyalarga aylanmaydi. Tebranishlar sodir bo'layotgan vaqtda konturga tashqi kuchlanish berilmaganligi uchun kondensatordagi kuchlanish tushishi

$U_c = \frac{q}{C}$ va g'altakdagi kuchlanish tushishi esa $U_L = L \frac{dI}{dt} = L \frac{d^2q}{dt^2}$ bo'ladi. Bu kuchlanish tushishlarining yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni :

$$L \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0 \quad (14.12)$$

Bu ifodani L ga bo'lsak va

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (14.13)$$

deb belgilasak, (14.12) munosabat quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \omega_0^2 q = 0 \quad (14.14)$$

Bu tenglamaning echimi

$$q = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (14.15)$$

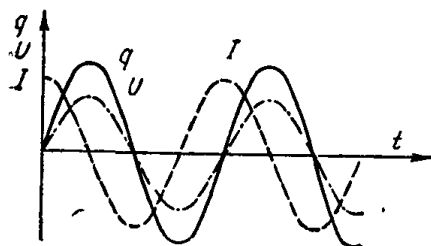
ko'rinishida bo'ladi. Bu ifodadan shu narsa ko'rinadiki, **kondensator qoplamalaridagi zaryad miqdori garmonik qonun bo'yicha o'zgaradi** (14.3 – rasm) u holda kondensatordagi kuchlanish

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q_m}{C} \cos(\omega_0 t + \varphi) = U_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (14.16)$$

ifoda bilan aniqlanar ekan, u ham garmonik qonun bo'yicha o'zgaradi (14.3 – rasm.).

Zanjirdagi tok kuchi ham garmonik qonun bo'yicha o'zgaradi:

$$I = \frac{dq}{dt} = -\omega_0 q_m \sin(\omega_0 t + \varphi) = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi + \frac{\pi}{2}) \quad (14.17)$$



14.3 – rasm.

Demak, tok kuchi zaryad va kuchlanishdan faza bo'yicha $\frac{\pi}{2}$ ga farq qiladi. (14.3 – rasm)

Tebranish davri uchun quyidagi formulani yozish mumkin.

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{LC} \quad (14.18)$$

Bu tenglama **Tomson formulasi** deb yuritiladi. Elektromagnit tebranishlarni uzluksiz hosil qilish uchun kondensatorni biror moslama bilan zaryadlab turish zarur. Bunday moslama sifatida 1886 yilda Gerts induksiya g'altigidan foydalangan. Hozirda esa so'nmas elektromagnit tebranishlari hosil qilish uchun elektron lampa va yarimo'tkazgichli tranzistordan foydalaniladi.

3. Elektromagnit to'liqlar. Umov vektori

Endi Maksvell tenglamalarini differentsial ko'rinishini yozaylik:

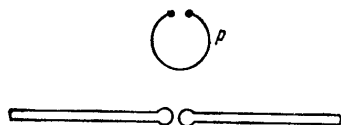
$$\text{rot} E = - \frac{\partial B}{\partial t} \quad (13.52)$$

$$\text{rot} H = j_{ymk} + \frac{\partial B}{\partial t} \quad (13.53)$$

$$diVD = \rho \quad (13.54)$$

$$diVB = 0 \quad (13.55)$$

Maksvellning bu tenglamalari tabiat qonunlarining ifodasidir.



14.13 – rasmi.

Tebranish konturida elektromagnit toʻlqinlar hosil qilish va unda elektr va magnit maydon energiyalarining bir-biriga aylanishlarini oʻrganib chiqdik. Bu hodisa kontur atrofidagi fazoda energiyaning juda oz qismi elektromagnit toʻlqin sifatida tarqalishi mumkinligini koʻrsatadi. Tebranish konturining davri qanchalik kichik boʻlsa, kontur energiyasining shunchalik koʻproq qismi elektromagnit toʻlqin sifatida tarqaladi. Tomson formulasiga ($T = 2\pi\sqrt{LC}$) asosan tebranish davrini kichraytirish

uchun tebranish konturidagi induktivlik va sigʻim qiymatlarini kamaytirish lozim yoki tebranish chastotasining oʻrttirish kerak. Elektromagnit toʻlqinlarni tarqatish uchun Gerts ochiq konturidan, yaʼni **Gerts vibratoridan** foydalanish maqsadga muvofiqdir.

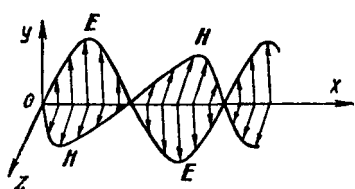
Vibratorning ikkala qismi dastlab oʻzgaruvchan tok manbaidan yuqoriroq potentsiallar farqi vujudga kelguncha zaryadlanadi. Potentsiallar farqi etarlicha yuqori boʻlganda vibratorning ikkala qismi oraligʻida uchqun yuz berib zanjirning ikkala qismini ulaydi. Keyin vibrator yangitdan zaryadlanadi va jarayon takrorlanaveradi.

Elektromagnit toʻlqinlarini qayd qilish uchun **rezonator** (r)dan foydalanish mumkin, (14.13 – rasmi). Elektro-magnit toʻlqinning differentsial tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \quad (14.79)$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}, \quad (14.80)$$

bundagi u – elektromagnit toʻlqinning fazaviy tezligi boʻlib, uning qiymati quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:



14.14 – rasmi.

$$u = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \sqrt{\mu \epsilon}}, \quad (14.81)$$

bunda μ - muhitning magnit singdiruvchanligi va ϵ - dielektrik singdiruvchanligi birga teng. SHuning uchun vakuumda elektromagnit toʻlqinlarining tarqalish tezligi

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad (14.82)$$

munosabat bilan topiladi. Bu ifodani eʼtiborga olib (14.82) ni quyidagicha yozamiz

$$u = \frac{c}{\sqrt{\mu \epsilon}} \quad (14.83)$$

Maksvell nazariyasiga asosan elektromagnit toʻlqinlar koʻngdalang toʻlqinlardir. E va N vektorlar oʻzaro per-pendikulyar boʻlib, ular toʻl-qinning tarqalish tezligi u ga perpendikular tekislikda yotadi (14.14 – rasmi). Elektromagnit toʻlqinda E va N vektorlarining tebranishlari doimo bir xil fazada sodir boʻladi. ox yoʻnalishida tarqalayotgan ω chastotali elektromagnit toʻlqin tenglamasi quyidagicha yoziladi.

$$E = E_m \cos(\omega t - kx + \varphi_0) \quad (14.84)$$

$$H = H_m \cos(\omega t - kx + \varphi_0) \quad (14.85)$$

bundagi E_m va H_m – mos ravishda E va N vektorlarning amplituda qiymatlari, $\kappa = \frac{\omega}{u} = \frac{2\pi}{\lambda}$ toʻlqin soni, φ_0 – koordinatasi $x=0$ boʻlgan nuqtadagi tebranishlarning boshlangʻich fazasi.

Elektromagnit maydon energiyasi, elektr va magnit maydon energiyalarining zichligi yig'indisidan iborat:

$$W = W_{\text{э}} + W_{\text{м}} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} + \frac{\mu_0 \mu H^2}{2} \quad (14.86)$$

bir momentda elektr va magnit maydon energiyalarining zichliklari birday bo'ladi, ya'ni:

$$W_{\text{э}} = W_{\text{м}},$$

buni e'tiborga olib (14.86) ni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$W = 2W_{\text{э}} = 2W_{\text{м}} = \varepsilon_0 \varepsilon E^2 = \mu_0 \mu H^2 \quad (14.87)$$

Bundan

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu_0 \mu} H$$

ekanligi kelib chiqadi yoki buni (14.87) ga qo'ysak

$$W = \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0 \varepsilon \mu} EH \quad (14.88)$$

natijani olamiz.

Energiya oqimini zichligini S bilan belgilasak,

$$\begin{aligned} S &= Wu = EH \\ S &= [EH] \end{aligned} \quad (14.89)$$

S vektorni **Umov – Poyting vektori** deb ataladi.

Nazorat uchun savollar

1. Elektromagnit induksiya hodisasi. O'z va o'zaro induksiya.
2. Elektromagnit garmonik tebranishlar.
3. Elektromagnit to'lqinlar. Umov vektori.

Tayanch so'zlar

Elektr tebranishlar, tebranish konturi, elektromagnit garmonik tebranishlar, Tomson formulasi, elektromagnit to'lqin, Maksvell tenglamalarining integral ko'rinishi, Maksvell tenglamalarining differensial ko'rinishi, Umov-Poyting vektori.

9-ma'ruza: Geometrik optika asoslari

1. Yorug'likning tabiati. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.
2. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.
3. Asosiy fotometrik kattaliklar.
4. Yorug'lik dispersiyasi.
5. Yorug'lik yutilishi. Buger qonuni.

1. Yorug'likning tabiati. Asosiy tushunchalar va ta'riflar

XVII asrning oxirida yorug'likning tabiati haqida ikkita o'zaro qarama-qarshi nazariya maydonga keldi: bulardan birinchisi, Nyuton yaratgan **korpuskulyar nazariya** va ikkinchisi, Gyuygensning to'lqin nazariyasidir. YOrug'likning korpuskulyar nazariyasiga binoan, yorug'lik juda katta tezlik bilan tarqaluvchi juda kichik moddiy zarrachalar (korpuskulalar) oqimidan iboratdir. YOrug'likning rang ta'siri korpuskulalarning o'lchami bilan tushuntirilgan: eng yirik korpuskulalar qizil rangli nurni, eng maydalari esa binafsha rangli nurni hosil qiladi.

YOrug'likning to'lqin nazariyasiga muvofiq yorug'lik elastik muhitdan iborat bo'lgan fazoda katta tezlik bilan tarqaluvchi to'lqindan iborat. Bu nazariyaga muvofiq yorug'likning

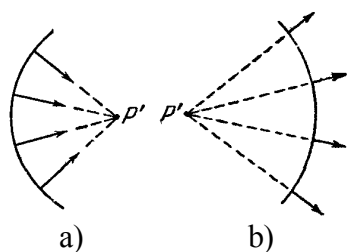
qaytish va sinish qonunlari barcha to'liqlar uchun o'rinli bo'lgan qonunlar asosida tushuntiriladi. YOrug'likning rangi uning to'liq uzunligiga bog'liq. Qizil rangli nurning to'liq uzunligi ($\lambda_q=76 \cdot 10^{-7}$ m) eng katta bo'lib, binafsha nurniki esa ($\lambda_b=38 \cdot 10^{-7}$ m) eng kichik. Har ikkala nazariyaga ham ba'zi yorug'lik hodisalariga oid qonuniyatlarni masalan, yorug'likning qaytish va sinish qonunlarini qoniqarli tushuntirib berdi. Biroq, yorug'likning interferentsiyasi, difraktsiyasi va qutblanishi singari hodisalarni bu nazariyalar tushuntira olmadi.

XVIII asrning oxirigacha ko'pchilik fiziklar Nyutonning korpuskulyar nazariyasini afzal ko'rib keldilar. XIX asrning boshlarida ingliz fizigi YUng va Frenelning tadqiqotlari tufayli to'liq nazariya ancha rivojlandi. Gyuygens – YUng - Frenel to'liq nazariyasi o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan barcha yorug'lik hodisalarini, shu jumladan, yorug'likning interferentsiyasi, difraktsiyasi va qutblanishini ham muvaffaqiyatli tushuntirib berdi. 1873 yilda ingliz olimi Maksvell yorug'lik bo'shliqda $s=3 \cdot 10^8$ m/s tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit to'liqdan iborat ekanligini nazariy asoslab berdi. SHunday qilib, yorug'likning elektromagnit to'liq nazariyasi yaratildi. Bu nazariya G.Gerts tajribalarida tasdiqlandi. YOrug'likning tabiati haqidagi to'liq nazariya rivojlanib, yorug'likning elektromagnit nazariyasiga aylandi.

Biroq XIX asrning oxiriga kelib, to'liq nazariya bilan tushuntirib bo'lmaydigan tadqiqotlar – fotoeffekt, Kompton effekti, absolyut qora - jismlarning issiqlik nurlanishi va boshqa hodisalar paydo bo'ldi. Ularni 1905 yilda Eynshteyn tomonidan yaratilgan **yorug'likning kvant nazariyasi** tushuntirib berdi. SHunday qilib, yorug'likning tabiati haqida yangi nazariya – **kvant nazariyasi** maydonga keldi. Kvant nazariyasi ma'lum ma'noda Nyuton korpuskulyar nazariyasini qayta tikladi. Biroq, fotonlar korpuskulalardan farq qiladi: barcha fotonlar yorug'lik tezligiga teng tezlik bilan harakatlanadi va foton tinch holatda massaga ega emas. Keyinchalik kvant nazariyasi ham Bor, SHredinger, Dirak va boshqa olimlar tomonidan yanada rivojlantirildi.

SHunday qilib, (elektromagnit) to'liq va korpuskulyar (kvant) nazariya bir-birini rad etmaydi, balki bir-birini to'ldiradi, bu bilan yorug'lik hodisalarining **ikki yoqlama xarakterini** aks ettiradi.

Ko'pchilik optikaviy hodisalarni, jumladan optikaviy asboblarning ishlashini yorug'lik nurlari haqidagi tushuncha asosida ko'rib chiqish mumkin. Optikaning bu tushunchaga asoslangan bo'limi *geometrik optika* (yoki *nurlar optikasi*) deb ataladi.



3.1-rasm.

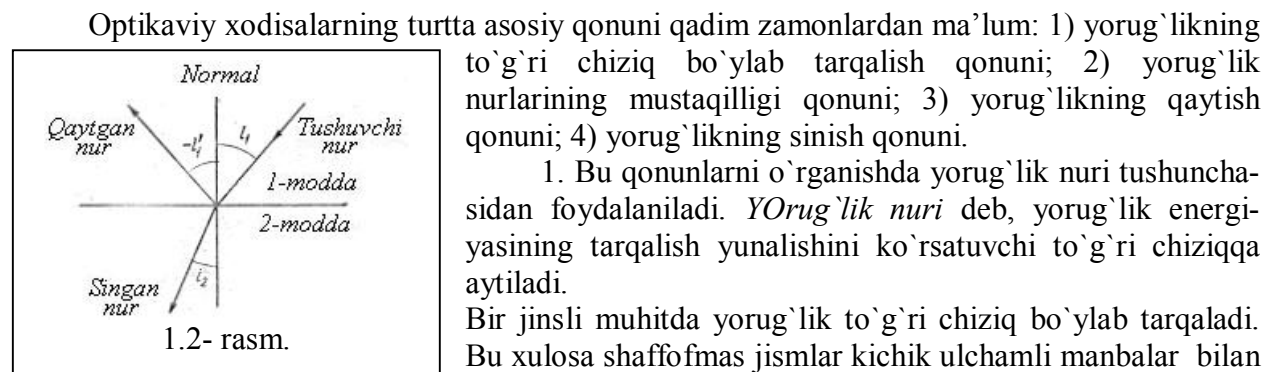
Izotrop muhitda *nurlar* deb, to'liq sirtlariga normal chiziqlar tushuniladi. YOrug'lik energiyasi shu chiziqlar bo'ylab tarqaladi. Nurlar o'zaro kesishganda bir-birida hech qanday g'alayon hosil qilmaydi. Bir jinsli muhitda ular to'g'ri chiziqlidir. Ikki muhitni ajratuvchi chegarada nurlar (1.1) va (1.2) qonunlar bo'yicha qaytadi va sinadi.

Nurlar to'plami *dasta* hosil qiladi. Agar nuqtalar davom ettirilganda bir nuqtada kesishsa, *dasta gomotsentrik* deb ataladi. Nurlarning gomotsentrik dastasiga sferik to'liq sirti mos keladi. 3.1.a-rasmda – yig'iluvchi, 3.1.b-rasmda – sochiluvchi nurlar dastasi tasvirlangan. Paralel nurlar dastasi gomotsentrik dastaning xususiy xolidir: unga yorug'likning yassi to'liqini mos keladi.

Agar sistema dastalarining gomotsentrikligini buzmasa, R nuqtadan chiqqan nurlar P' nuqtada kesishadi va bu nuqta R nuqtaning optikaviy tasviri bo'ladi. Agar buyumning istalgan nuqtasi nuqta kurinishida tasvirlansa, tasvir nuqtaviy yoki stigmatik deb ataladi. *Agar yorug'lik nurlari P' nuqtada xaqiqatdan xam kesishsa, tasvir xaqiqiy deyiladi* (3.1,a-rasm), *agar P' nuqtada nurlarning yorug'lik tarqalayotgan tomonga karama-karshi yunalishdagi davomlari kesishsa, tasvir mavhum deyiladi* (3.1,b-rasm). Xaqiqiy tasvir tegishli joylashtirilgan ekranni bevosita yoritadi. Mavhum tasvir bunday yoritishni xosil qila olmaydi, lekin mavhum tasvirlar optikaviy asboblarda yordamida xaqiqiy tasvirlarga aylantirilishi mumkin. YOrug'lik nurlarining yuli qaytuvchan bo'lgani uchun yorug'lik manbai R va tasvir P' o'z o'rnlarini almashtirishlari

mumkin: R nuqtaga joylashtirilgan nuqtaviy manba P' nuqtada o'z tasvirini xosil qiladi. SHu sababli R va P' *qo'shma nuqtalar* deb yuritiladi. Aks ettirilayotgan buyumga geometrik o'xshash stigmatik tasvir xosil qiladigan optikaviy sistema *ideal sistema* deb ataladi. Bunday sistema yordamida R nuqtalarining fazoviy uzluksizligi P' nuqtalarining fazoviy uzluksizligi ko'rinishida aks ettiriladi. Bu tutashliklarning birinchisi *buyumlar fazasi*, ikkinchisi esa *tasvirlar fazasi* deb yuritiladi. Har ikki fazadagi nuqtalar, to'g'ri chiziqlar va tekisliklar orasida uzaro bir qiymatli moslik bo'ladi. Ikki faza orasidagi bunday munosabat geometriyada *kollinear moslik* deb ataladi.

2. Geometrik optikaning asosiy qonunlari



Optikaviy xodisalarning turtta asosiy qonuni qadim zamonlardan ma'lum: 1) yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni; 2) yorug'lik nurlarining mustaqilligi qonuni; 3) yorug'likning qaytish qonuni; 4) yorug'likning sinish qonuni.

1. Bu qonunlarni o'rganishda yorug'lik nuri tushunchasidan foydalaniladi. *YOrug'lik nuri* deb, yorug'lik energiyasining tarqalish yunalishini ko'rsatuvchi to'g'ri chiziqqa aytiladi. Bir jinsli muhitda yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Bu xulosa shaffofmas jismlar kichik ulchamli manbalar bilan yoritilganda xosil buladigan soyalarning chegaralari keskin bo'lishidan kelib chiqadi. Lekin yorug'lik ulchami juda kichik bulgan teshiklardan utganda (ya'ni $\lambda \approx d$) yorug'likning to'g'ri chiziq buylab tarqalish qonuni uz kuchini yukotadi.

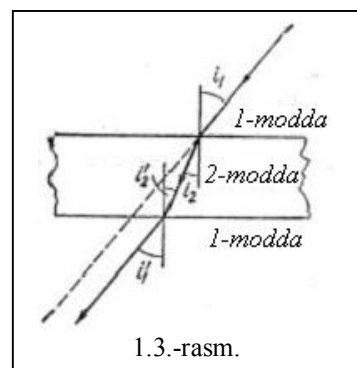
2. YOrug'lik nurlarining mustaqilligi ular uzaro kesishganda bir-biriga hech kandy ta'sir qilmasligidan iboratdir. Nurlarning kesishishi xar bir nurning mustaqil ravishda tarqalishiga xalakit bermaydi.

3. YOrug'lik ikki shaffof muhit orasidagi chegarani kesib utganda tushuvchi nur ikkita nurga qaytgan va singan nurlarga ajraladi. Bu nurlarning yunalishi yorug'likning qaytish va sinish qonunlaridan aniklanadi.

YOrug'likning qaytish qonuni: *qaytgan nur, tushuvchi nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bilan bir tekislikda yotadi. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng* (1.2-rasm):

$$i_1 = i_1' \quad (1.2.)$$

4. YOrug'likning sinish qonuni. *Singan nur, tushuvchi nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bilan bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan moddalar uchun o'zgarmas kattalikdir* (1.2-rasm):



$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{12} \quad (1.3)$$

n_{12} – ikkinchi moddaning birinchi moddaga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

Bir modda ichiga ikkinchi moddadan yasalgan yassi – parallel plastinkani tushiramiz (1.3-rasm). Tajriba ko'rsatadiki, plastinka orkali utgan nur tushuvchi nurga parallel buladi. Nurning plastinka sirtlaridagi xar ikkala sinishi uchun (1.3) munosabatni yozamiz:

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{12}, \quad \frac{\sin i_1'}{\sin i_2'} = n_{21} \quad (1.4)$$

(ikkinchi sirt uchun (1.3) qonun yozilganda 1-moddaning 2-moddaga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, ya'ni n_{21} olinadi).

Geometrik mulohazalardan $i_2' = i_2$ nur plastinka orqali o'tgandan keyin dastlabki yunalishiga parallel bulib kolishi sababli i_1' va i_1 burchaklar o'zaro teng buladi. SHuning uchun (1.4) ifodalarni o'zaro ko'paytirsak

$$n_{21} = \frac{1}{n_{21}} \quad (1.5)$$

kelib chikadi. Bundan yorug'lik nurlarining aylanuvchanlik (yoki o'zarolik) qonuni kelib chiqadi: *agar bir necha marta qaytgan va singan nurga qarama qarshi yo'nalishda boshqa bir nur yunaltirsak, u o'sha birinchi (to'g'ri) nur o'tgan yo'ldan, lekin teskari yo'nalishda o'tadi.*

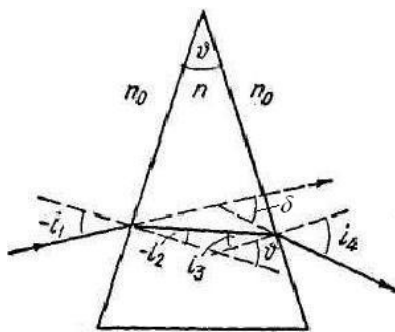
Moddaning bo'shliqqa nisbatan sindirish ko'rsatkichi shu moddaning *absolyut (mutloq) sindirish ko'rsatkichi* deyiladi. Sindirish ko'rsatkichi kattaroq bulgan modda *optikaviy zichroq* modda deb yuritiladi.

Ikki moddaning nisbiy sindirish ko'rsatkichi n_{12} bilan ularning mutloq sindirish ko'rsatkichlari n_1 va n_2 orasida quyidagi munosabat mavjud.

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1.6)$$

Demak, ikki moddaning nisbiy ko'rsatkichi ularning mutloq sindirish ko'rsatkichlari nisbatiga teng. (1.6) munosabatdan foydalanib, sinish qonunining (1.3) ifodasini kuyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (1.7)$$



1.5-rasm.

Bu formuladan ko'rinadiki, yorug'lik nuri optikaviy zichligi kattaroq muhitdan optikaviy zichligi kichikroq muhitga o'tganda sirtning normalidan uzoqlashadi.

Tushish burchagi kattalashgan sari, sinish burchagi yanada tezroq o'sadi va tushish burchagi $i_{uez} = \arcsin n_{12}$ (1.8)

qiymatga etganda i_2 burchak $\frac{\pi}{2}$ ga teng buladi. (1.8) kattalik *chegaraviy burchak* deb ataladi.

Tushuvchi nur energiyasi qaytgan va singan nurlar orasida taksimlanadi. Tushish burchagi kattalashgan sari, qaytgan nur intensivligi ortadi, singan nur intensivligi esa

kamaya borib, chegaraviy burchakda 0 ga aylanadi. Tushish burchagini qiymati chegaraviy burchak bilan $\frac{\pi}{2}$ oraligida bo'lsa, yorug'lik ikkinchi muhitga o'tmaydi, qaytgan nur intensivligi

tushuvchi nur intensivligiga teng buladi. Bu xodisa *to'la ichki qaytish* deb ataladi.

YOrug'likni prizma orkali o'tishini ko'rib chiqish uchun sinish qonunini tatbiq qilamiz. Prizmaning sindiruvchi yoqlari orasidagi θ burchak (1.5-rasm) *sindiruvchi burchak* deb ataladi shu yoqlarning kesishish chizig'i sindiruvchi qirra, sindiruvchi qirraga perpendikular tekislik esa prizmaning bosh kesimi deyiladi. Agar tushuvchi nur bosh kesimda yotsa, prizmadan chiqqan nur ham shu tekislikda yotadi. Tushuvchi va chiqqan nurlarning yo'nalishlari orasidagi δ burchak *og'dirish burchagi* deb yuritiladi.

U holda og'dirish burchagini hisoblash uchun quyidagi taqribiy formuladan foydalanish mumkin:

$$\delta = \left(\frac{n}{n_0} - 1 \right) \theta. \quad (1.8)$$

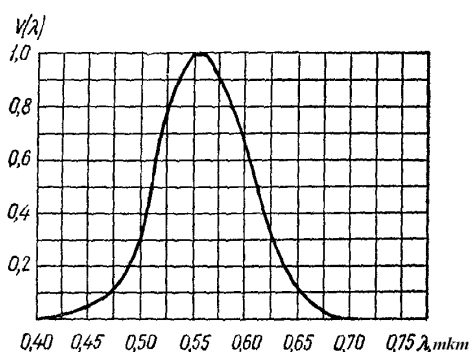
3. Asosiy fotometrik kattaliklar

YOrug'lik xodisalarida yorug'lik nuqtaviy manbasidan foydalanamiz. YOrug'lik manbaining o'lchamlarini kuzatish joyidan ungacha bo'lgan masofaga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bulsa, bunday manbani nuqtaviy manba deb ataymiz. Bir jinsli va izotrop muxitda nuqtaviy manbadan tarqalayotgan to'liq sferik bo'ladi. YOrug'likni xarakterlovchi quyidagicha asofiy fotometrik kattaliklarni ko'rib chiqamiz.

1. YOrug'lik oqimi – yorug'lik intensivligining ko'rish sezgisi uyg'otish xususiyatiga qarab aniqlash uchun kiritiladi. YOrug'lik intensivligini uning ko'rish sezgisi uyg'otish xususiyati bilan bog'lab xarakterlash uchun yorug'lik oqimi deb ataluvchi F kattalik kiritiladi. $d\lambda$ intervaldagi yorug'lik oqimini aniqlash uchun energiya oqimini ko'rinuvchanlik funktsiyasining tegishli qiymatiga ko'paytirish kerak.

$$d\Phi = V(\lambda)d\Phi_e. \quad (1.17)$$

Bu erda $d\Phi_e$ - energiyaning λ bilan $\lambda + d\lambda$ oralig'idagi to'liq uzunliklarga to'g'ri



1.9-rasm.

keladigan oqimidir. Energiya oqimini $\varphi(\lambda) = \frac{d\Phi_e}{d\lambda}$

formulaga asosan energiyaning to'liq uzunliklari bo'yicha taqsimlanish funktsiyasi orqali ifodalab, quyidagicha yozish mumkin:

$$d\Phi = V(\lambda)\varphi(\lambda)d\lambda \quad (1.18)$$

To'la yorug'lik oqimi

$$\Phi = \int_0^{\infty} V(\lambda)\varphi(\lambda)d\lambda \quad (1.19)$$

shaklda topiladi. Ko'rinuvchanlik funktsiyasi $V(\lambda)$ – o'lchamsiz kattalik. O'rtacha normal odam ko'zining har xil to'liq uzunliklardagi nurlanishdarga nisbatan sezgirligi ko'rinuvchanlik egri chizig'i deb ataladigan grafik orqali beriladi (1.9-rasm). Demak, yorug'lik oqimining o'lchamligi energiya oqimining o'lchamligi bilan bir xil bo'ladi. SHunga asoslanib, yorug'lik oqimini ko'rish sezgisi bo'yicha baholanadigan nuriy energiya oqimi tarzida aniqlash mumkin.

YOrug'lik oqimining birligi *lyumen* (*lm*). Bu birlik yorug'lik kuchi bir sham bulgan izotrop manbaining bir steradian fazoviy burchk ichida tarqatayotgn yorug'lik oqimiga teng:

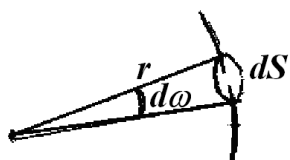
$$1 \text{ lm} = 1 \text{ shm} \times 1 \text{ steradian}$$

To'liq uzunligi $\lambda = 0,555 \text{ mkm}$ bo'lgan nurlanishdan hosil bo'layotgan 1 *lm* yorug'lik oqimiga 0,0016 *Vt* energiya oqimi to'g'ri kelishi tajriba yuli bilan aniqlangan. Quyidagi

$$A = 0,0016 \text{ Vt/lm}$$

kattalik yorug'likning mexanikaviy ekvivalenti deyiladi.

Ko'rinuvchnlik funktsiyasi $V(\lambda)$ ga teng nurlanishdan hosil bo'layotgan 1 *lm* yorug'lik oqimiga $A/V(\lambda)$ *Vt* energiya oqimi mos keladi.



1.10-rasm.

Demak, yorug'lik oqimi Φ yorug'lik energiyasining ko'z bilan chamlanadigan mikdoridir. O'lchov birligi 1 *lyumen* (*lm*).

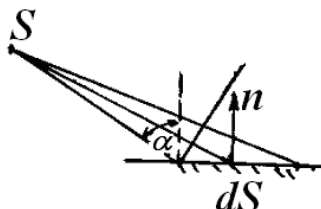
2. YOrug'lik kuchi - steradian fazoviy burchak ichida tarqalayotgan yorug'lik oqimi bilan o'lchanadigan kattalikdir. YOrug'likning nuqtaviy manbalarini xarakterlash uchun yorug'lik kuchi I ishlatiladi. YOrug'lik kuchini manba nurlanishining fazoviy burchak birligiga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimi tarzida aniqlanadi:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}, \quad (1.20)$$

(bu erda $d\Phi$ - manbaining $d\omega$ fazoviy burchak ichida tarqatayotgan yorug'lik oqimidir). Fazoviy burchagining o'lchov birligi 1 *steradian* (*ster*) deb qabul qilingan. 1 *ster* fazoviy burchak

shunday fazoviy burchakki, uni chegaralovchi radiusning sirtidan ajratish yuzasi $dS=r^2$ bo'ladi (1.10-rasm).

Umumiy xolda yorug'lik kuchi yo'nalishga bog'liq: $I=I(\theta, \varphi)$ (θ va φ koordinatalarining sferik sistemasidagi qutbiy va azimutal burchaklaridir). Agar I yo'nalishga bog'liq bo'lmasa, manba *izotrop* deb yuritiladi. Izotrop manba uchun



1.11-rasm.

$$I = \frac{\Phi}{4\pi}. \quad (1.21)$$

Bunda Φ manbaning barcha yo'nalishlar bo'yicha tarkatayotgan to'la yorug'lik oqimi.

Manbaning o'lchamlari kattaroq bo'lganda (nuqtaviy emas), manba sirtidagi dS elementning yorug'lik kuchi haqida so'z yuritishga to'g'ri keladi. U holda (1.20) formuladagi $d\Phi$ ni manba manba sirtidagi dS elementning $d\omega$ fazoviy burchak ichida tarqatayotgan yorug'lik oqimi deb tushunish kerak.

YOrug'lik kuchining birligi – sham (shm). Birliklarning Xalqaro sistemi (SI) dagi asosiy birliklardan biri. Bu birlikning qiymati shunday qabul qilinganki, platinaning qotish temperaturasida to'la nurlangichning ravshanligi 1 sm^2 ga 60 shm bo'ladi. To'la nurlangich deganda absolyut qora jism xossalriga ega bo'lgan qurilma tushuniladi.

3. *YOritilganlik*. Biror sirtning o'ziga tushayotgan yorug'lik oqimidan yoritilish darajasi yoritilganlik deb ataluvchi quyidagi kattalik bilan xarakterlanadi (1.11-rasm):

$$E = \frac{d\Phi_{tush}}{dS} \quad (1.22)$$

(bunda $d\Phi_{tush}$ - sirtning dS elementiga tushayotgan yorug'lik oqimi).

YOritilganlik birligi luks (lk) 1 lm oqimning 1 m^2 sirt bo'yicha tekis taqsimlanib hosil kilgan yoritilganligiga teng:

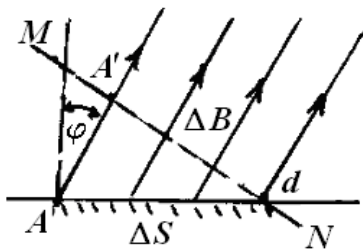
$$1 \text{ lk} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2.$$

Nuqtaviy manba hosil qiladigan E yoritilganlikni yorug'lik kuchi I , sirtidan manbagacha bo'lgan masofa r va sirtning n normali bilan manba tomon yo'nalish orasidagi α burchak orqali ifodalash mumkin. dS yuzagacha (1.11-rasm) tushuvchi oqim $d\Phi_{tush} = Id\omega$ o'sha dS yuzagacha tayangan $d\omega$ fazoviy burchak ichidagi oqimdir. $d\omega$ burchak $dS \cdot \cos\alpha / r^2$ ga teng. bu oqimni dS ga bo'lib, quyidagini hosil kilamiz:

$$E = \frac{I}{r^2} \cos\alpha = E_0 \cos\alpha, \quad (1.23)$$

Energetik o'lchov birligi 1 Vt/m^2 yoki $1 \text{ erg/s} \cdot \text{sm}^2$.

4. *YOrituvchanlik*. O'lchamlari kattaroq yorug'lik manbai turli qismlarning yorituvchanligi R bilan xarakterlanadi. YOrituvchanlik deganda sirt birligining hamma yo'nalishlar bo'yicha (θ burchakning 0 dan $\pi/2$ gacha qiymatlarida; θ – berilgan yo'nalish bilan sirtning tashqi normal orasidagi burchak tashqariga sochayotgan yorug'lik oqimi tushuniladi):



1.12-rasm.

$$R = \frac{d\Phi_{soch}}{dS} \quad (1.24)$$

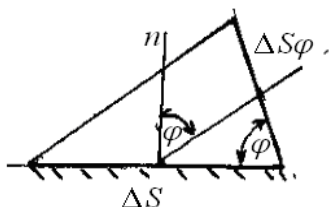
(bu erda $d\Phi_{soch}$ - manba sirtidagi dS elementning hamma yo'nalishlar bo'yicha tashqariga sochayotgan yorug'lik oqimi).

YOrituvchanlik sirtning uziga tushayotgan yorug'likni kaytarish xisobiga hosil bo'lishi mumkin. U holda (1.24) formuladagi $d\Phi_{soch}$ sirtidagi dS elementning hamma yo'nalishlar bo'yicha qaytarayotgan yorug'lik oqimi bo'ladi.

Yorituvchanlik ham yoritilganlik o'lanadigan birliklarda, ya'ni lukslarda (va fotlarda) o'lanadi.

5. *Ravshanlik*. Yorituvchanlik manba sirti muayyan joyining hamma yo'nalishlar bo'yicha yorug'lik sochishini (yoki qaytarishini) xarakterlaydi. Yorug'likning berilgan yo'nalish bo'yicha sochilishi (kaytishi) ravshanlik B bilan xarakterlanadi. Yo'nalish qutbiy burchak θ (bu burchak nur sochuvchi ΔS yuzachaning n tashqi normalidan boshlab hisoblanadi) va azimutal burchak φ yordamida berilishi mumkin. Ravshanlik ΔS elementar yuzachaning berilgan yo'nalishdagi yorug'lik kuchini ΔS yuzachaning o'sha yo'nalishga perpendikular tekislikdagi proektsiyasiga bo'lishdan chiqadigan nisbat tarzida aniqlanadi.

Nur sochuvchi ΔS yuzachaga tayangan va (φ) yo'nalishida orientatsiyalangan elementar $d\omega$ fazoviy burchakni qarab chiqamiz (1.12-rasm). (1.20) ga ko'ra ΔS yuzachaning berilgan yo'nalishdagi yorug'lik kuchi $I = d\Phi/d\omega$ bo'ladi, bunda $d\Phi$ - fazoviy $d\omega$ burchak ichida tarqalayotgan yorug'lik oqimi. ΔS yuzachaning (φ) yo'nalishiga perpendikular tekislikdagi proektsiyasi (1.12-rasm). (Bu tekislik punktir chiziq bilan ko'satilgan). $\Delta S \cos\varphi$ buladi. Demak, ta'rifga kura, ravshanlik quyidagiga teng:



1.13-rasm.

$$B = \frac{d\Phi}{d\omega \Delta S \cos\varphi}. \quad (1.25)$$

Umumiy xolda ravshanlik turli yo'nalishlar uchun turlicha bo'ladi: $V=V(\varphi)$. Xuddi yorituvchanlik kabi, ravshanlik xam yorug'likni kaytarayotgan sirtini xarakterlash uchun ishlatilishi mumkin. (1.25) formulaga ko'ra, ΔS yuzachaning θ va φ bilan aniqlangan yo'nalishda $d\omega$ fazoviy burchak ichida tarqatayotgan yorug'lik oqimi quyidagiga teng:

$$d\Phi = B(\theta, \varphi) d\omega \Delta S \cos\varphi \quad (1.26)$$

Ravshanligi hamma yo'nalishlar bo'yicha bir xil bo'lgan ($B=\text{const}$) manbalar lambert manbalar (Lambert qonuniga bo'ysunuvchi manbalar) yoki kosinusli manbalar (bunday manba sirtining elementi tarqatayotgan oqim $\cos\theta$ ga proporsional) deb ataladi. Faqat absolyut qora jismgina Lambert qonuniga aniq bo'ysunadi.

Lambert manbalarining yorituvchanligi R va ravshanligi B orasida soddagina munosabat bor. Bu munosabatni topish uchun (1.26) formulaga $d\omega = \sin\varphi d\theta d\varphi$ ni qo'yib, hosil bo'lgan ifodani, $B=\text{const}$ ekanini ko'zda tutgan holda, φ bo'yicha 0 dan 2π gacha gacha integrallaymiz. Natijada Lambert manbai sirtidagi ΔS yuz elementining hamma yo'nalishlar bo'yicha tashqariga sochayotgan to'la yorug'lik oqimini topamiz:

$$\Delta\Phi_{soch} = B\Delta S \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi/2} \sin\varphi \cos\varphi d\varphi = \pi B\Delta S.$$

Bu oqimni ΔS ga bo'lib, yorituvchanlikni aniqlaymiz. SHunday qilib, Lambert manbalari uchun

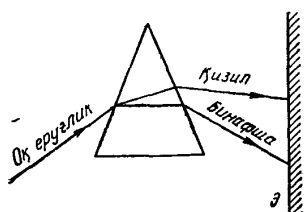
$$R = \pi B \quad (1.27)$$

Ravshanlik birligi uchun kvadrat metr ga sham (shm/m^2) yoki nit (nt) ishlatiladi. Bir tekis yorituvchi yassi sirtidagi bir kvadrat metr yuzning sirt normali yo'nalishidagi yorug'lik kuchi bir shamga teng bo'lsa, shu sirtning o'z normali yo'nalishidagi ravshanligi bir nit bo'ladi. (Ilgari ravshanlikning stilb (sb) deb ataladigan birligi ham qo'llanilgan: $1 \text{ sb} = 1 \text{ shm}/1 \text{ sm}$. Stilb va nit orasida quyidagi munosabat bor $1 \text{ sb} = 10^4 \text{ nt}$).

4. Yorug'lik dispersiyasi

Moddalar sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqin uzunligi (chastotasi) ga bog'liqligi *yorug'likning dispersiyasi* deyiladi.

Nyuton tajribalar asosida yorug'lik dispersiyasini kashf etdi. Nyuton prizma tushayotgan. «oq yorug'lik» qizildan binafshagacha rangdagi yorug'lik spektrga ajralishini aniqladi (16.1 – rasm.). Tajribalardan shular ma'lum bo'ldiki, turli moddalardan yasalgan prizmalarda bir xil chastotali ($\omega = \text{const}$) nurlar turlicha burchakka og'adi: yoki bir xil chastotalar intervali $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ ga mos bo'lgan spektr qismining kengliklari turli prizmalarda turlicha bo'ladi.



16.1 – rasmi.

Chastota ortishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi ham ortib borsa, ya'ni $\frac{\Delta n}{\Delta \omega} > 0$ bo'lsa, bu moddadagi yorug'likning dispersiyasi *normal dispersiya* deyiladi. Agar chastota ortishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi kamaysa, ya'ni $\frac{\Delta n}{\Delta \omega} < 0$ bo'lsa, bunday moddadagi yorug'lik dispersiyasini *anomal dispersiya* deyiladi.

Shisha uchun oq yorug'lik sohasining barcha qismlarida normal dispersiya, ultrabinafsha va infraqizil sohalarning ba'zi qismlarida *anomal dispersiya* kuzatiladi.

5. Yorug'lik yutilishi. Buger qonuni

Yorug'likning yutilishi deb, yorug'lik dastasi biror muhitdan o'tayotganda shu muhit qatlamida yutilishiga, ya'ni ular intensivligining kamayishiga aytiladi. Yorug'likning yutilgandagi energiyasi muhitning isishiga, atom yoki molekullarni uyg'otishga sarf bo'ladi. Yutilgan yorug'lik kvanti yutuvchi muhit elektronlari bilan o'zaro ta'sirlashib o'z energiyasini ularga beradi. Yorug'lik yutilganda uning intensivligining kamayishi quyidagi qonuniyat bilan ifodalanadi.

$$I = I_0 e^{-kx} \quad (4.35)$$

Bu *Buger-Lambert qonuni* deyiladi. Bunda I_0 – muhitga tushayotgan va I – x qatlamdan o'tgan yorug'lik intensivligi, k – muhit xossasiga bog'liq bo'lgan yutish ko'rsatkichi bo'lib, u yutilgan yorug'lik chastotasi (yoki λ) ga bog'liq, lekin uning intensivligiga, demak, yutiluvchi muhit qatlamining qalinligiga bog'liq emas. Agar $x = 1/k$ bo'lsa, $I_0 / I = e = 2,72$ bo'ladi, ya'ni bunday yorug'lik intensivligi $e = 2,72$ marta kamayadi.

Ayrim moddalar uchun yorug'lik intensivligi juda katta bo'lganda Buger-Lambert qonunidan og'ish yuz beradi: I_0 ortishi bilan k kamaya boradi. Bu hodisa yorug'lik yutilishini kvant nazariyasi asosida tushuntiriladi. Bu nazariyaga asosan yorug'likning katta intensivligida moddada atomning uygongan xolatining davom etish vaqti katta bo'gan atomlar ko'proq hosil bo'lishi mumkin.

Agar yutuvchi muhit uncha zich bo'lmagan eritma bo'lsa, bu eritma uchun Ber qonuni, ya'ni

$$k = AC \quad (4.36)$$

kuchga ega. Bunda A — erigan moddaning xossalriga va yorug'lik chastotasiga bog'liq bo'lgan doimiylik, C — erigan modda konsentratsiyasi.

Agar eritma yuqori konsentratsiyali bo'lsa, bu eritmalar uchun Ber qonuni bajarilmaydi, chunki eritmada ionlar o'zaro ta'sir qila boshlasa, A eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib qoladi.

Ber qonunini hisobga olsak, yorug'likning yutilish qonuni:

$$I = I_0 e^{-ACx} \quad (4.37)$$

ko`rinishda bo`lib, *Buger-Lambert-Ber qonuni* deyiladi va bu qonun elektromagnit to`lqinlarning keng spektri uchun o`rinlidir.

YOrug`likning yutilish spektri  $k$  ning yorug`lik chastotasiga bog`liqligi bilan aniqlanadi. Masalan, agar muhit atomlari siyrak joylashgan gaz bo`lsa, yutilish spektri – chiziqli, agar muhit siyrak molekulalardan iborat bo`lsa – yo`l-yo`l spektr ko`rinishiga ega bo`ladi.

YOrug`likning yutilish hodisasidan moddalar tuzilishini o`rganishda, geliotexnikada va kimyo sanoatida, fototexnikada, optoelektronikada keng foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar

1. Yorug`likning tabiati. Asosiy tushunchalar va ta`riflar.
2. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.
3. Asosiy fotometrik kattaliklar.
4. Yorug`lik dispersiyasi.
5. Yorug`likning yutilishi. Buger qonuni.

Tayanch so`zlar

Geometrik optika, nur, gomotsentrik dasta, qo`shma nuqtalar, kollinear moslik, yorug`lik nuri, nur dastasi, yorug`likning qaytish qonuni, yorug`likning sinish qonuni, yorug`likning mustaqillik qonuni, chiziq bo`ylab tarqalish qonuni, absolyut sindirish ko`rsatkichi, optikaviy zichroq modda, chegaraviy burchak, to`la ichki qaytish, sindiruvchi burchak, og`dirish burchagi, yorug`likning dispersiyasi, normal dispersiya, anomal dispersiy, yorug`lik oqimi, yorug`lik kuchi, fazoviy burchak, yoritilganlik, yorituvchanlik, ravshanlik, yorug`lik dispersiyasi, yorug`likning yutilishi, Buger qonuni.

10-ma`ruza: Yorug`likning to`lqin xususiyatlari

1. Yorug`lik interferentsiyasi. Interferometrlar.
2. Yorug`lik difraksiyasi. Gyuygens-Frenel prinsipi.
3. Yorug`likning qutblanishi. Tabiiy va qutblangan yorug`lik.
4. Nurning ikkilanib sinishi.
5. Qutblovchi prizmalar. Malyus qonuni.

1. Yorug`lik interferentsiyasi. Interferometrlar.

**YOrug`lik interferentsiyasi.** Ikki yoki undan ortiq to`lqinlarning tebranish chastotasi bir xil va faza farqlari doimiy bo`lsa, bunday to`lqinlar **kogerent to`lqinlar** deb ataladi. Ikki yoki bir nechta kogerent yorug`lik to`lqinlari ustma-ust tushganda, fazoda yorug`lik oqimlarining qayta taqsimlanishi ro`y beradi va natijada intensivlikning bir joyda maksimumi, boshqa joyda minimumi kuzatiladi. *YOrug`likning interferentsiyasi* deb, o`zaro kogerent to`lqinlarning qo`shilishi natijasida yorug`lik to`lqinlarining fazoni turli nuqtalarida kuchayishi yoki susayishi hodisasiga aytiladi.

Kogerent yorug`lik to`lqinlari olish uchun bitta manba nurlantirayotgan to`lqinni ikkiga bo`lish usuli ishlatiladi. Bunda to`lqinlar turli optik yo`lni o`tganlaridan so`ng qo`shiladilar va interferentsion manzara kuzatiladi. Aytaylik,  $0_1$  va  $0_2$  nuqtalarda to`lqin ikkita kogerent to`lqinga ajralyapti Interferentsion manzara kuzatilayotgan nuqtaga borguncha  $n_1$  sindirish ko`rsatkichli muhitda birinchi to`lqin  $l_1$  yo`l o`tadi, ikkinchi to`lqin n_2 sindirish ko`rsatkichli muhitda  $l_2$  yo`l o`tadi. Agar  $0_1$  va  $0_2$  nuqtalarda tebranish fazasi  $\omega t$  bo`lsa, M nuqtada birinchi to`lqin

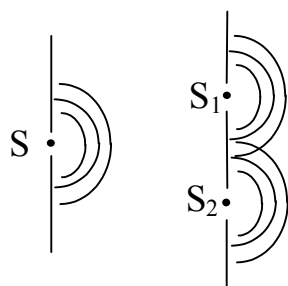
$A_1 \cos \omega \left(t - \frac{l_1}{v_1} \right)$, ikkinchi to'lqin $A_2 \cos \omega \left(t - \frac{l_2}{v_2} \right)$ ni vujudga keltiradi; bu erda $v_1 = s/n_1$, $v_2 = s/n_2$

birinchi va ikkinchi to'lqinlarning fazaviy tezliklari, ikki kogerent to'lqinlar uchun faza farqi:

$$\delta = \omega \left(\frac{l_2}{v_2} - \frac{l_1}{v_1} \right) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (l_2 n_2 - l_1 n_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (L_2 - L_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta$$

bu erda λ_0 - vakuumdagi to'lqin uzunligi.

Yo'lning geometrik uzunligi l ning muhitning sindirish ko'rsatkichi n ga ko'paytmasi *yo'lning optik uzunligi* L deb ataladi. $\Delta = L_2 - L_1$ esa *yo'lning optik uzunliklar farqi* deyiladi.



15.2 – rasmi.

Agar yo'lning optik farqi vakuumdagi to'lqinning butun soniga:

$$\Delta = \pm m \lambda_0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots) \quad (15.1)$$

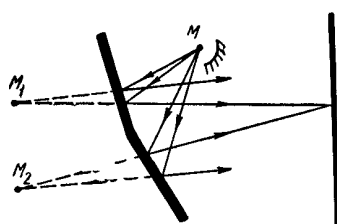
va $\delta = \pm 2m\pi$ bo'lsa M nuqtada qo'zg'alayotgan tebranishlar bir xil fazoda bo'ladi. (15.1) ifoda *interferentsiya maksimum sharti* deb ataladi.

Agar

$$\Delta = \pm (2m + 1) \frac{\lambda_0}{2} \quad (m = 0, 1, 2, \dots) \quad (15.2)$$

bo'lsa, $\delta = \pm (2m + 1)\pi$ bo'ladi va M nuqtadagi to'lqin fazolari qarama-qarshi bo'ladi: (15.2) ifoda *interferentsiya minimum sharti* deyiladi.

Yorug'lik interferentsiyasini kuzatish usullari. Yorug'lik interferentsiyasini kuzatish



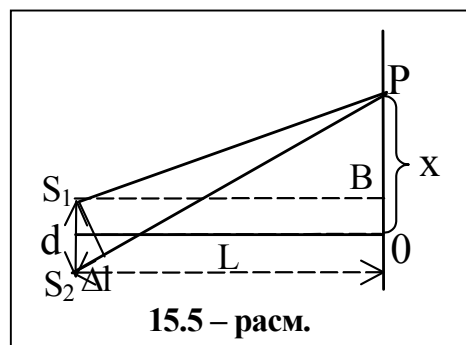
15.3 – rasmi.

uchun kogerent yorug'lik dastasi bo'lishi kerak. Lazerlar (10^{-3} s davomida kogerent bo'la oladi) ixtiro qilinishidan oldin yorug'lik dastasi ikkiga bo'linar va so'ngra ular qo'shilib interferentsion manzara hosil qilinardi. Bunday ba'zi usullarni ko'rib chiqaylik.

Yung usuli. Bunda ikkita kichik tirqishi bo'lgan ekran yordamida yorug'likni «ikkiga ajratish» mumkin (15.2 – rasmi). S yorug'lik manbai ekranning tirqishlarida yorug'likning S_1 va S_2 ikkilamchi manbalarini hosil qiladi. Asosiy S manba nuralanayotgan

to'lqinlarning fazalari ham shunga mos holda xuddi shunday o'zgaradi, ya'ni S_1 va S_2 manbalar nuralanayotgan to'lqinlarda fazalar ayirmasi hamma vaqt o'zgarishsiz qoladi – bu manbalar kogerent bo'ladi.

Frenel ko'zgulari. Kogerent manbalar hosil qilishning ikkinchi usuli bir-biriga 180° ga yaqin α burchak ostida o'rnatilgan ikkita yassi ko'zgudan yorug'likning qaytishiga asoslangan (15.3–rasmi). Bu hodisada yorug'likning S asosiy manbaning S_1 va S_2 tasvirlari kogerent manbalar bo'ladi.



15.5 – rasmi.

Ikki manba beradigan interferentsion manzarani hisoblash. S_1 va S_2 kogerent (15.5 – rasmi) manbalar hosil qilayotgan va R nuqtada qo'shilyotgan yorug'lik to'lqinlarining interferentsiyasini ko'raylik. Agar nurlar yo'lning ayirmasi $\Delta l = S_1 P - S_2 P$ ga to'lqinlarning butun soni joylashtirilsa, ya'ni

$$\Delta l = n \lambda = 2n \frac{\lambda}{2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (15.3)$$

bo'lsa, R nuqtada yorug'likning maksimumi kuzatiladi, Agar

$$\Delta l = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (15.4)$$

bo'lsa, R nuqtada yorug'likning minimumi hosil bo'ladi. Endi monoxromatik yorug'likning S_1 va S_2 kogerent manbalarining ekranda hosil qilgan interferentsiya manzarasi qanday bo'lishini aniqlaylik. Bu manbalar orasidagi masofa d , manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa L bo'lsin, shu bilan birga $d \ll L$ bo'lsin (15.5 – rasm).

S_1 va S_2 lardan barobar uzoqlikdagi 0 nuqtadan interferentsiya maksimumlari kuzatiladigan nuqtalargacha bo'lgan X masofani aniqlaylik.

RS S_1 va RBS₂ to'g'ri burchakli uchburchaklardan:

$$PS_1^2 = L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$$

$$PS_2^2 = L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2$$

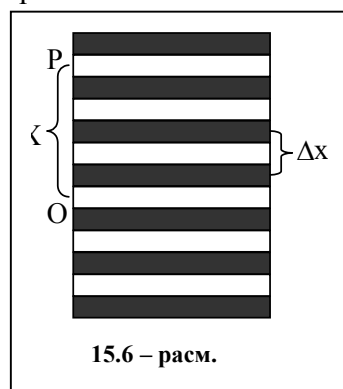
bundan $PS_1^2 - PS_2^2 = 2xd$ yoki $(PS_1^2 - PS_2^2)(PS_1 + PS_2) = 2xd$ Biroq

$$PS_1 - PS_2 = \Delta l; \quad PS_1 + PS_2 = 2L$$

Demak, $\Delta l \cdot 2L = 2xd$, bundan

$$x = \frac{L \cdot \Delta l}{d} \quad (15.5)$$

kelib chiqadi. (15.3), (15.4) va (15.5) formulalarni nazarga olib, yorug'lik maksimumlari 0 nuqtada



$$x = n\lambda \frac{L}{d}$$

masofalarda hosil bo'lishini, minimumlari esa

$$x = (2n + 1) \frac{\lambda L}{2d}$$

masofada hosil bo'lishini aniqlaymiz. Bu maksimum va minimumlar mos ravishda bir-biriga parallel yorug' va qorong'i yo'llar ko'rinishida bo'ladi. $n=0$ ga tegishli bo'lgan markaziy maksimum 0 nuqtadan o'tadi. Qo'shni maksimumlar (yoki minimumlar) orasidagi masofa

$$\Delta x = \frac{\lambda L}{d} \quad (15.6)$$

ga teng bo'ladi.

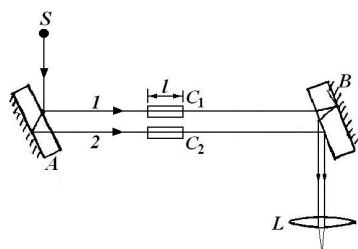
SHunday qilib, yorug'lik ikki kogerent manbalari ekranda hosil qilgan interferentsiya manzarasi yorug' va qorong'u yo'llarning navbatlashib joylanishidan iborat bo'ladi (15.6 – rasm). (15.6) formulaga asosan yorug'lik to'lqinining uzunligi λ ni d , L va Δx kattalikning o'lchangan qiymat-lariga ko'ra tajribada aniqlash mumkin. Agar monoxromatik bo'lma-gan,

masalan, oq yorug'likdan foyda-langanda

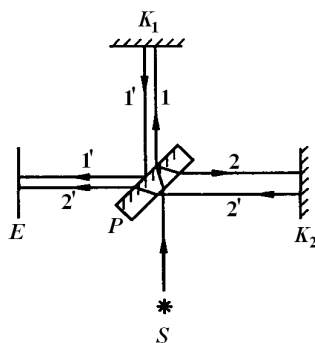
interferentsiya maksimumlari (15.6) formulaga muvofiq, har bir to'lqin uzunligi uchun bir-biriga nisbatan siljigan bo'ladi. / hamma yorug'lik yo'llari kamalak rangiga ega bo'lib qoladi.

Interferometrlar.

Interferentsiya hodisasi asosida sindirish



11.6-rasm



11.2-rasm. S – monoxromatik yorug'lik manbasi, K_1 va K_2 – ko'zgular, P – yarim shaffof plastinka, E – ekran.

ko'rsatkichlarini, predmetlarning o'lchamlarini, yorug'lik to'lqin uzunligini va boshqa qator fizik kattaliklarni tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin. SHu maqsadlar uchun ishlash printsiplari yorug'lik interferentsiyasiga asoslangan optik asboblari – *interferometrlar* ishlatiladi. Masalan, muhitlarning sindirish ko'rsatkichlarini hisoblash uchun Jamen interferometri, yulduzlarning burchakli o'lchamlarini o'lchash uchun yulduzlar interferometri, detallarning sirtlariga mexanik ishlov berish sifatini tekshirish uchun Lebedevning polarizatsion interferometri va h.k. har xil texnik maqsadlar uchun ishlatiladi. Biz shularning ayrimlari haqida to'xtalib o'tamiz.

Jamen interferometri (11.6-rasm). S dan chiqayotgan nur A plastinkada 1 va 2 nurga ajraladi. B dan qaytib L linza orqali ko'zga tushadi. Interferentsion manzara hosil bo'ladi. Agar C_1 ga n_1 va C_2 ga n_2 sindirish ko'rsatkichli gaz to'ldirilsa interferentsion manzarada o'zgarish sodir bo'ladi. 1 va 2 nurlar $\Delta = (n_2 - n_1)l$ yo'llar farqi bilan etib keladi. Agar n_1

ma'lum n_2 noma'lum bo'lsa maksimum uchun $P\lambda = (n_2 - n_1)l$ dan va $n_2 = \frac{P\lambda + n_1 l}{l}$ dan

n_2 ni hisoblash mumkin. $n_2 - n_1$ ayirma polosaning siljishiga teng bo'ladi. SHunday qilib, Jamen interferometri yordamida nurlar yo'lga qo'yilgan muhitning sindirish ko'rsatkichlarini juda katta aniqlik bilan o'lchash mumkin.

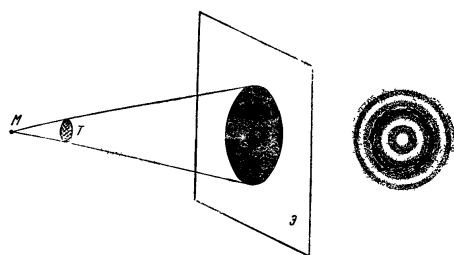
Maykelson interferometri (11.2-rasm). Agar Maykelson interferometrinin elkalari l_1 va l_2 hamda K_1 va K_2 gacha bo'lgan masofalar teng bo'lsa E ekranning biror nuqtasida maksimum buladi. Agar n_1 havoning absolyut sindirish ko'rsatkichi bo'lsa, 1' va 2' nurlar $\Delta = 2n(l_1 - l_2)$ yo'llar farqiga ega bo'ladi.

Agar ko'zgulardan biri $\frac{\lambda}{4}$ masofaga siljisa, interferentsion minimum hosil bo'ladi.

SHuning uchun Maykelson interferometridan juda aniq uzunlikni o'lchashlarda ishlatiladi.

2 Yorug'lik difraktsiyasi. Gyuygens-Frenel printsiplari

YOrug'lik nurlarining shaffof bo'lmagan to'siqlaridan egilib o'tib geometrik soya sohasiga o'tish hodisasiga *difraktsiya* deb ataladi. Difraktsiya so'zi lotincha «difrakcio», «egilib o'tish» ma'nosini beradi. Difraktsiya hodisasini kuzatish uchun quyidagi tajribani qilaylik. M dan tarqalayotgan monoxromatik yorug'lik nurining yo'lga disk shaklidagi T to'siq joylashtiraylik. (15.12 – rasm). Nur to'g'ri chiziq bilan tarqalgani uchun T to'siqning E ekrandagi soyasi – doira shaklidagi qorong'i soha kuzatilishi kerak. Lekin to'siqdan ekrangacha masofa to'siq o'lchamidan ko'p marta katta bo'lgan holda ekranda ketma-ket joylashgan yorug' va qorong'i konsentrik halqalar kuzatiladi (15.12 b – rasm).



15.12 – rasmi.

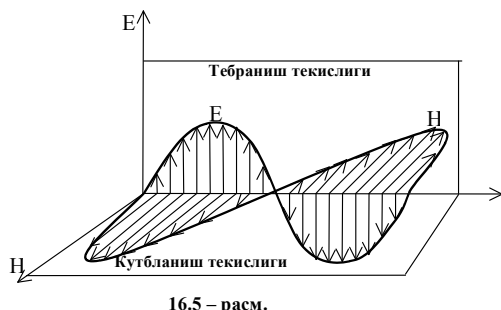
Gyuygens printsiplari asosan, bu hodisa quyidagicha tushuntiriladi: **to'lqin frontining har bir nuqtasini ikkilamchi to'lqinlarning manbalari deb hisoblash mumkin**. Frenel esa Gyuygens printsiplari

takomillashtirib, **bu ikkilamchi to'lqinlarning manbalarini kogerent manbalar deb va fazoning ixtiyoriy nuqtasidagi tebranishi bu nuqtaga etib kelgan ikkilamchi kogerent to'lqinlar interferentsiyalashishining natijasi deb** qarash lozim, degan fikrni berdi. Bu **printsiplari Gyuygens – Frenel printsiplari** deb yuritila boshlandi.

Difraktsiya hodisalari ikki sinfga bo'linadi. To'siqqa tushayotgan nurlar parallel dastasini hosil qilgan va difraktsion manzara manbadan cheskitilgan mujassamlashgan holdagi difraktsiyalarni Fraunhofer tekshirgan. SHuning uchun bu hodisalar *Fraunhofer difraktsiyasi*

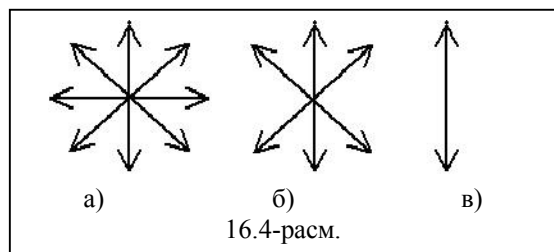
deyiladi. To'ssiqqa tushayotgan sferik to'lqin frontiga ega bo'lgan yorug'lik difraktsiyasini Frenel o'rgangan. SHuning uchun bu sinfga oid difraktsiyalarni *Frenel difraktsiyasi* deyiladi.

3. Yorug'likning qutblanishi. Tabiiy va qutblangan yorug'lik



Interferentsiya va difraktsiya hodisalari ham ko'ngdalang, ham bo'ylama to'lqinlar uchun kuzatiladi. SHu bilan birga shunday hodisalar borki, ular uchun yorug'lik to'lqinining ko'ngdalang to'lqin ekanligi printsiptial ahamiyatga egadir. Bunday hodisalar qatoriga yorug'likning qutblanishi ham kiradi. Ixtiyoriy yorug'lik manbasi (Quyosh va sham) dan tarqalayotgan yorug'lik nurlari deganda shu manbaning atomlaridan chiqayotgan yorug'lik to'lqinlarining aralashmasi tushuniladi.

Soddalik uchun tebranayotgan elektr dipoli nurlanishini qarasak, u turli tomonga elektromagnit to'lqinlar chiqarishini, bunda elektromagnit to'lqin nurlanish yo'nalishi $\vec{r}$ ga perpendikular, dipol o'qi tekisligida $\vec{E}$ kuchlanganlik vektorining tebranishini ko'ramiz. Magnit maydon kuchlanganligi vektori $\vec{H}$ va $\vec{E}$ o'zaro perpendikular tekislikda tebranadi. $\vec{E}$ vektor tebranadigan tekislikni tebranish tekisligi va $\vec{H}$ - vektori tebranadigan tekislikni qutblanish tekisligi deb ataladi (16.5 – rasm).



Qutblanish hodisasini to'la yoritish uchun $\vec{E}$ to'g'risida fikr yuritish etarlidir. Buning sababi, birinchidan, Maksvell nazariyasiga binoan $\vec{E}$ tebranayotgan tekislikka perpendikular tekislikda albatta $\vec{H}$ ham tebranadi, ikkinchidan moddalarga $\vec{E}$ ning ta'siri $\vec{H}$ ta'siridan ko'ra

ko'proq bo'lar ekan. $\vec{E}$ yorug'lik vektor deb ataladi. Yorug'likning manbaining o'lchamlari qanchalik kichik bo'lmasin, undagi «nurlangichlar» soni nihoyat ko'p bo'ladi. Boshqacha aytganda, har onda manbadagi milliardlab atomlar to'lqin nurlatishni tugallasa, milliardlab atomlar to'lqin chiqarishni boshlaydi.

Demak, biror jism nurlanayotgan yorug'likda yorug'lik vektori turli yo'nalishlarda bir xil ehtimollikda tebranadi. $\vec{E}$ ning turli yo'nalishlarda bir xil taqsimlanganligi nurlanayotgan atomlar sonining ko'pligidan, amplituda qiymatlarining tengligi, har bir atom nurlanish intensivligini bir xilligidan kelib chiqadi.

Bunday yorug'lik - tabiiy yorug'lik deyiladi (16.6,a – rasm). Tebranish yo'nalishlari biror usul bilan tartibga kel-tirilgan yorug'lik qutblangan yorug'lik deyiladi. Biror yo'nalishdagi tebranishlari boshqa yo'nalishdagi tebranishlarga qaraganda ko'proq bo'lsa, yorug'lik qisman qutblangan yorug'lik deyiladi (16.6, b – rasm).

$\vec{E}$ - vektorining tebranishlari faqat bitta tekislikda sodir bo'ladigan yorug'lik yassi (chiziqli) qutblangan yorug'lik deyiladi (16.6,v – rasm). YUqorida ko'rib o'tilgan davriy tebranayotgan dipoldan nurlanayotgan elektromagnit to'lqin, yassi qutblangan yorug'likka misol bo'la oladi.

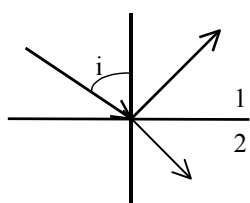
Qutblanish darajasi sifatida

$$P = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \quad (16.13)$$

qabul qilingan. Bu erda I_1 , I_2 – ikki bir-biriga perpendikular yo'nalishdagi yorug'lik intensivligi. Tabiiy yorug'likda bo'lgani uchun $I_1=I_2$ va $R=0$ bo'ladi, yassi qutblangan yorug'lik uchun $I_2=0$ va $R=1$ bo'ladi.

YUqorida ko'rib o'tilgan nurlanayotgan atomni har doim dipolning tebranishiga keltirib bo'lmaydi. Dipol nurlanishidan tashqari kvadrupol va boshqa multipollikdagi nurlanishlar mavjud. Bu holda nurlanayotgan yorug'lik bitta tekislikda tebranyapti deb bo'lmaydi va uni endi perpendi-kulyar tekisliklarda qutblangan, faza jihatdan siljigan ikkita tebranish yig'indisi sifatida qarash mumkin. Eng oddiy holda bunday nur aylana, umumiy holda esa ellips bo'ylab qutblangan bo'ladi, ya'ni $\vec{E}$ vektor aylana yoki ellips chizadi.

YOrug'likning qaytishida va sinishida qutblanishi. Tabiiy yorug'lik nuri ikki dielektrik chegarasiga tushayotgan bo'lsin (masalan, havodan shishaga). Bunda nurning bir qismi qaytadi, bir qismi sinadi. Tajribalar qaytgan va singan nurlar qisman qutblanganligini ko'rsatadi. Qaytgan



16.7 – rasmi.

nurda tushish tekisligiga perpendikular yo'nalishdagi tebranishlar ko'proq ekanligiga, singan nurda tushish tekisligiga parallel tebranishlar ko'pligi aniqlandi.

Qutblanish darajasi nurning tushish burchagiga va sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. SHotlandiyalik olim Bryusterning aniqlashicha (16.7 – rasmi),

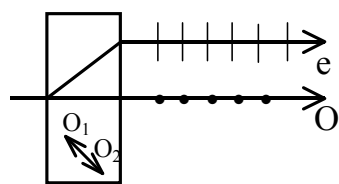
$$\operatorname{tg} i = n_{21} \quad (16.14)$$

munosabatdan topiladigan i burchaklarda qaytgan nur to'la yassi, singan nur esa qisman qutblangan bo'lar ekan. Masalan, shisha uchun ($n=1,53$) Bryuster burchagi 56° ga yaqin. Demak, tabiiy yorug'lik nuri shisha plastinkaga 56° burchak hosil qilib tushirilsa, qaytgan nur tushish tekisligiga perpendikular yo'nalishda to'la qutblangan bo'ladi.

YOrug'lik Bryuster burchagi ostida tushganda qaytgan va singan nurlar o'zaro perpendikular bo'ladi. Singan nurning qutblanish darajasini har safar Bryuster burchagi ostida tushirib oshirish mumkin.

4. Nurning ikkilanib sinishi. Kristallning optik o'qi

Fizik xususiyatlari yo'nalishlarga bog'liq bo'lmagan muhit **izotrop muhit**, yo'nalishlarga bog'liq bo'lgan muhit esa **anizotrop muhit** deyiladi. Izotrop muhit (masalan shisha plastinka) da yorug'likning sinishi sinish qonuniga bo'ysunadi. Agar island shpatiga yorug'lik tushsa, kristalldan ikki bir-biriga va tushayotgan nurga parallel nur chiqadi. Agar tushayotgan nur kristallga perpendikular bo'lsa ham singan nur ikkiga bo'linadi. Bu nurlardan birining elektr tebranishlari kristallning optik o'qiga perpendikular bo'ladi: bu nur *oddiy nur* (o) deb ataladi. Ikkinchi nurning elektr tebranishlari esa bosh optik o'qqa parallel bo'ladi: bu nur *g'ayrioddiy nur* (e) deyiladi (16.8 – rasmi).



16.8 – rasmi.

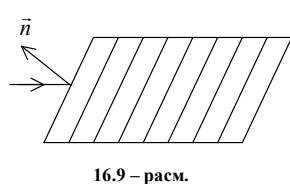
Kubik sistemaga kiruvchi kristallardan boshqa hamma kristallar nurni ikkilantirib sindirish xossasiga ega. Bu hodisa birinchi bo'lib island shpatida Bartolini tomonidan aniqlangan. Bu hodisa yorug'likning anizotrop kristallarda turli yo'nalishda ϵ_x , ϵ_y lar har xil bo'lishi mumkinligi bilan bog'liq. Demak, sindirish ko'rsatkichlari ($n_x = \sqrt{\epsilon_x}$, $n_y = \sqrt{\epsilon_y}$) ham har xil. SHuning uchun

nur kristallga tushganda turli burchak ostida sinadi. Kristallarda shunday yo'nalish borki, bu yo'nalishda yorug'lik tarqalganda nurning ikkilanib sinishi kuzatilmaydi. **Bu yo'nalish kristallning optik o'qi deyiladi.** Agar kristall optik o'qqa perpendikular yo'nalishda qirgilsa shu qirraga normal tushuyotgan nur bir xil tezlik bilan tarqaladi. Tabiiy nur optik o'q bo'ylab ketganda yorug'lik qutblanmaydi.

5. Qutblovchi prizmalar. Malyus qonuni

Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'lik olish uchun shunday sharoit yaratish kerakki, bunda yorug'lik to'lqinining $\vec{E}$ vektori muayyan aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan bo'lsin.

Bunday sharoitlar qutblovchi prizmalar (polyariza-torlar)da mavjud bo`ladi. Prizmalar ikki turga bo`linadi.



16.9 – расм.

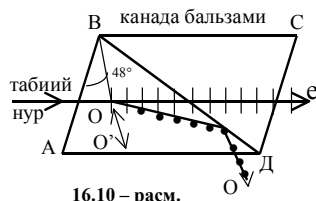
1. Faqat yassi qutblangan nur olinadigan.

2. Bir – biriga perpendikular tekisliklarda qutb-langani ikkita nur beradigan prizmalar.

Eng avvalo Bryuster qonuni asosida ko`p qavatli kristallar-dan foydalanib (16.9 – rasm) qutblagich yasash mumkinligiga qanoat hosil qilish kerak.

Qutblovchi prizmalar to`la ichki qaytish hodisasiga asoslanib ishlaydi. Bunday prizmalarning tipik misoli Nikol prizmasidir. Nikol prizmasi ikki island shpatidan qilingan AV chiziq bo`ylab Kanada balzami ($n=1,55$) kley bilan birlashtirilgan qurilmadir. Tabiiy nur kristall ichida oddiy ($n_o=1,66$) va g`ayri oddiy ( $n_e=1,51$ ) nurlarga bo`linadi.

Oddiy nur Kanada balzamidani to`la qaytadi va qoraytirilgan VS sirtida yutiladi. Kristalldan g`ayri oddiy nur chiqadi (16.10 – rasm).



16.10 – расм.

Anizotrop muhitlarda nur ikkiga bo`linishidan tashqari turlicha yutiladi. **Dixroizm deb ataluvchi bu hodisa tufayli ikki nurdan biri to`la yutiladi.** Masalan, turmalin kristalida oddiy nurning yutilishi koefitsienti g`ayri oddiylikidan bir necha marta katta.

Qalinligi 1 mm bo`lgan turmalin plastinkasida oddiy nur yutilib, faqat g`ayrioddiy nur chiqadi. Bu esa dixroizimli kristallardan qutblagich sifatida foydalanish imkoniyatini beradi.

Qutblagich sifatida polyaroidlar keng qo`llaniladi. Polyaroid yupqa tselluloid plyonkasi-dan iborat bo`lib, unga gerapatit ingichka kristallari kiritilgan bo`ladi. Gerapatitning 0,1 mm qalinlikdagi plastinkasi oddiy nurni to`la yutadi.

Agar bir turmalin plastinkasi orqasiga ikkinchi turmalin plastikasi joylashtirilsa, birinchi qutblagich, ikkinchisi tahlilchi (analizator) deyiladi. Ikkinchi kristallga tushayotgan yorug`lik intensivligini  $I_0$ , chiquvchi yorug`lik intensivligini I deb belgilasak,

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (16.15)$$

tabiiy yorug`lik intensivligi  $I_1$  bo`lsa, $I_0 = I_1/2$ dir. (16.15) dagi α - kristallarning optik o`qlari orasidagi burchak. **(16.15) ifoda Malyus qonunini ifodalaydi.**

Nazariy savollar

1. Yorug`lik interferentsiyasi. Interferometrlar.
2. Yorug`lik difraksiyasi. Gyuygens-Frenel prinsipi.
3. Yorug`likning qutblanishi. Tabiiy va qutblangan yorug`lik.
4. Nurning ikkilanib sinishi.
5. Qutblovchi prizmalar. Malyus qonuni.

Tayanch so`zlar

Yorug`lik interferentsiyasi, interferometr, yo`lning optik uzunligi, yo`lning optik uzunliklari farqi, difraksiya, Gyuygens prinsipi, Frenel zonalari, Gyuygens-Frenel prinsipi, difraksiya burchagi, difraksion panjara, yorug`likning qutblanishi, tabiiy yorug`lik, qutblangan yorug`lik, oddiy nur, -ayrioddiy nur, kristallning optik o`qi, Malyus qonuni.

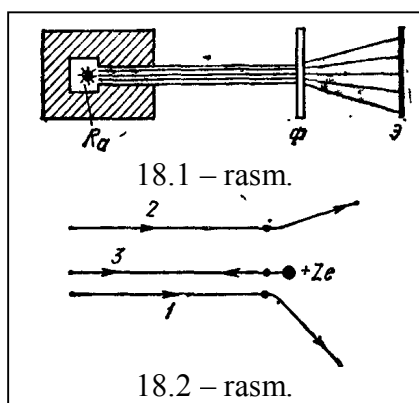
11-ma`ruza: Atom fizikasi elementlari

1. Atom tuzilishining Rezerford modeli. Bor postulatleri.
2. Lyuminesentsiya, uning turlari va qo`llanilishi.

3. Fotoeffekt hodisasi. Tashqi fotoeffekt qonunlari. Eynshteyn formulasi.
4. Kompton effekti.

1. Atom tuzilishining Rezerford modeli

Uzoq tarixdan ma'lumki, bizning ongimizdan tashqarida yashayotgan ob'ektiv borliq, ya'ni materiya atomlardan tashkil topgan. O'sha davrdan atomga materiyaning bo'linmas eng kichik zarrasi deb qaralgan edi. SHuning uchun ham atom grekcha «atomos» so'zidan olingan bo'lib, «bo'linmas» degan ma'noni anglatadi.



XIX asr oxiriga kelib atomning murakkab tuzilganligi tajribalardan ayon bo'lib qoldi. Ayniqsa, bu 1896 yilda frantsuz olimi A.Bekkerel uran tuzlari qandaydir noma'lum nurlanish manbai ekanligini aniqlagandan so'ng yaqqol bo'lib qoldi. Bu nurlanish keyinchalik radioaktiv nurlanish nomini oldi. Radioaktiv nurlanish atom tarkibiga musbat va manfiy zaryadlangan zarralar kirishi mumkinligini ko'rsatdi. Atomning tuzilishi haqidagi birinchi atom modelini 1904 yilda ingliz olimi J.J.Tomson (1856-1940) yaratdi. Bu modelga binoan atom shar shaklida bo'lib, uning butun hajmida zaryadlar bir tekis taqsimlangan. SHu musbat zaryadlar orasida elektronlar ham joylashgan bo'lib, ularning

soni musbat zaryadlar soniga teng bo'gani uchun atom neytral hisoblanadi. Elektron muvozanat vaziyatidan siljiganda uni muvozzant vaziyatiga qaytaruvchi elastik kuchga o'xshash kuch hosil bo'ladi. SHu kuch ta'sirida elektron garmonik tebranma harakat qiladi. Maksvell elektromagnit to'lqin nazariyasiga asosan elektron atomda tebranma harakat qilgani uchun atom monoxromatik elektromagnit to'lqin sochadi.

α - zarrachalarni magnit maydonida og'ishiga qarab, 4 ta vodorod atomi massasiga, ya'ni geliy atomini massasiga tengligini aniqladi. Radioaktiv moddadan uchib chiqayotgan α - zarrachalarining tezligi 10 m/s atrofida bo'lib, ular ancha katta kinetik energiyaga ega. Rezerford α - zarrachalar yo'liga kichkina yumaloq tirqishli to'siq qo'yib, tirqishdan α - zarrachalar dastasini qalinligi 1 mkm ga yaqin bo'lgan oltin yaprog'i (folga) tomon yo'naltirdi. Rezerford tajribasining sxemasi 18.1-rasmda tasvirlangan. Qo'rg'oshin bo'lagini ichidagi kichik bo'shliqda radioaktiv manba – radiy joylashtirilgan, manbadan barcha yo'nalishlarda alfa zarrachalar chiqadi. Lekin qo'rg'oshindagi tirqish yo'nalishidan boshqa barcha yo'nalishlarda alfa zarrachalar yutiladi. Tirqishdan chiqqan α -zarrachalar dastasi F oltin folgaga perpendikular ravishda tushadi. Folgadan o'tgan zarrachalar fluorestsentsiyalanuvchi qatlam bilan qoplangan(E) ekranga tushgan nuqtalarda chaqmoqchalar vujudga keladi. Bu chaqmoqchalarni kuzatish asosida α -zarrachalarning folgadan o'tish jarayonidagi sochilish to'g'risida axborot olindi. Kuzatuvchilarning ko'rsatishicha α -zarrachaning aksariyati o'z yo'nalishlarini o'zgartirmaydi yoki juda kichik burchaklarga og'adi. Lekin zarralarning bir qismi etarlicha katta burchaklarga og'adi. Hatto orqasiga qaytgan α -zarrachalar ham kuzatilgan (18.2-rasm). Tajriba natijalarini tushuntirish uchun Rezerford atom tuzulishini quyidagicha faraz qildi: **atomning nihoyat kichik sohasida musbat zaryad joylashgan, uning atrofidagi atomning barcha sohasi esa manfiy zaryadli elektronlar bulutidan iborat bo'lib, bu elektronlarning to'liq zaryadi musbat zaryadga miqdoran teng.**

Yadroga yaqinroq masofadan o'tayotgan α -zarracha (18.2-rasmda 1 deb belgilangan) yadrodan uzoqroq masofadan o'tayotgan α -zarracha (rasmda 2 deb belgilangan)ga nisbatan kattaroq burchakka og'adi, chunki α -zarracha bilan yadro orasidagi Kulon itarish kuchi masofaga teskari proporsionaldir. To'ppa to'g'ri yadro tomon kelayotgan alfa-zarracha (rasmda 3 deb belgilangan) esa kulon kuchi ta'sirida sekinlashib to'xtaydi, so'ng orqasiga qaytadi.

Rezerford yuqoridagi tajriba natijalari asosida atomning yadro modelini yaratdi. Bu modelga binoan atom markazida musbat zaryadlangan yadro («mag'iz» degan ma'noni anglatadi) joylashgan. YAdro bilan elektronlar o'zaro ta'sirlashishi natijasida elektronlar yadro atrofida aylana shaklidagi orbitalar bo'ylab aylanma harakat qiladilar. YAdro kuchlari maydoni markazga intilma kuch vazifasini bajaradi. YAdro atrofida aylanayotgan elektron uchun Nyutonning III qonuni quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r} \quad (18.1)$$

bu erda v -elektronning orbitadagi tezligi, e – elektron zaryadi, r - orbita radiusi. Elektronlarning umumiy zaryadi, yadrodagi musbat zaryadlarning umumiy zaryadiga teng bo'lgani uchun atom elektr zaryadiga ega emas.

Rezerford tajribaga va atom yadro modeliga asoslanib atom zaryadini va o'lchamini aniqlashga muvaffaq bo'ldi. YAdroning zaryadi elektron zaryadiga karrali bo'lib,

$$q = +Ze$$

ekanligi aniqlandi. Bu erda Z – elementning Mendeleev davriy sistemasidagi tartib raqami. Rezerford ana shu narsaga aniqlik kiritadiki, elementning davriy sistemadagi o'rnini Mendeleev ko'rsatganidek, uning atom massasi bilan emas, balki yadro zaryadi bilan aniqlanadi. Rezerford ayrim elementlarning davriy sistemadagi o'rniga tuzatishlar kiritdi, ya'ni ularning tartib raqamlarini o'zgartiradi. Rezerford tadqiqotlari yadro o'lchami ($2 \cdot 10^{-13}$ sm) ni aniqlashga imkon berdi.

Bor postulatlari. Atomning energetik holatlarining diskretligi to'g'risidagi tasavvurga tayanib, N.Bor 1913 yilda Rezerfordning atom modeliga o'sha vaqtda tajribada kuzatilgan vodorod atomi spektri va nurlanish kvanti tushunchalarini mohirlik bilan umumlashtirib, atomning yangi nazariyasini yaratdi. Bor bu nazariyani yaratishda absolyut qora jismning nurlanishini tushuntirib bergan Plankning energiya kvanti haqidagi gipotezasini atomdagi elektronlarga tadbiq etib, elektronlar ixtiyoriy orbitalarda aylanmasdan faqat ruxsat etilgan orbitalar bo'yicha aylanadilar degan xulosaga keldi. Bunday xulosa natijasida u atom spektrining chiziqli bo'lishi sababini osongina tushuntirib berdi. Bundan tashqari, Bor elektronning ruxsat etilgan orbitalar radiuslarining ham qanday aniqlanishini topdi. Bor o'zining atom nazariyasiga isbotsiz qabul qiluvchi uch postulotni asos qilib oldi. Bu postulotlar quyidagicha ta'riflanadi.

I postulot. Atom etarlicha uzoq vaqt turg'un holatlarda bo'lishi mumkin, bu holatlardagi atom energiyasining qiymatlari $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ diskret qatorni tashkil etadi. Atom ana shu turg'un holatlarini birida bo'lishi mumkin xolos. Atomning turg'un holatiga elektronning turg'un orbitalarda aylanishi mos keladi. Elektronlar turg'un orbitalarday aylanganda atom yorug'lik sochmaydi va yutmaydi.

II postulot. Atomdagi elektron ixtiyoriy orbitalar bo'ylab aylanmasdan impuls momenti Plank doimiysiga karrali bo'lgan orbitalar bo'ylab aylanadilar:

$$L_n = m_e v r_n = n \hbar \quad (18.3)$$

bu erda $n=1,2,3, \dots$, qiymatlarni oladi. U elektronning orbita tartib raqamini ko'rsatadi, m_e - elektronning massasi, v -elektronning orbita bo'ylab harakatidagi chiziqli tezligi, r_n - orbita radiusi, $\hbar = h/2\pi = 1,055 \cdot 10^{-34}$ J.s.

III postulot. Atom energiyasi W_n bo'lgan bir turg'un holatdan energiyasi W_m bo'lgan ikkinchi turg'un holatga o'tganda energiyaning bitta kvanti chiqariladi yoki yutiladi. Bu kvantning chastotasi quyidagi

$$\omega = \frac{W_n - W_m}{\hbar} \quad (18.4)$$

munosabat bilan aniqlanadi. $W_m < W_n$ shart bajarilsa, kvant nurlantiriladi, $W_m > W_n$ bo'lganda esa kvant yutiladi.

Elektron yuqori orbitadan quyi orbitaga tushsa, atom yorug'lik kvanti sochadi. Elektron kuyi orbitadan yuqori orbitaga chiqishi uchun esa tashqaridan yorug'lik kvanti yutadi.

Masalan, elektron energiyasi katta bo'lgan 2 – orbitadan, energiyasi kichik bo'lgan 1 - orbitaga tushganda atomdan sochilgan yorug'lik kvanti energiyasi elektronni orbitadagi energiyalarining ayirmasiga teng:

$$h\nu = W_2 - W_1$$

sochilgan yorug'lik chastotasi $\nu = \frac{W_2 - W_1}{h}$ bo'ladi.

2. Lyuminesentsiya, uning turlari va qo'llanilishi.

Modda atom va molekularining yuqori energetik sathdan quyiga o'tishidan modda shu'lalanadi (ya'ni ko'rinadigan yorug'lik chiqaradi). Buni *lyuminesentsiya*, ya'ni *sovuq shu'lalanish* deb ataladi. Modda atom va molekularining avvaldan uyg'otilishi lyuminesentsiyalarga olib keladi. Uyg'otuvchini olingandan keyin lyuminesentsiya lyuminesentsiyalovchi moddaning tabiatiga bog'lik ravishda bir muncha vaqt davomida: sekundning milliarddan bir ulushidan to bir necha soatgacha va hattoki sutkalargacha davom etadi. «Keyin shu'lalanish» ning davom etish muddatiga qarab lyuminesentsiya ikki turga ajratiladi: *fluoresentsiya* («keyin shu'lalanish» qisqa vaqt) va *fosforesentsiya* («keyin shu'lalanish» uzoq vaqt davom etadi). Bunday ajratish shartlidir.

SHu'lalanishning bu xillaridan lyuminesentsiyani farq qilish uchun ung quyidagicha ta'rifni berish mumkin: *lyuminesentsiya* – bu moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishidan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan (ya'ni uni vujudga keltirgan sabab yo'qolishi bilan to'xtamaydigan) *shu'lalanishdir*. SHuni aytib o'tish zarurki, bu shu'lalanish davri nurlanuvchi yorug'lik to'lqinlarining davri (10^{-15} s) dan ancha ortiq davom etadi.

Lyuminesentsiyalash qobiliyati yaqqol ifodalangan moddalar *lyuminofozlar* deb ataladi.

Lyuminesentsiya, yuqorida aytganimizdek, atom, ion va molekularning yuqori uyg'otilgan energetik sathdan quyi, asosiy energetik sathga kvant o'tishlaridan paydo bo'ladi. Bu atom, ion va molekular *lyuminesentsiya markazlari*, yoki boshqacha aytsak, lyuminesentsiya zarrachalari deb ataladi.

Lyuminesentsiya markazlaridagi elementar jarayonlar. Atrof-muhit bilan zaif o'zaro ta'sirlashadigan lyuminesentsiya markazlarida bo'lib o'tadigan jarayonlarni qarab o'tamiz. Bular gaz aralashmasidagi atomlar yoki molekular, suyuq eritmadagi molekular va qattiq jismdagi kirishma ionlari bo'lishi mumkin.

21.1.a-rasmda lyuminesentsiyaning bir muncha oddiyroq fizik mexanizmiga javob beruvchi lyuminesentsiya markazlaridagi kvant o'tishlar ko'rsatilgan. Uyg'otilganda markaz 1 sathdan 2 stahga o'tadi, teskari o'tishda esa foton tug'iladi (lyuminesent shu'lalanish paydo bo'ladi). Lyuminesentsiya nurlanishining chastotasi quyidagicha topiladi:

$$\omega = \frac{E_2 - E_1}{h}. \quad (1)$$

Lyuminesentsiyaning turlari. Lyuminesentsiyani uyg'otish usullariga qarab bir necha turlarga ajaratiladi:

1. Fotolyuminesentsiyani ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanish bilan uyg'otiladi.
2. Rentgenolyuminesentsiyani rentgen nurlari uyg'otadi.
3. Radiolyuminesentsiyani radioaktiv nurlanish, ya'ni atom yadrosi bo'lingan paytda paydo bo'luvchi α -, β - va γ -nurlanishlar, uyg'otadi
4. Katodolyuminesentsiyani elektronlar dastasi uyg'otadi, masalan, ostsillograf, televizor, radiolokator va boshqa elektron-nurli trubkalarda kuzatiladi.
5. Elektrolyuminesentsiyani elektr maydoni yoki elektr toki uyg'otadi. Bunday tur lyuminesentsiya, asosan yarim o'tkazgichlarda kuzatiladi. YArim o'tkazgichlardagi elektrolyuminesentsiya ikki asosiy qismga bo'linadi: injeksion (to'g'ri yo'nalishda tok qo'yilganda) va teshilishdan oldingi (predproboynaya, teskari yo'nalishda tok qo'yilganda).

6. Xemilyuminestsentsiya moddada kimyoviy jarayonlar uyg'otadi.
7. Tribolyuminestsentsiya moddaga mexanik ta'sir ko'rsatganda paydo bo'ladi, masalan, majaqlaganda.
8. Ionolyuminestsentsiya moddaga ionlar dastasi bilan ta'sir ko'rsatganda kuzatiladi va hokazo.

Fotolyuminestsentsiya. Stoks va antistoks lyuminestsentsiya. Biz ko'proq ishlatiladigan fotolyuminestsentsiyani kengroq qarab chiqamiz. Fotolyuminestsentsiya spektrlarini eksperimental o'rganishlar shuni ko'rsatadiki, ularning spektri odatda uyg'otuvchi nurlanish spektridan farq qiladi. Lyuminestsentsiya spektri va uning maksimumi uyg'otish uchun foydalanilgan spektrga nisbatan uzunroq to'lqinlar tomonga birmuncha siljigan bo'ladi. *Stoks qoidasi* deb ataladigan bu qonuniyatni nazariy tushuntirish oson: YUtilayotgan kvantning energiyasi $h\nu_0$ qisman energiyaning boshqa turlariga o'tadi, masalan, issiqlikka o'tadi. SHuning uchun lyuminestsentsiya kvantining $h\nu$ energiyasi $h\nu_0$ dan kam bo'lishi kerak. Binobarin, $\nu < \nu_0$ da $\lambda > \lambda_0$, bunda λ va λ_0 – yutilgan va chiqarilgan kvantlarga mos to'lqin uzunliklari.

Ba'zan *antistoks* deb ataladigan lyuminestsentsiya ham uchraydi, bunda $\lambda < \lambda_0$. Kvantni avval uyg'ongan molekula yutganda bu hol ro'y beradi. U vaqtda lyuminestsentsiya kvantiga yutilgan foton energiyasining bir qismidan tashqari yana molekulaning uyg'onish energiyasi ham kiradi. Bu holda $h\nu > h\nu_0$ va $\lambda < \lambda_0$ bo'lishi tushunarli.

Lyuminestsentsiyaning qo'llanilishi. Yoritish texnikasida lyuminestsentsiyadan lyuminestsent lampalarda ishlatiladi. Lyuminestsent lampa elektr tarmog'iga drossel va startyor (elektrodlarni oldindan qizdirish uchun xizmat qiladi) orqali ketma-ket ulanadi.

Lampada paydo bo'ladigan gaz razryad simob bug'larining elektrolyuminestsentsiyasini vujudga keltiradi. Bu lyuminestsentsiya spektrida ko'rinadigan yorug'lik bilan birga to'lqin uzunligi $\lambda = 257 \text{ nm}$ bo'lgan ultrabinafsha nurlanish ham bo'ladi; bu nurlanish lampaning ichki devoriga surkalgan lyuminoforming fotolyuminestsentsiyasini uyg'otadi.

SHunday qilib lyuminestsent lampada energiya ikki marta o'zgaradi: dastlab elektr energiyasi simob bug'larining ultrabinafsha nurlanishiga aylanadi, keyin esa bu nurlanish lyuminoforming ko'rinadigan nurlanishiga aylanadi. Lyuminoforming tarkibini o'zgartirib talab qilingan fotolyuminestsent lampa tayyorlash mumkin. SHunday yo'l bilan, oq yorug'lik, issiq-oq yorug'lik, sovuq-oq yorug'lik va kunduzgi yorug'lik lyuminestsent lampalari tayyorlanadi.

Kunduzgi yorug'lik lyuminestsent lampalari nurlanishining spektral tarkibi osmon gumbazining shimoliy qismi sochgan yorug'likka yaqin; sovuq-oq yorug'lik lampalari nurlanishining spektral tarkibi esa Quyosh radiatsiyasi spektriga o'xshash bo'ladi.

Lyuminestsent lampalar tejamli (ularning foydali ish ko'effitsienti cho'g'lanma lampalarnikidan 10 – 20 marta katta) va juda chidamli (ishlash muddati 10000 soatga etadi).

Katodolyuminestsentsiya hodisasi elektronlar dastasi ta'sirida uyg'otiladi, masalan, *ostsillograf, televizor, radiolokator* va boshqa **elektron-nurli trubkalarda** kuzatiladi. Katoddan chiqqan tez elektronlar ekranga surtilgan sezgir lyuminoforlarni uyg'otadi. Lyuminestsentsiyalovchi ekranlarda yuqori yorqinlikka ega, elektronlar bombardirovkasiga o'ta chidamli va katta fazoviy ajratish qobiliyatiga ega bo'lgan kristallofosforlar qo'llaniladi. Katta keyin shu'lalanishga ega hamda lyuminestsentsiyasi tez so'nadigan ekranlar maqsadga ko'ra qo'llaniladilar.

Lyuminestsent analizda lyuminestsentsiyadan keng foydalanadilar. Lyumnnestseng analiz metodida ultrabinafsha nurlar bilan uyg'otilgan fotolyuminestsentsiya spektriga qarab moddaning tarkibi aniqlanadi. Lyuminestsent analiz metodi juda sezgir bo'lganidan moddaning kimyoviy tarkibidagi juda kichik o'zgarishlarni aniklash va batamom bir xil tuyulgan ob'ektlardagi farani topish imkonini beradi.

Fotolyuminestsentsiya yordami bilan mashinalar detallari va boshqa buyumlar sirtidagi nchgichka yoriqlarni (darz ketgan joylarni) ham paykash mumkin (*lyuminestsent*

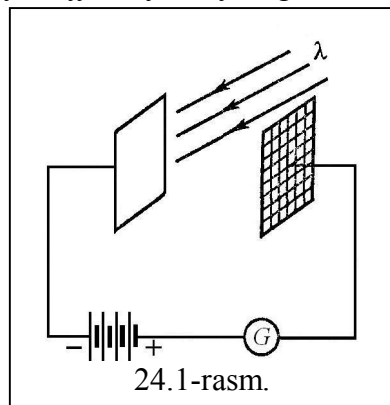
defektoskopiya).

Lyuminesentsiya yana lyuminesent analiz maqsadlarida xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llaniladi. Uning yaxshi tomoni shundan iboratki, lyuminesentsiya spektrida hatto 10^{-8} g massadagi kirishmalarni ham aniqlash imkonini beradi.

Elektrolyuminesentsiya hodisasi hozirgi zamonda yorug'lik chiqaruvchi diodlar, displeylarni olishda ishlatilmoqda.

3. Fotoeffekt hodisasi. Stoletov tajribasi

YOrug'likning moddaga ko'rsatadigan ta'siri bilinadigan turli hodisalar orasida *fotoeffekt*, ya'ni yorug'lik ta'sirida moddadan elektronlarning chiqishi muhim o'rin egallaydi.



Fotoeffektni 1887 yilda Gerts tomonidan kashf etilgan. U kuchlanish berilgan uchqun oralig'ining elektrodlarini ultrabinafsha nurlar bilan yoritganda uchqun chiqishining osonlashishini kuzatgan. Keyinroq Galvaks Gertsning tajribasida elektrodarga yorug'lik ta'sir etishi natijasida zaryadlarning ozod bo'lishini va bu zaryadlar elektrodlar o'rtasidagi elektr maydoniga tushganda tezlashib, atrofdagi gazni ionlashtirishini va natijala uchqun chiqishiga sababchi bo'lishini ko'rsatib o'tdii.

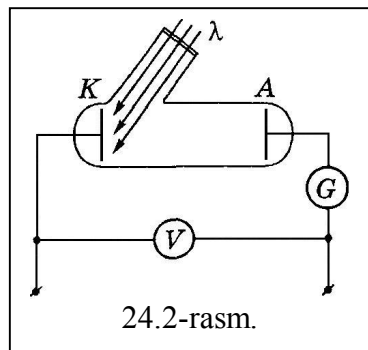
Tajribalarning Stoletov ishlatgan sxemasi 24.1-rasmda ko'rsatilgan. Vakuumda joylashgan ikkita (bittasi to'r ko'rinishida, ikkinchisi – yassi) elektrodlar batareyaga ulangan.

Bu erda ampermetr paydo bo'ladigan tok kuchini o'lchash uchun xizmat qiladi. Katodni turli xil to'lqin uzunlikdagi yorug'lik bilan nurlantirib, Stoletov ultrabinafsha nurlar eng effektiv ta'sir ko'rsatishini aniqladi. Bundan tashqari, zanjirda tok ta'sirida hosil bo'ladigan tok kuchi uning oqimiga to'g'ri proporsional ekanligini aniqladi.

Stoletov tekshirishlarining hozirgacha o'z ahamiyatini yo'qotmagan asosiy natijalari quyidagi xulosalardan iborat:

- 1) Jism yutayotgan ultrabinafsha nurlar eng kuchli ta'sir ko'rsatadi.
- 2) Fototokning kuchi jismning yoritilganligiga proporsionaldir.
- 3) YOrug'lik ta'sirida *manfiy* zaryadlar ajralib chiqadi.

Lenard va Tomsonlar 1898 yilda elektr va magnit maydonlarida zaryadlarning og'ish metodiga asoslanib, yorug'lik katoddan chiqaradigan zaryadlangan zarrachalarning solishtirma zaryadini aniqladi va quyidagicha natija oldilar: $e/m = -5,27 \cdot 10^{17}$ SGSE birl./g, bu esa elektronning solishtirma zaryadi bilan mos tushadi. Bu erdan esa yorug'lik ta'sirida katod moddasidan elektronning chiqarilishi ro'y berishini ko'rish mumkin. Bu hodisa *fotoelektrik effekt* yoki oddiygina qilib *fotoeffekt* deb ataladi.



Fotoeffekt ikki xil bo'ladi:

1. Agar elektronlar yoritilayotgan modda tashqarisiga chiqsa, bunga *tashqi fotoeffekt* deyiladi. Fotoelektron moddadan chiqishi uchun, u moddaning chiqish ishidan katta bo'lgan kinetik energiyaga ega bo'lishi kerak.

2. Agar elektronlarning moddaning «o'z» atomlari va molekullari bilan bog'lanishini to'la ozod bo'lsa-da, ammo moddaning o'zidan chiqmasa, bunga *ichki fotoeffekt* deyiladi. Bu moddaning elektr o'tkazuvchanligini oshiradi. Uni birinchi bo'lib

1873 yilda amerikalik U.Smit aniqlagan.

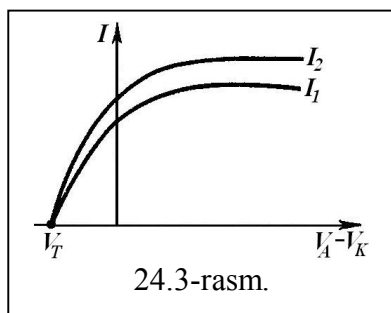
Fotoeffekt qonunlari. Fotoeffekt qonuniyatlarini o'rganish sxematik ravishda 24.2-rasmda keltilgan qurilmada amalga oshirildi.

Kvarts derazacha orqali berilayotgan yorug'lik ta'sirida K katoddan chiqayotgan fotoelektronlar A anod tomonga harakatlanadilar va zanjirda tok hosil bo'ladi va galvanometr

G orqali qayd qilinadi. Dastlabki tekshirishlarda bu hodisaning yoritilayotgan sirtning tozaligiga juda ko'p bog'liq ekanligini aniqlashdi.

Haqiqatan ham, tajribalar fototok kuchining elektrodlariga berilgan V potentsiallar farqiga bog'lanishi (ya'ni fototokning xarakteristikasi) 24.3-rasmdagi ko'rinishga ega ekanligi haqida dalolat beradi. Uncha katta bo'lmagan tezlashtiruvchi potentsiallar farqi berilganda tok o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi (to'yinish toki); ma'lum tormozlovchi (sekinlashtiruvchi) potentsiallar farqi V_T berilganda tokning qiymati nolga teng bo'lib qoladi. Fototokning to'yinishga intilishini A.G.Stoletov ham ko'rsatib o'tgan edi. Puxta o'tkazilgan o'lchashlar natijasida fotoeffektning quyidagi to'rtta qonuni aniqlangan:

1. Muayyan fotokatodga tushayotgan yorug'likning spektral tarkibi o'zgarmas bo'lsa, fototokning to'yinishi qiymati yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional.



2. Elektron qabul qiladigan E energiya na tushayotgan yorug'likning intensivligiga, na yoritilayotgan moddaning tabiatiga, na uning temperaturasiga bog'liq emas; bu energiya tushayotgan monoxromatik yorug'likning chastotasigagina bog'liq bo'lib, chastota ortishi bilan ortib boradi.

3. Har bir fotokatod uchun biror «qizil chegara» mavjud bo'lib, undan kattaroq to'lqin uzunlikli yorug'lik ta'sirida fotoeffekt vujudga kelmaydi. λ_q ning qiymati yorug'lik intensivligiga mutlaqo bog'liq emas, u faqat fotokatod materialining kimyoviy tabiatiga va sirtining holatiga bog'liq.

4. YOrug'likning fotokatodga tushishi bilan fotoelektronlarning hosil bo'lishi orasida sezilarli vaqt o'tmaydi.

Fotoeffektning 1-qonunini hamda fotoeffektning paydo bo'lishini to'lqin nazariyasi asosida tushuntirish oson. Lekin to'lqin nazariya 2-, 3- va 4-qonunlarni tushuntirishga ojizlik qiladi.

Stoletov tajribasida metalni monoxromatik yorug'lik bilan nurlantirilganda fototokning elektrodlar orasidagi potentsiallar farqidan bog'likligini (bunday bog'liqlik odatda fototokning volt-ampere xarakteristikasi deyiladi) (24.3-rasm) o'rganib, quyidagilar aniqlandi: 1) fototok nafaqat $V_A - V_K = 0$ da, balki $V_A - V_K < 0$ da ham vujudga keladi; 2) fototok ayni metall uchun juda aniq bo'lgan potentsiallar farqining tormozlovchi (sekinlashtiruvchi) potentsial deyiluvchi $V_A - V_K = V_T$ qiymatigacha noldan farqli bo'ladi; 3) tormozlovchi potentsialning kattaligi tushayotgan yorug'lik intensivligiga bog'liqmas; 4) tormozlovchi potentsialning absolyut qiymati kamayishi bilan fototok o'sadi; 5) $V_A - V_K$ o'sishi bilan fototok o'sadi va $V_A - V_K$ ning qandaydir (to'yinish toki deyiluvchi) ma'lum bir qiymatidan fototok doimiy bo'lib qoladi; 6) to'yinish tokining kattaligi tushayotgan yorug'lik intensivligining oshishi bilan o'sadi; 7) tormozlovchi potentsial kattaligi tushayotgan yorug'lik chastotasiga bog'liq; 8) yorug'lik ta'sirida ajratib olingan elektronlarning tezligi yorug'lik intensivligiga emas, balki faqat uning chastotasiga bog'liqdir.

Eynshteyn formulasi. YOrug'likning to'lqin nazariyasi va fotoeffekt orasida yuqorida bayon qilingan mos kelmasliklar mavjud. Bu kamchiliklarning sabablarini aniqlash uchun 1905 yilda A.Eynshteyn yorug'likni kvant nazariyasini taklif qildi. Eynshteyn Plank nazariyasini yorug'likka nisbatan qo'llab, yorug'lik kvantlar tariqasida nurlanibgina qolmay, balki yorug'lik energiyasining tarqalishi ham, yutilishi ham kvantlashgan bo'lishini ta'kidladi. Bu kvantlarning energiyalari va impulsarlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} E_0 &= h\nu \\ \vec{p} &= \frac{h\nu}{c} \vec{k}_0 \end{aligned} \right\} \quad (24.1)$$

bu erda $\vec{k}_0$ – toʻlqin vektor boʻyicha yoʻnalgan birlik vektor. Metallardagi fotoeffekt hodisasiga Eynshteyn energiyani saqlanish qoʻllab, quyidagi formulani taklif etdi:

$$h\nu = A_{ch} + \frac{mv^2}{2}, \quad (24.2)$$

bu erda A_{ch} – metaldan elektronning chiqish ishi, ν – fotoelektron tezligi. (24.2) ifoda Eynshteyn formulasi deyiladi. Eynshteynga binoan, har bitta kvant bitta elektron tomonidan yutiladi, bunda tushuvchi foton energiyasining bir qismi elektronning metaldan chiqish ishini bajarishga sarflansa, energiyani qolgan qismi elektronga $mv^2/2$ kinetik energiyaga berishga sarflanadi.

(24.2) dan koʻrinib turibdiki metallarda fotoeffekt faqat $h\nu \geq A_{ch}$ holdagina vujudga kelishi mumkin, aks holda foton energiyasi metaldan elektronni ajratib olishga etmaydi. Bundan koʻrinib turibdiki, fotoeffekt vujudga kelishi mumkin boʻlgan eng kichik chastota

$$h\nu_{\min} = A_{ch} \quad (24.3)$$

shartdan aniqlanishi kerak, bu erdan esa

$$\nu_{\min} = \frac{A_{ch}}{h} \quad (24.3a)$$

kelib chiqadi.

(24.3a) shart bilan aniqlanadigan yorugʻlik chastotasi *fotoeffektning «qizil chegarasi»* deb ataladi.

Eynshteyn formulasi yordamida fotoeffektning boshqa qonuniyatlarini ham tushuntirish mumkin.

Nometall moddalarda Eynshteyn formulasi quyidagicha koʻrinishda boʻladi:

$$h\nu = A_{ch} + A_1 + \frac{mv^2}{2}. \quad (24.6)$$

Bu erda A_1 – nometall moddalardagi bogʻlangan elektronning atomdan ajratish ishi. Uning mavjudligi quyidagicha tushuntiriladi: metallarda erkin elektronlar mavjud boʻlsa, nometallarda elektronlar atomlar bilan bogʻlangan holatda boʻladilar. Demak, nometallarga yorugʻlik tushganida yorugʻlik energiyasining bir qismi atomda fotoeffektga – atomdan elektronni ajratishga, energiyani qolgan qismi esa elektronning chiqish ishiga va elektronga kinetik energiya berishga sarflanadi.

4. Kompton effekti.

YOrugʻlikning korpuskulyar xossalari Kompton effektida yorugʻlik nomoyon boʻladi. 1923 yilda Amerikalik fizik Kompton engil atomli moddalarda monoxromatik rentgen nurlarining sochilishini oʻrganayotib sochilgan nurlanish tarkibida birlamchi toʻlqin uzunlikli nurlanish bilan birga kattaroq toʻlqin uzunlikli nurlanish borligini aniqladi. Tajribalar $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ farq tashuvchi nurlanishning toʻlqin uzunligi λ , sochuvchi jismga bogʻliq boʻlmay, faqat sochilish burchagi θ ga bogʻliqligini koʻrsatadi:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2K \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (17.25)$$

bundagi K – *Kompton doimiysi* deb ataladi va $K = 2,41 \cdot 10^{-12}$ m teng. 17.9-rasmda koʻrsatilgan D_1 , D_2 diofragmalardan oʻtgan ingichka rentgen nurlari K_r kristallga tushadi. Sochilgan nurlanishni S_n spektrograf yordamida tekshirish mumkin. Nurlanish yoʻnalishida ($\theta=0$) λ oʻzgarmaydi, boshqa yoʻnalishlarda $\Delta\lambda \sim \sin^2 \theta/2$.

SHunday qilib, Kompton effekti deb nurlanish (rentgen, γ -nurlanish) moddaning erkin elektronlarida sochilishi natijasida to'liq uzunligining ortishiga aytiladi.

To'liq nazariya nuqtai nazaridan bu hodisani tushuntirib bo'lmaydi. Elektron yorug'lik to'liqni ta'sirida shu chastotasiga teng chastota bilan tebranishi va shu chastotaga teng to'liq nurlantirishi kerak.

Kvant nuqtai nazariga ko'ra rentgen fotonlarining kristall elektronlari bilan ta'sirlashganda yuqoridagi ifoda hosil bo'ladi $K=h/m_0c$. Hisob kitoblar K uchun yuqoridagi son qiymatini, ya'ni h , m_0 va s larning qiymatlaridan foydalanib, $K=2,426 \cdot 10^{-12}$ m hosil bo'ladi. Demak, nazariy ($K=h/m_0c$, ya'ni $\Delta\lambda = 2\frac{h}{m_0c}\sin^2\frac{\Theta}{2}$) ifoda va (17.25) munosabat mos kelib, fotonlarning mavjudligini isbotlovchi dalil bo'lib xizmat qiladi.

Nazorat uchun savollar

1. Atom tuzilishining Rezerford modeli. Bor postulatlar.
2. Lyuminesentsiya, uning turlari va qo'llanilishi.
3. Fotoeffekt hodisasi. Tashqi fotoeffekt qonunlari. Eynshteyn formulasi.
4. Kompton effekti.

Tayanch so'zlar

Atom tuzilishining Tomson modeli, atom tuzilishining Rezerford modeli, Borning birinchi postulati, Borning ikkinchi postulati, Borning uchinchi postulati, Pauli printsipi, lyuminesentsiya, fluorestsentsiya, fosforestsentsiya, fotolyuminesentsiya, rentgenolyuminesentsiya, radiolyuminesentsiya, katodolyuminesentsiya, elektrolyuminesentsiya, xemilyuminesentsiya, rentgenolyuminesentsiya, tribolyuminesentsiya, ionolyuminesentsiya, Stoks qoidasi, antistoks lyuminesentsiya, fotoeffekt, tashqi fotoeffekt, ichki fotoeffekt, fotoeffektning qizil chegarasi, Eynshteyn formulasi, Kompton effekti.

12-ma'ruza: Atom yadrosi

1. Atom yadrosi. Yadroning massa va zaryad soni. Izotoplar.
2. Radioaktivlik. Radioaktiv emirilish qonunlari.
3. Yadroviy reaksiyalar.
4. Yadroning bog'lanish va solishtirma bog'lanish energiyasi.
5. Yadrolarning bo'linishi. Zanjir reaksiya.

1. Atom yadrosi. Yadroning massa va zaryad soni. Izotoplar

1919 yilda Rezerford azot yadrosini alfa zarralar bilan bombardimon qilganda ulardan vodorod yadrolari ajralib chiqishini kuzatgan. Rezerford bu zarralarni **proton** (grekcha «birinchi» degan so'zdan olingan) deb atadi. 1932 yilda Rezerfordning shog'irdi CHedvik yadro tarkibiga kiruvchi yana bir zarra – **neytronni** aniqladi. 1932 yilda CHedvik kashfiyotidan keyin sovet fizigi D.D. Ivanenko va nemis fizigi V. Geyzenberglar bir-biridan mustaqil ravishda **atom yadrosi protonlar va neytronlardan tashkil topgan** degan fikrni ilgari surdilar. SHu tariqa atom yadrosining proton va neytronli modeli yaratildi. Proton va neytronni yagona nom bilan **nuklon** deb ataladi.

Proton musbat zaryadga ega bo'lib, elektron zaryadiga teng, ya'ni $q_r=+e=+1,60219 \cdot 10^{-19}$ Kl., uning tinchlikdagi massasi $m_r=1,67265 \cdot 10^{-27}$ kg. Atom va yadro fizikasida **massaning atom birligi (m.a.b.)** kattaligidan keng foydalaniladi. 1 m.a.b. uglerod 12 atomi massasining 1/12

ulushiga, ya'ni $1,66057 \cdot 10^{-27}$ kg ga teng. Natijada $m_p = 1,00727$ m.a.b. ga teng bo'ladi. Neytron esa elektroneytral zarra bo'lib, uning tinchlikdagi massasi $m_n = 1,67495 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,008665 m.a.b. ga teng.

Massa va energiyaning ekvivalentli qonuni ($E=mc^2$)ga asoslanib, massa J larda yoxud eV larda ($1J=6,2419 \cdot 10^{18}$ eV) ham ifodalanadi. Demak,

$$\begin{aligned} m_p &= 1,5033 \cdot 10^{-10} \text{ Ж} = 938,28 \text{ MeV} \\ m_n &= 1,5054 \cdot 10^{-10} \text{ Ж} = 939,57 \text{ MeV} \end{aligned} \quad (23.1)$$

Neytron va protonlar xususiy magnit momentlarga ham ega:

$$\begin{aligned} \mu_n &= -1,91 \mu_B \\ \mu_p &= +2,79 \mu_B \end{aligned} \quad (23.2)$$

Bu ifodadagi μ_B - **yadroviy magneton** deb ataladi; μ_B - **yadroviy zarralarning magnit momentlarini** o'lchash uchun qo'llaniladigan kattalikdir. Agar Bor magnetonidagi elektron massasi m_e o'rniga proton massasi m_p ni qo'ysak,

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_p} = 5,0508 \cdot 10^{-27} \text{ A} \cdot \text{m}^2 \quad (23.3)$$

yadroviy magneton ifodasini hosil qilamiz.

D.I. Mendeleev davriy sistemasidagi elementlarning tartib nomeri Z shu element atomi yadrosining zaryadini aniqlaydi, ya'ni $q_{ya} = +Ze$.

Yadro tarkibidagi barcha protonlar soni Z va barcha neytronlar soni N ning yig'indisi, yadrodagi nuklonlar sonini ifodalaydi.

$$Z + N = A \quad (23.4)$$

yadroning massa soni deb ataladi.

Kimyoviy elementlarning atom yadrolarini ${}_Z X^A$ simvol bilan belgilash qabul qilingan, bunda X element simvoli, A - massa soni, Z - atom tartib nomeri. Masalan, ${}_2\text{He}^4$ geliy atom yadrosini, ${}_8\text{O}^{16}$ kislorod atom yadrosini bildiradi va shu kabilar.

Izotoplar. YAdroda protonlar soni bir xil, ammo neytronlar soni har xil atomlar **izotoplar** deyiladi. Masalan, vodorodning uchta izotopi mavjud. ${}_1H^1$ (protiy), ${}_1H^2$ (deyteriy) va ${}_1H^3$ (tritiy), bu erda kimyoviy simvolning pastki o'ng tomoniga neytronlar soni ham yoziladi.

YA.I. Frenkel nazariyasiga ko'ra atom yadrosini **suyuqlik tomchisiga** o'xshatish mumkin. Suyuqlik tomchisidagi molekular o'zaro molekular tutinish kuchlari bilan bog'langani singari yadroni tashkil qiluvchi nuklonlar ham o'zaro alohida tortilish kuchlari - **yadro kuchlari** bilan bog'langan. Ko'pgina elementlar atom yadrolarining barqarorligi yadro kuchlarining nihoyatda ulkan ekanligini ko'rsatadi.

Yadro kuchlari faqat juda kichik masofalardagina (10^{-13} sm tartibida) namoyon bo'ladi. Nuklonlar orasidagi masofa biroz ortganda yadro kuchlari nolgacha kamayadi va kulon kuchlari protonlarni ajratib yuboradi (yadroni parchalaydi). Yadro kuchlari gravitatsion va elektr kuchlari bo'lmay, alohida turdagi kuchlardir. Ularning tabiati va xossalari hali to'liq o'rganilmagan. Hozirgi vaqtda haqiqatga eng yaqin deb yadro kuchlarining **mezon nazariyasini** hisoblashadi; bu nazariyaga muvofiq nuklonlar bir-biri bilan alohida elementar zarralar - **mezonlarni** almashish yo'li bilan o'zaro ta'sirlashadi.

Bir xil sondagi protonlar va neytronlardan tashkil topgan engil kimyoviy elementlarning yadrolari, ayniqsa, barqaror bo'ladi. Yadrolari ko'p sonli nuklonlardan tashkil topgan eng og'ir kimyoviy elementlarda (davriy sistemada qo'rg'oshindan keyin joylashgan) yadro kuchlari yadroning barqarorligini ta'minlay olmaydi. Bunday yadrolar o'z-o'zidan parchalanib ancha engil elementlarning yadrolariga aylanadi. Bu hodisa tabiiy **radioaktivlik** deb ataladi.

2. Radioaktivlik. Radioaktiv emirilish qonunlari

Tabiiy radioaktivlikni 1896 yilda frantsuz fizigi Bekkeral kashf qildi. Uni fikricha, uran tuzining o'z-o'zidan chiqargan nurlari noshaffof moddalar qatlamidan o'ta oladigan, gazlarni ionlashtira oladigan, fotoplastinkani qoraytiradigan xususiyatlari bordir. P.Kyuri va M.Kyuri Skladovskaya va boshqalar tomonidan keyinchalik o'tkazilgan tadqiqotlar ko'rsatadiki, tabiiy radioaktivlik faqat uran tuzlarigagina xos bo'lib qolmay, balki og'ir kimyoviy elementlarning ko'pchiligiga, jumladan aktiniy, toriy, poloniy va radiyga ham xosdir. Poloniy va radiyni 1898 yilda Pper va Mariya Kyurilar kashf etgan. Bu elementlarning hammasini **radioaktiv elementlar**, ularning chiqarayotgan nurlarini – **radioaktiv nurlar** deb ataladi. Radioaktiv nurlanishga **alfa-nurlar, beta nurlar va gamma-nurlar** deb atalgan uch xil nur kiradi.

1. **Alfa-nurlar** elektr va magnit maydonlarida og'a di; bu nurlar geliy ${}_2\text{Ne}^4$ atomi yadrolari oqimidan iborat. Har bir α - zarracha ikkita elementar musbat zaryad $+2e$ ga ega va massa soni 4 ga teng. α - zarrachalar $14000\div 20000$ km/s tezlikka ega bo'lib, $4\div 9$ MeV kinetik energiyaga ega bo'ladi. α - zarracha o'z energiyasini atomlarni ionlashga sarflab to'xtaydi; bunda u moddada mavjud bo'lgan erkin elektronlardan ikkitasini o'ziga qo'shib oladi va geliy atomiga aylanadi. α - zarrachani havoda o'tgan yo'li 3-9 sm ni tashkil qiladi, ularning ionlashtirish qobiliyati esa 100000-250000 juft ionga teng. SHunday qilib, α - zarrachaning ionlashtirish qobiliyati yuqori, lekin o'tuvchanlik qobiliyati uncha katta emas. α - zarracha qalinligi 0,06 mm bo'lgan aluminiy qatlamida yoki qalinligi 0,12 mm bo'lgan biologik to'qima qalinligidagi qatlamda butunlay yutiladi.

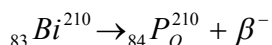
2. **Beta-nurlar** elektr va magnit maydonlarida og'adi; ular **tez elektronlar** oqimidan iborat bo'lib, β -zarrachalar deb ataladi. β -zarrachaning o'rtacha tezligi 160000 km/s ga teng. β -nurlanish α -nurlanishdan farq qilib, **tutash energetik spektrga** ega. β -zarracha havoda 40 m gacha, aluminiyda – 2 sm gacha, biologik to'qimada – 6 sm gacha yuguradi.

3. **Gamma-nurlar** – chastotasi juda katta 10^{20} Gts, to'lqin uzunligi esa juda qisqa 10^{-12} m bo'lgan fotonlar oqimidan iborat. γ -fotonlar energiyasi 1 MeV chamasida bo'ladi. γ -nurlar eng qattiq elektromagnit nurlar bo'lib, ko'p jihatdan retgent nurlariga o'xshaydi ular elektr va magnit maydonida og'maydi, yorug'lik tezligi bilan tarqaladi, kristalldan o'tishida difraktsiya ro'y beradi. γ -nurlarning ionlashtirish qobiliyati katta emas, u havoda 100 juft ionga ega yo'lni bosadi. γ -nurlar eng o'tuvchi nurlardir. Eng qattiq γ -nurlar qalinligi 5 sm bo'lgan qo'rg'oshin qatlamidan yoki qalinligi bir necha yuz metr bo'lgan havo qatlamidan o'tadi; kishi tanasidan bimalol o'tib ketadi.

β -emirilishida radioaktiv element davriy sistemada massa sonini o'zgartirmasdan o'ngga bir nomerga siljiydi:



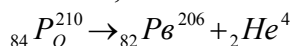
Masalan,



α -emirilishida radioaktiv element davriy sistemasida massa sonini 4 ga qamaytirib, chapga ikki raqamga siljiydi:



Masalan,



Radioaktiv emirilish qonunlari. Radioaktiv emirilish radioaktiv element atomlarining asta-sekin kamayishiga olib keladi. dt vaqt ichida emiriladigan atomlar soni dN, vaqtga va radioaktiv element atomlarining umumiy soni N ga proporsionaldir:

$$dN = -\lambda N dt, \quad (23.7)$$

bunda λ - berilgan elementning **emirilish doimiysi** deb ataladigan proporsionallik koeffitsienti. Minus ishorasi vaqt o'tishi bilan radioaktiv element atomlar sonining kamayishini ko'rsatadi. (23.7) dan

$$\lambda = -\frac{dN}{N dt}$$

kelib chiqadi, ya'ni emirilish doimiysi vaqt birligidagi atomlar sonining nisbiy kamayishiga teng. (23.7) tenglikning $t=0$ dan t gacha vaqt oralig'ida integrallab, quyidagini olamiz:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (23.8)$$

(23.8) munosabatni **radioaktiv emirilish qonuni** deb ataladi. (23.8) ifodadagi N_0 – boshlang'ich (ya'ni $t=0$) vaqtdagi radioaktiv moddada mavjud bo'lgan yadrolar soni, N – biror t –vaqtdan so'ng emirilmay qolgan yadrolar soni, λ **esa emirilish doimiysi deb ataluvchi** kattalik, ko'pincha λ o'rniga **yarim emirilish davri** ($T_{1/2}$) deb ataladigan kattalikdan foydalaniladi: λ va $T_{1/2}$ lar orasida quyidagicha bog'lanish bor:

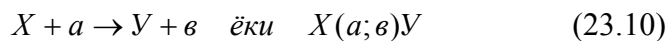
$$T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} \quad (23.9)$$

radioaktiv izotoplarning yarim emilish davri $T_{1/2}$ shunday vaqt oralig'iki, bu vaqt ichida mavjud radioaktiv yadrolarning yarmi emiriladi. $T_{1/2}$ ning qiymatlari turli radioaktiv yadrolar uchun turlicha, masalan, sekundning ulushidan million yillargacha bo'lishi mumkin. $T_{1/2}$ ning qiymati tashqi sharoitlarga (temperatura, bosim, magnit yoki elektr maydonlarining ta'siriga) va radioaktiv yadrolarni qanday kimyoviy birikmalar tarkibida ekanligiga bog'liq emas.

Radioaktiv manbalar aktivligi birlik vaqtda sodir bo'ladigan emirilishlar sonini ifodalaydi. Uning **SI dagi birligi bekkerel (Bk) 1 sekunda 1 emirilish sodir bo'ladigan radioaktiv manbaning aktivligi 1 Bekkerel bo'ladi.**

3. Yadroviy reaksiyalar

Ikki yadro yoki yadro va zarra bir-biri bilan 10^{-15} m lar chamasiga yaqinlashganda yadroviy kuchlarning ta'siri tufayli o'zaro intensiv ta'sirlashadi, natijada yadroviy o'zgarishlar vujudga keladi. Bu jarayonlarni **yadroviy reaksiya** deb ataladi, yadroviy reaksiyani quyidagicha yozish mumkin:



bunda X – boshlang'ich yadro, a – reaksiyaga kirishuvchi zarra, e - yadroviy reaksiyada ajralib chiquvchi zarra, Y – yadroviy reaksiyada vujudga kelgan yadro, a va e zarralar – neytron, proton, alfa-zarra, gamma – kvant, engil yadrolar yoki boshqa elementar zarralar bo'lishi mumkin.

Birinchi yadroviy reaksiya Rezerford tomonidan azotni α -zarralar bilan bombardimon qilish jarayonida kislorod va proton hosil qilib, amalga oshirilgan, ya'ni



yoki ixchamroq



ko'rinishda ifodalash mumkin.

Barcha yadro reaksiyalarida biror elementar zarracha (masalan, γ -foton) chiqadi.

Sun'iy yadro reaksiyalari. Ko'pchilik yadro reaksiyalarining mahsulotlari ham radioaktivdir, ular **sun'iy radioaktiv izotoplari** deb ataladi. Sunoiy radioaktivlik hodisasini 1934 yilda frantsuz fiziklari **Frederik** va **Iren Jolio Kyurilar** kashf qilishgan.

Fosfor ${}_{15}P^{31}$ ning neytronlarni qo'shib olish reaksiyasi radioaktiv izotoplarni olishga misol bo'ladi. unday qo'shib olishda γ -foton chiqadi va fosforning radioaktiv izotopi ${}_{15}P^{32}$ hosil bo'ladi:



Fosfor izotopining yarim emirilish davri $T_{1/2}=14,3$ kunga teng, β -zarralarni chiqarish bilan boradigan izotop yadrosining emirilishi ${}_{16}S^{32}$ oltingugurtning barqaror izotopining hosil bo'lishiga olib keladi:



YAdroviy reaksiyalarda saqlanish qonunlarining bajarilishini ko'raylik: 1) YAdroviy reaksiyaga kirishuvchi zarralarning umumiy zaryadi reaksiyada vujudga kelgan zarralarning umumiy zaryadiga teng; 2) YAdroviy reaksiyaga kirishayotgan zarralardagi nuklonlarning to'liq soni reaksiyadan keyin ham saqlanadi, ya'ni reaksiyada hosil bo'lgan zarralar nuklonlarining to'liq soniga teng bo'ladi (23.1-jadval).

23.1-jadval

YAdroviy reaksiya	Elektr zaryadi	Nuklonlar soni
$N^{14} + \alpha \rightarrow O^{17} + R$	$7+2=8+1$	$14+4=17+1$
$N^2 + N^2 \rightarrow Ne^3 + n$	$1+1=2+0$	$2+2=3+1$
$Li^7 + R \rightarrow Ve^7 + n$	$3+1=4+0$	$7+1=7+1$
$S^{32} + n \rightarrow R^{32} + R$	$16+0=15+1$	$32+1=32+1$
$Ve^9 + \gamma \rightarrow 2Ne^4 + n$	$4+0=2 \cdot 2+0$	$9+0=2 \cdot 4+1$

YAdroviy reaksiyalarda massaning saqlanish qonuni (va energiyaning saqlanish qonuni ham) bajariladi. U holda yadroviy reaksiyaga kirishayotgan zarralarning tinchlikdagi massalari (23.10) ga asosan m_x va m_a deb reaksiyada vujudga kelgan zarralarniki esa m_u va m_v deb belgilaylik. Ularning kinetik energiyalarini mos ravishda T_x , T_a , T_u , T_v deb belgilaylik. Natijada reaksiyaga kirishayotgan zarralar to'liq energiyalarning yig'indisi reaksiyada vujudga kelgan zarralar to'liq energiyalarning yig'indisiga tengligini quyidagicha ifodalaymiz

$$m_x c^2 + T_x + m_a c^2 + T_a = m_y c^2 + T_y + m_b c^2 + T_b.$$

Mos hadlarni gruppalasak, bu ifoda quyidagi

$$[(m_x + m_a) - (m_y + m_b)]c^2 = (T_y + T_b) - (T_x + T_a)$$

ko'rinishga keladi.

YAdroviy reaksiyada ajralib chiqadigan yoki yutiladigan energiyani **reaktsiya energiyasi** deb ataladi, ya'ni

$$Q = [(m_x + m_a) - (m_y + m_b)]c^2 = (T_y + T_b) - (T_x + T_a) \quad (23.14)$$

Agar $Q > 0$ bo'lsa, zarralar kinetik energiyasining ortishi kuzatiladi. U holda $(T_x + T_a)$ ning har qanday qiymatida ham **ekzoenergetik reaksiya** amalga oshadi.

Agar $Q < 0$ bo'lsa, **endoenergetik reaksiya** sodir bo'ladi. bunda zarralar kinetik energiyasining kamayuvi hisobiga ularning tinchlikdagi massalari ortadi. SHuning uchun reaksiyaga kirishayotgan zarralar kinetik energiyalari etarlicha katta bo'lishi, ya'ni $(T_x + T_a) = |Q| + (T_u + T_v)$ shart bajarilishi kerak.

4. Yadroning bog'lanish va solishtirma bog'lanish energiyasi

YAdroning massalarini eng aniq o'lchash natijalari shuni ko'rsatadiki, yadroning tinchlikdagi massasi M uni tashkil qilgan protonlar bilan neytronlarning tinchlikdagi massalari yig'indisidan hamisha kichik bo'ladi:

$$M < Zm_p + Nm_n = Zm_p + (A - Z)m_n. \quad (5.1)$$

YAdroni alohida nuklonlarga to'liq ajratish uchun zarur bo'lgan energiya yadroning bog'lanish energiyasi deyiladi va u quyidagi ifodadan topiladi:

$$\Delta W = \Delta M c^2 \quad (5.2)$$

bunda ΔM - massa defekti deb ataladi va u

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M = Zm_p + (A - Z)m_n - M \quad (5.3)$$

dan topiladi. (5.3) dan foydalanib (5.2) ni ko'rinishini

$$\Delta W = [Zm_p + (A - Z)m_n - M]c^2 \quad (5.4)$$

ga o'zgartiramiz.

Bitta nuklonga to'g'ri keluvchi yadroning bog'lanish energiyasi yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi (ε) deyiladi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{A} \quad (5.5)$$

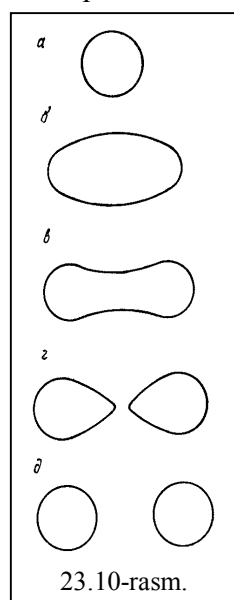
Nuklonlar o'rtasida ta'sir etuvchi va yadroning turg'unligini ta'minlovchi kuchlarga yadro kuchlari deyiladi. Yadro kuchlari gravitatsion va elektromagnit ta'sirlashuv kuchlaridan farqli o'laroq, o'ziga xos kuchlar bo'lib hisoblanadi.

5. Yadrolarning bo'linishi. Zanjir reaksiya

Faqat uyg'ongan yadrogina ikki qismga bo'linishi yoki parchalanishi mumkin. Yadroni uyg'otish uchun masalan, uni α -zarralar yoki protonlar bilan otish (bombardimon qilish) usuli bilan unga etarlicha energiya sarflash kerak bo'ladi. Avval qayt qilinganidek, yadrolarni parchalashning eng yaxshi effektiv quroli neytronlardir, chunki ular elektr jihatdan neytral bo'lgani uchun yadro tomonidan elektrostatik itarish kuchiga duch kelmaydi.

XX asrning 40 yillariga kelib, bir qancha olimlar (E.Fermi, I.Jolio – Kyuri, P.Savich, O.Gan, SHtrasman, O.Frish, L.Maytner) ning tajribalari va nazariy izlanishlari tufayli, neytronlar bilan bombardimon qilingan uran yadrosining bo'linish reaksiyasi kashf qilindi. Yadroning tomchi modeliga asoslanib, bu reaksiyani quyidagicha izohlash mumkin.

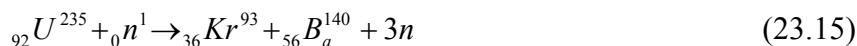
Neytron n ni o'ziga qo'shgan uran yadrosi U uyg'ongan bo'lib qoladi va deformatsiyalanadi (23.1-rasm). Agar uyg'onish unchalik katta bo'lmasa, u vaqtda yadro γ fotonlar yoki neytron chiqarish yo'li bilan ortiqcha energiyadan qutilib, turg'un holatga qaytadi. Bunda tomchining shakli sharsimondan ellipsoidsimonga, undan yana sharsimonga qaytadi. Agar uyg'onish energiyasi etarlicha katta bo'lsa, u vaqtda yadroda ikkiga bo'linayotgan suyuqlik tomchisining ikki qismi orasidagi cho'zilishga o'xshash uzunchoq shakl (23.1,v-rasmga q.) paydo bo'ladi.



Cho'zilayotgan yadroning juda ingichka qismida ta'sir qilayotgan yadro kuchlari endilikda yadroning bir xil ishorali zaryadlangan qismlarining kulon itarishish kuchlariga qarshi tura olmaydi. Natijada cho'zilgan yadro uziladi va qarama-qarshi tomonga katta tezlik bilan uchib ketadigan ikkita «parchaga» emiriladi. Bundan tashqari bo'linish vaqtida yadrodan **oniy neytronlar** deb ataladigan 2-3 ta neytron ajralib chiqadi. Oniy neytronlarning ko'pchiligi 1-2 MeV energiyaga ega. Energiyasi 1,5 MeVdan katta bo'lgan neytronlar **tez neytronlar**, energiyasi 1,5 MeV dan oz neytronlar **sekin neytronlar** deb ataladi. Energiyasi juda kichik neytronlar **issiqlik neytronlari** deyiladi.

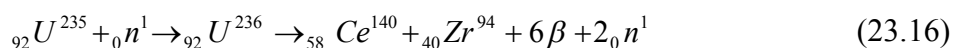
Bo'lingan yadroning parchalari radioaktiv bo'ladi: ular γ -fotonlar, β -zarralar va neytronlar chiqaradi; bu neytronlarni oniy neytronlardan farqlash maqsadida **kechikkan neytronlar** deb ataladi.

Barcha og'ir elementlarning yadrolari neytronlar ta'sirida ikki qismga bo'linish qobiliyatiga ega. Amaliy jihatdan eng muxim bo'linuvchi materiallar uran ${}_{92}\text{U}^{238}$, aktinouran ${}_{92}\text{U}^{235}$, uranning sun'iy ${}_{92}\text{U}^{233}$ izotopi va plutoniy ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ dir. ${}_{92}\text{U}^{235}$, ${}_{92}\text{U}^{233}$ va ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ yadrolar tez, shuningdek, sekin (jumladan, issiqlik) neytronlar ta'sirida bo'linadi, ${}_{92}\text{U}^{238}$ yadrosi esa faqatgina tez neytronlar ta'sirida bo'linadi. Uran ${}_{92}\text{U}^{235}$ ning uchta neytron chiqarib, kripton va bariy izotoplariga emirilishi ehtimolligi ko'proqdir:

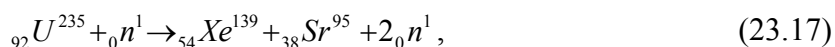


Keyingi tekshirishlar uran yadrosi neytronlar bilan bombardimon qilinganda 80 xil bo'laklar hosil bo'lishini ko'rsatdi. SHu bilan birga massalari nisbati 2:3 bo'lgan bo'laklarga bo'linish eng ehtimolli ekani ma'lum bo'ldi.

Uran yadrosining mumkin bo'lgan bo'linish reaksiyalaridan yana biri quyidagi sxema bo'yicha o'tadi.



SHuningdek



bu erda Se – tseriy, Zr-tsirkoniy, Xe-ksenon, Sr-strontsiylar davriy sistema elementlarining o'rta qismiga to'g'ri keladi.

Neytronlar ta'sirida bo'linish bilan bir qatorda, garchi juda oz darajada bo'lsada, og'ir yadrolar **o'z-o'zidan bo'linishi** ham mumkin; masalan, 1 g uranda bir soatda hammasi bo'lib taxminan 20 tacha o'z-o'zidan emirilish yuz beradi. Bu hodisani 1940 yilda sovet fiziklari K.A.Petrjak va G.N.Flerov kashf qilganlar.

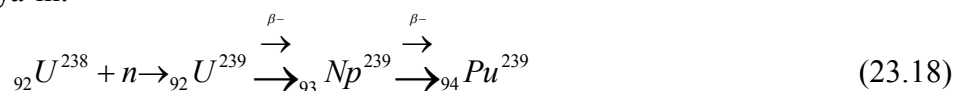
Uran yadrosining bo'linishida, taxminan, 208 MeV energiya ajraladi, bu energiyaning deyarli 80 %i parchalarning kinetik energiyasi ko'rinishida ajraladi; qolgan 20%i esa parchalarning radioaktiv nurlanish energiyasiga va oniy neytronlarning kinetik energiyasiga to'g'ri keladi.

YAdroning bo'linishida sarf qilingan neytronlarning energiyasi 7-10 MeV dan oshmaydi. Buni yadrolarni bo'linishida ajralib chiqqan energiya bilan solishtirsak, yadrosi bo'linadigan materiallar juda katta energiya manbai bo'lib xizmat qilishi ko'rinadi. Masalan: 1 kg uran – 235 da bo'lgan barcha yadrolarning bo'linishida ajralib chiqqan energiya, taxminan, $2,3 \cdot 10^7$ kvv-soat ga teng. Buncha energiya miqdori 2000000 kg benzin yoki 2500000 kg tosh ko'mir yonganda ajralishini ko'rsatish mumkin. SHuning uchun xalq xujaligida **«yadro yoqilg'isidan»** foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Zanjir reaksiya. YAdroning bo'linish energiyasidan foydalanish imkoniyatini amalga oshirish uchun shunday sharoit yaratish kerakki, bu sharoitda reaksiya bir boshlangandan so'ng o'z-o'zidan davom eta olsin, ya'ni reaksiya zanjir xarakteriga ega bo'lsin. Bunday reaksiyani amalga oshirishga, masalan, og'ir Uran – 235 yadroning bo'linishida vujudga keladigan 2-3 dona neytron yordam beradi. Masalan, birinchi yadro bo'linganda ajralib chiqqan 2-3 neytronning har biri o'z navbatida yangi yadrolarning bo'linishiga sabab bo'ladi. Natijada 6-9 yangi neytronlar vujudga keladi. Bu neytronlar o'z navbatida yana boshqa yadrolarni bo'linishiga imkoniyat yaratadi va hokazo. Bunday reaksiya bo'linishning **zanjir reaksiyasi** deb yuritiladi. Uran – 235 bo'linishining zanjiriy reaksiyasi nazariyasini 1938 yilda YA.B.Zeldovich va YU.B.Xaritonlar ishlab chiqishgan.

Uranning har bir yadrosining bo'linishida 2-3 ta neytron paydo bo'lishiga qaramasdan, ularning hammasi ham boshqa yadrolarning bo'linishiga sabab bo'lavermaydi. Neytronlarning bir qismini yadro yoqilg'isida bo'ladigan bo'linmaydigan aralashma yadrolari o'ziga qo'shib olish mumkin, neytronlarning yana bir boshqa qismi yoqilg'i material hajmi sirtidan uning boshqa yadrolari bilan to'qnashmay chiqib ketishi mumkin. SHuning uchun uran yadrolar bo'linishining zanjiriy reaksiyasi hamma vaqt ham sodir bo'lavermaydi. Zanjir reaksiya yuz berishi uchun birinchidan ${}_{92}\text{U}^{235}$ izotopning bo'lagi etarli katta bo'lishi kerak. Uran bo'lagining o'lchamlari etarli katta bo'lganda bo'linish reaksiyasi davomida ajraluvchi neytronlarning ko'p qismi uran bo'lagining chekkasiga etguncha reaksiyaga kirishib ulguradi. Uran bo'lagining neytronlari ham zanjir reaksiyaning amalga oshishiga yordam beradi. Umuman, zanjir reaksiyaning rivojlanish tezligi **ko'payish koeffitsienti K ning** qiymati bilan xarakterlanadi. Ko'payish koeffitsienti – biror avlod bo'linishlarida vujudga kelgan neytronlar sonini undan oldingi avlod bo'linishida hosil bo'lgan neytronlar soniga nisbatidir. Agar $K > 1$ bo'lsa, zanjir reaksiyasi rivojlanadi. $K < 1$ da reaksiya so'nadi. $K = 1$ bo'lganda reaksiya bir meoyorda davom etadi. Zanjir reaksiyada uran yoki plutoniyning izotoplaridan foydalaniladi. Masalan, tabiiy uran tarkibida 99,282 % ${}_{92}\text{U}^{238}$ izotop, 0,7121 % ${}_{92}\text{U}^{235}$ izotop va 0,06 % ${}_{92}\text{U}^{234}$ izotop bor. Tez neytronlar ta'sirida bu izotoplarning barchasi bo'linadi, sekin neytronlar esa faqat ${}_{92}\text{U}^{235}$ izotopining bo'linishiga sabab bo'la oladi. Energiyasi 1 MeV dan kichik neytronlar U^{238} yadrosi tomonidan

ham tutilishi mumkin va U^{239} hosil bo'ladi. Lekin U^{239} izotop β -emirilish natijasida Nr^{239} ga, u esa Ru^{239} ga aylanadi, ya'ni:



Pu^{239} ham, xuddi U^{235} kabi sekin neytronlar ta'sirida bo'linadi. Demak, U^{235} yoki Pu^{239} yadrolaridan foydalanib, zanjir reaksiyani amalga oshirish mumkin. Faqat neytronlarni reaksiyada qatnashmay aktiv zonadan chiqib ketishini kamaytirish lozim. SHuning uchun aktiv zona hajmini kattalashtirib borilsa, uning biror qiymatida zanjir reaksiyani amalga oshirish uchun etarli sharoit yaratilgan bo'ladi. Bunday hajmdagi bo'linuvchi moddaning massasini **kritik massa** (m_{kr}) deb ataladi. Masalan, sof U^{235} dan tashkil topgan bo'linuvchi modda uchun $m_{kr} \approx 9$ kg bo'lishi kerak.

$m > m_{kr}$ shart bajarilganda $K > 1$ bo'lsa, zanjir reaksiya boshqarilmaydigan tarzda amalga oshishi atom bombaning portlash jarayonida sodir bo'ladi.

Boshqariladigan bo'linish zanjir reaksiyalarini amalga oshirish uchun qo'llaniladigan qurilmani **yadroviy reaktor** deb ataladi. Bunday qurilmalarda neytronlar ko'payish koeffitsienti K ning 1 dan ozgina katta qiymatlarida zanjir reaksiyani boshlash imkoniyati mavjud bo'lishi kerak. U holda aktiv zonadagi neytronlar kontsentratsiyasi va reaktorning quvvati orta boshlaydi. Kerakli quvvatga erishilganda K ning qiymatini aynan 1 ga teng qilib turish imkoniyati bo'lishi kerak. Bu holda zanjir reaksiya o'zgarmas tezlik bilan davom etadi, natijada reaktor **statsionar rejimda** ishlay boshlaydi.

Nazorat uchun savollar

1. Atom yadrosining tarkibi. Yadroning massa va zaryad soni
2. Izotoplar.
3. Radioaktivlik. Radioaktiv emirilish qonunlari.
4. Yadroviy reaksiyalar.
5. Yadroning bog'lanish va solishtirma bog'lanish energiyasi.
6. Yadrolarning bo'linishi. Zanjir reaksiya.

Tayanch so'zlar

Proton, neytron, izotop, radioaktivlik, alfa-nurlar, betta-nurlar, gamma-nurlar, sun'iy izotop, yemirilish doimiysi, alfa emirilishda siljish qonuni, beta-emirilishda siljish qonuni, yadroning bog'lanish energiyasi, yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi, massa defekti, zanjir reaksiya, ko'payish koeffitsienti, birlamchi kosmik nurlar, ikkilamchi kosmik nurlar, termoyadro reaksiyasi, juftlar annigilyatsiyasi, juftlarning hosil bo'lishi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. A.A. Detlaf, B.M. YAvorskiy. «Kurs fiziki», M.: 1989 g.
2. I.V. Savelev «Umumiy fizika kursi» Toshkent, «O'qituvchi» 1973, 1979, 1987 I - III tomlar.
3. T.I. Trofimova M.: «Yisshaya shkola» 1985 g..
4. A.S.No'pmonxo'jaev «Fizika kursi» I qism. Mexanika, statistik fizika, termodinamika. Toshkent: «O'qituvchi» 1992y., 208 bet.
5. R.I. Grabovskiy. «Kurs fiziki» M.: «Vqsshaya shkola», 1974, 552 bet.
6. E.Dadamirzaev, N.Zokirov, Fizikadan ma'ruzalar matni, Namangan, 2000.
7. N.Sultonov, Fizika kursi, Farg'ona, 2002.

III. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar

1-amaliy mashg'ulot: Mexanikaning fizik asoslari. Kinematika va dinamika bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, Volkenshteyn, 1 – 2 § lari. §

1. (V. 1.1) Avtomobil o'z xarakati vaqtining birinchi yarmida 80 km/soat tezlik bilan, qolgan vaqtida esa 40 km/soat tezlik bilan xarakatlangan. Avtomobil xarakatining o'rtacha tezligi topilsin. J: 60 km/soat

2. (V.1.2) Avtomobil yo'lining birinchi yarmini 80 km/soat tezlik bilan, qolgan yo'lini esa 40 km/soat tezlik bilan bosib o'tgan. Avtomobilning xarakatining o'rtacha tezligi topilsin. J: 53,3 km/soat

3. (V.1.6) Samolyot A punktdan sharq tomondagi 300 km uzoqlikda joylashgan V punktga uchmoqda. Quyidagi xol- larda samolyotning bu masofani uchib o'tish vaqti topilsin: 1) shamol bo'lmaganda, 2) shamol janubdan shimolga esganda va 3) shamol g'arbdan sharqqa esganda. Shamolning tezligi $V_1 = 20$ m/sek, samolyotning tezligi $v_2 = 600$ km/soat. J: 1) 30 min, 2) 30,2 min, 3) 26,8 min.

4. (V.1.16) Metropoliten ikki stantsiyasining oraligi 1,5 km. Poezd bu masofaning birinchi yarmida tekis tezlanuvchan, qolgan ikkinchi yarmida tekis sekinlanuvchan xarakat qiladi. Poezdning maksimal tezligi 50 km/soat ga teng. 1) tezlanuvchan va sekinlanuvchan xarakatning tezlanishlarini miqdor jixatdan teng deb xisoblab, uning kattaligi, 2) poezdning ikki stantsiya orasidagi xarakat vaqti topilsin. J: $a = 0,13$ m/sek², $t = 3,4$ c

5. (V. 1.23) Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'likligi $s = A - Bt - Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 6$ m, $V = 3$ m/sek va $S = 2$ m/sek². Jismning 1 sek dan 4 sek gacha bo'lgan vaqt chegarasidagi o'rtacha tezlanishi topilsin. $0 < t < 5$ sek intervalda 1 sek dan oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi tuzilsin. J: $v = 7$ m/sek; $a = 4$ m/sek²

6. (V. 1.2) Paroxod daryoda A punktdan V punktga $v_1 = 10$ km/soat tezlik bilan, qaytishda esa $v_2 = 16$ km/soat tezlik bilan xarakatlanadi. 1) Paroxodning tezligi, 2) daryoning oqim tezligi topilsin. J: 1) 12,3 km/soat; 2) 0,83 m/sek

7. (S. I.25) 1500 min⁻¹ chastota bilan aylanuvchi g'ildirak tormozlangandan keyin tekis - sekinlanib aylana boshlab, 30 sek dan so'ng to'xtagan. Tormozlanish boshlangan paytdan to to'xtaguncha bo'lgan burchak tezlanishi va aylanish soni topilsin. J: -5,24 sek⁻²; 375

8. (S. I.26) Biror jism 0,04 sek⁻² o'zgarmas burchak tezlanish bilan aylana boshladi. Aylanish boshlangandan qancha vakt o'tgach jismning qandaydir nuqtasining to'la tezlanishi uning tezligi yo'nalishi bilan 76° burchak hosil qiladi? J: 10 sek o'tgach

9. (V.1.45) Aylanma xarakat qilayotgan g'ildirak gardishidagi nuqtaning V_1 chiziqli tezligi gardishdan o'qqa 5 sm yaqin bo'lgan nuqtasining V_2 chiziqli tezligidan 2,5 marta katta bo'lsa, g'ildirakning radiusi topilsin.

J: $R = 8,33$ sm.

10. (V. I.48) Tekis sekinlanib aylanayotgan g'ildirak tormozlanish natijasida 1 min davomida o'zining tezligini 300 ayl/min dan 180 ayl/min gacha kamaytiradi. G'ildirakning burchak tezlanishi va bu minut ichidagi aylanishlar soni topilsin. J: $\epsilon = -0,21$ rad /sek², $N = 240$ ayl.

11. (V.2.7) 500 m massali poezd tormozlanganda tekis sekinlanuvchan xarakat qilib 1 min davomida tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat gacha kamaytirgan. Tormozlanish kuchi topilsin. J: $F = 2,77 \cdot 10^4$ n

12. (V.2.9) Relsda turgan vagon tekis tezlanuvchan xarakat qilib, $s = 11$ m yo'lni $t = 30$ sek da o'tishi uchun unga qanday kuch ta'sir qilishi kerak? Vagonning ogirligi $R = 16$ T. Xarakat vaqtida unga, o'z og'irligining 0,05 qismiga teng bo'lgan ishqalanish kuchi ta'sir qiladi J: $F = 8200$ n

13. Massasi juda kichik va juda kam ishqalanish bilan aylana oluvchi blokka uchlariga m_1 va m_2 yukchalar boylangan ip tashlangan, bunda m_2 va m_1 yukdan n marta ($n = 2$) katta. m_2

yukni polga tekkuncha ko'tarib, qo'yib yuborilgan. Agarda m_2 yukning balandligi $h_2 = 30$ sm bo'lsa, m_2 yuk polga kelib urilganidan keyin m_1 yuk qancha balandlikka ko'tariladi?

14. (V.2.13). $F = 1$ kg o'zgarmas kuch ta'sirida jism shunday to'g'ri chiziqli xarakatlanadiki, u o'tgan s yo'lining t vaqtga bog'lanishi $s = A-Bt + Ct$ tenglama bilan berilgan. Doimiylik $S = 1$ m /sek² bo'lsa, jismning massasi topilsin.

15. (V.2.26). Qiyaligi xar 25 m yo'lda 1 m balandlikka ko'tarilganda tokka 1 m /sek² tezlanish bilan chiqa-yotgan avtomobil motorining tortish kuchi topilsin. Avtomobilning og'irligi $9,8 \cdot 10^3$ N va ishqalanish koeffitsienti 0,1 ga teng.

16. (V. 2.32). Gorizont bilan $\alpha = 30^\circ$ burchak tashkil qilgan kiya tekislikning eng yuqori cho'qqisiga vaznsiz blok maxkamlangan (2 - rasm). Og'irliklari $P_1 = P_2 = 1$ kg bo'lgan A va V toshlar bir – biriga ip bilan birlashtirilib blokka osilgan. 1) Toshlarining xarakat tezlanishi, 2) ipning taranglik kuchi topilsin. Blokdagi ishqalanish, xuddi shuningdek V toshning qiya tekislikka ishqalanish xisobga olinmasin.

17.(V. 2.42) Shofyor yo'ldagi to'siqdan 25 m narida avtomobilga tormoz bera boshlaydi. Avtomobil tormoz kolod-kalardagi ishqalanish kuchi o'zgarmas va 3840 n ga teng. Avtomobilning og'irligi 1 t. Avtomobil to'siq oldida to'xtashga ulgurishi uchun, u qanday maksimal tezlikda yurishi mumkin? G'ildiraklarning yoiga ishqalanishi xisobga olinmasin.

18. (V. 2.44) Jism 10 m masofada o'z tezligini 2 m/sek dan 6 m/sek gacha oshirish uchun zarur bo'lgan ish topilsin. Yo'lining xamma qismida 0,2 kG ga teng o'zgarmas ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Jismning massasi 1 kg ga teng.

19.(V.2.55) Balandligi 1 m og'ma tomoni uzunligi 10 m bo'lgan qiya tekislikdan 1kg massali jism sirganib tushmoqda. 1) qiya tekislikning asosidagi kinetik energiyasi 2) shu asosdagi tezligi 3) to'xtaguncha yo'lining gorizont qismida bosib o'tgan masofasi topilsin. Yo'lining xamma qismida ishqalanish koeffitsienti o'zgarmas va 0,05 ga teng deb olinsin.

20.(V. 2.50) Og'irligi 2 kG bo'lgan tosh ma'lum balandlikdan yerga 1,43 sek da tushadi. Toshning yo'lining o'rta nuqtasidagi kinetik va potentsial energiyasi topilsin. Xavoning qarshiligi xisobga olinmasin.

21. (V. 2.53) Sport yadrosi gorizontga $\alpha = 30^\circ$ burchakda uloqtirilganda $A = 216$ J ish sarf bo'lgan. Yadro qancha vaqtdan keyin va otilgan joyidan qancha masofada yerga tushadi. Yadroning og'irligi $R = 2$ kG. Xavoning qarshiligi xisobga olinmasin.

22.(V. 2.61) Relsda turgan $R_1 = 10$ t og'irlikdagi platformaga $R_2 = 5$ t og'irlikdagi to'p o'rnatilgan bo'lib, undan rels bo'ylab o'q otildi. Snaryadning og'irligi $R = 100$ kG, uning to'pga nisbatan boshlang'ich tezligi $v_0 = 500$ m/sek. Agar platforma 1) qo'zgalmay turgan, 2) o'q otilgan tomonga $V_1 = 18$ km/soat tezlik bilan xarakat qilayotgan bo'lsa, snaryad otilgan paytdagi platformaning V_x tezligi topilsin.

23.(V. 2.62) 5 kg massali miltiqdan $5 \cdot 10^{-3}$ kg massali o'q 600 m/s tezlik bilan otilib chiqadi. Miltiqning orqaga tepish tezligi topilsin. $J: 6$ m/s

24.(V. 2.63) 8 km/soat tezlik bilan chopib kelayotgan 60 kG og'irlikdagi odam 2,9 km/soat tezlik bilan ketayotgan 80 kG og'irlikdagi aravachani quvib yetadi va unga sakrab chiqadi. 1) Shu paytda aravacha qanday tezlik bilan xarakat qiladi? 2) Agar odam aravachaga qarshi tomondan kelib chiqsa, u qanday tezlik bilan xarakat qiladi?

25. (V. 2.64) 500 m/sek tezlik bilan temir yo'l bo'ylab gorizont uchib kelayotgan 980N og'irlikdagi snaryad 10 t og'irlikdagi qum solingan vagonga tegadi va unga tiqilib qoladi. Vagonning 1) xarakatsiz turgan, 2) snaryad yo'nalishida 36 km /soat tezlik bilan xarakat qilayotgan 3) snaryadga qarama – qarshi yo'nalishda 36 km/soat tezlik bilan xarakat qilayotgan paytlarda olgan tezligi topilsin.

26.(V. 2.65) 10 m/sek tezlik bilan uchib kelayotgan granata portlab ikkiga parchalanadi. Granata og'irligining 60% ni tashkil qilgan kattaroq parcha dastlabki yo'nalishda, ammo 25 m /sek ga teng tezlik bilan o'z xaraka-tini davom ettiradi. Kichik parchaning tezligi topilsin.

27.(V. 2.66) Og'irligi 1 kG jism 1 m/sek tezlik bilan gorizont xarakatlanib, 0,5 kG og'irlikdagi jismni quvib yetadi va u bilan elastikmas to'qnashadi. 1) Ikkinchi jism xarakatsiz

turgandagi, 2) ikkinchi jism birinchi jismning yo'nalishida 0,5 m/sek tezlik bilan xarakat qilganda, 3) ikkinchi jism birinchi jismga qarama - qarshi yo'nalishda 0,5 m/sek tezlik bilan xarakat qilgandagi xollar uchun jismlarning urilishdan keyingi tezliklari topilsin.

28. (V.2. 136) Kosmek raketa Oyga tomon uchmoqda. Oy va Yer markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri chizikning qaysi nuqtasida raketa Yerga xam Oyga xam birdek kuch bilan tortiladi?

29. (V.2. 137) Oy sirtidagi og'irlik kuchining tezlanishi Yer sirtidagi og'irlik kuchining tezlanishi bilan taqqoslang.

30. (V.2.146). Mars planetasining Fobos va Deymos deb ataluvchi ikkita yo'ldoshi bor. Bulardan biri Marsning markazidan $R_1=9500$ km oraliqda, ikkinchisi esa $R_2=24000$ km oraliqda joylashgan. Bu yo'ldoshlarning Mars atrofida aylanish davri topilsin.

31. (V.2.148) Oyning sun'iy yo'ldoshi oy sirtidan 20 km masofada aylana orbita bo'ylab xarakatlanadi. Bu yo'ldosh xarakatining chiziqli tezligi xamda uning Oy atrofida aylanish davri topilsin.

32. (V.2.143) Yerning sun'iy yo'ldoshi aylana orbita bo'ylab 1) Yer sirtida (xavoning qarshiligi xisobga olinmasin) 2) Yer sirtidan $h_1 = 200$ km va $h_2 = 7000$ km balandliklarda qanday v chiziqli tezlik bilan xarakatlanadi? Shunday sharlarda Yerning sun'iy yo'ldoshining aylanish davri T topilsin.

33. (V. 2.151) Yer sirtidan qanday masofada og'irlik kuchining tezlanishi 1 m /sek^2 ga teng bo'ladi?

2-amaliy mashg'ulot: Qattiq jismning aylanma harakati va gaz va suyuqliklar mexanikasi bo'limlariga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 3 – 4 § lari.

1. (V. 3.1) Er sharining o'z aylanish o'kiga nisbatan inertsia momenti va xarakat mikdori momenti topilsin.

2. (V. 3.3) $R = 0,2$ m radiusli bir jinsli diskning gardishiga urinma ravishda $F = 98,1$ N o'zgarmas kuch ta'sir qiladi. Aylanma xarakat qilayotgan diskka $M_{\text{ishk}} = 0,5kGn$ ishkalanish kuchining momenti ta'sir qiladi. Agar disk o'zgarmas $\epsilon = 100 \text{ rad/sek}^2$ burchak tezlanish bilan aylanayotgan bo'lsa, diskning R ogirligi topilsin.

3. (V. 3.4) 1 m uzunlikdagi va $0,5 \text{ kG}$ ogirlikdagi bir jinsli sterjen vertikal tekislikda o'z o'rtasidan o'tgan gorizonttal o'k atrofida aylanmokda. Agar aylantiruvchi moment $9,81 \cdot 10^{-2} \text{ n}\cdot\text{m}$ ga teng bo'lsa, sterjen kanday burchak tezlanish bilan aylanadi?

4. (V.3.5) $R = 0,2$ m radiusli $R = 5kG$ og'irlikdagi disk o'z og'irlik markazidan o'tgan o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining vaqtga bog'lanishi $g = A + Bt$ tenglama orqali berilgan, bunda $V = 8 \text{ rad /sek}^2$. Disk gardishiga ko'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishkalanish nazarga olinmasin.

5. (V.3.6). Inertsia momenti $J = 63,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ga teng bo'lgan maxovik $\omega = 3,14 \text{ rad/sek}$ o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Maxovik tormozlovchi moment ta'sirida $t = 20 \text{ sek}$ dan keyin to'xtasa, tormozlovchi M moment topilsin.

6. (V.3.9). Inertsia momenti $245 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ga teng bo'lgan maxovik g'ildirak 20 ayl / sek bilan aylanadi. Aylan-tiruvchi momentning ta'siri tuxtatilgandan bir minut o'tgach g'ildirak to'xtaydi. 1) Ishqalanish kuchining momenti 2) aylantiruvchi moment ta'siri to'xtatilgandan boshlab to'g'ildirak to'xtagxinch aylanishlar soni topilsin

7. (V.3.13). Inertsia momenti $J = 0,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ga teng bo'lgan, $R = 20 \text{ sm}$ radiusli barabanga ip o'ralib, uning ichiga $R_1 = 0,5 \text{ kg}$ yuk osilgan. R_1 yuk baraban aylanguncha poldan $h_1 = 1 \text{ m}$ balandlikda bo'lgan. 1) Qancha vaqtdan keyin yukning polga tushishi 2) yuk polga urilgan paytdagi kinetik energiyasi 3) ipning taranglik kuchi topilsin. Ishqalanish xisobga olinmasin.

8. (V.3.16) $2kG$ og'irlikdagi disk gorizonttal tekislikda 4 m/sek tezlik bilan sirpanishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasi topilsin.

9. (V.3.17) 6 sm diametrli shar gorizonlal tekislikda sekundiga 4ayl/sek bilan sirpanishsiz dumalaydi. Sharining massasi 0,25 kg. Sharining kinetik energiyasi topilsin.

10. (V.3.21) Og'irligi 1 kG va diametri 60 sm bo'lgan disk o'z markazidan tekisligiga tik ravishda o'tgan o'q atrofida 20 ayl /sek bilan aylanadi. Diskni to'xtatish uchun qancha ish bajarish kerak?

11. (V.3.31) Ventilator 900 ayl/min mos tezlik bilan aylanadi. Ventilator o'chirilgandan keyin, tekis sekinlanuvchan xarakatlanib, to'xtaguncha 75 marta aylanadi. Tonnozlanish ishi 44,4 j ga teng. 1) Ventilatorning inertsia momenti 2) tonnozlanish kuchining momenti topilsin

12. (V. 4.1) Trubaning ko'ndalang kesimdan yarim soatda 0,51 kg karbonat angidrid gazi oqib o'tganligi ma'lum bo'lsa, trubadagi gazning oqim tezligi topilsin. Gazning zichligini $7,5 \text{ kg/m}^3$ ga teng deb olinsin. Trubaning diametri 2 sm ga teng.

13. (V.4.6) Idishga xar 1 sekda 0,21suv quyilaboriladi. Bunda idishdagi suvning satxi $h = 8,3 \text{ sm}$ balandlikda o'zgarmasdan qolishi uchun idish tubidagi teshikning d diametri qanday bo'lishi kerak?

14. (V.4 .11) Dinamik yopishqokligi $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ g/sm-sek}$ ga teng xavodagi $d = 0,3 \text{ mm}$ diametrli yomgir tomchisi eng ko'pi bilan qanday tezlikka erishadi?

15. (V.4.15) $R = 2 \text{ sm}$ radiusli silindrik idishning yon sirtiga ichki radiusli $r = 1 \text{ mm}$ va uzunligi $l = 2 \text{ sm}$ bolgan gorizonta kapillyar naycha o'rnatilgan. Idishga dinamik yopishqoqligi $\eta = 12 \text{ g/sm-sek}$ gateng kanakunjut moyi quyilgan. Silindrik idishdagi kanakunjut moyi satxining v pasayish tezligini kapillyardan moy satxigacha bo'lgan h balandlikka boglanishi topilsin. $h = 26 \text{ sm}$ bo'lganda, bu tezlikning son qiymati topilsin.

16. (V. 4.18) Polat sharcha keng idishdagi zichligi $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ va dinamik yopishqoqligi $\eta = 0,8 \text{ n-sek/m}^2$ bo'lgan transformator moyida to'ushib boradi. $R_E \leq 0,5$ bo'lganda (bunda RE ni xisoblashda D kattalikning o'rnida sharning diametrini olish kerak) Stoks qonuni o'rinli xisoblab, shar diametrining chegaraviy qiymati topilsin.

3-amaliy mashg'ulot: Molekular-kinetik nazariya va termodinamikaning fizik asoslari bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 5 §

1. (V5.1) 2g azot 2atm bosim ostida 820 sm^3 xajmni egallasa , uning temperaturasi qanday bo'ladi ?

2. (V5.2) 20^0 C temperaturada 750 mm.sim.ust. bosimda 10g kislorod qanday xajmni egallaydi ?

3. (V5.3) Sig'imi 12l bo'lgan ballonda $8,1 \cdot 10^6 \text{ n/m}^2$ bosim va 17^0 C temperaturada azot to'ldirilgan . Ballonda qancha azot bor ?

4. (V5.4) Og'zi maxkam berkitilgan shishadagi xavoning 7^0 C temperaturada bosimi 1atm. Shisha isitilganda xavo bosimi 1,3 atm ga yetganda tikin otilgan . Shisha qanday temperaturagacha isitilganligi topilsin .

5. (V5.5) 6,4 kG kislorod sig'adigan ballon devori 20^0 C temperaturada 160 kG/sm^2 bosimga chidasa , uning eng kichik xajmi qanday bo'ladi ?

6. (V5.6) Ballondagi 10^7 n/m^2 bosimli 10kg gaz bo'lgan . Ballondagi bosim $2,5 \cdot 10^6 \text{ n/m}^2$ ga teng bo'lishi uchun ballondan qancha miqdor azotni olish kerak ? Azotning temperaturasi uzgarmas deb xisoblang .

7. (V5.7) 27^0 C temperaturada 760 mm.sim.ust. bosimli 25l oltingugurt gazi (SO_2) ning massasi topilsin .

8. (V5.9) Binoni tuldirib turgan kishdagi (7^0 C) xavoning ogirligi yozdagi (37^0 C) xavoning og'irligidan necha marta katta ? Bosim bir xil deb olinsin .

9. (V5.12) Gaz solingan 10 m^3 xajmli ballonda 17^0 S temperatura va 720 mm.sim.ust. bosimda qancha miqdorda kilomol gaz bo'ladi ?

10. (V5.18) 15^0 C temperatura va 730 mm.sim.ust. bosimdagi vodorodning zichligi topilsin .

11. (V5.22) 10 g kislorod 10^0 C temperatura va 3 atm bosimda turibdi . U o'zgaras bosimda qizdirilgan so'ng kengayib , 10l xajmni egallaydi . Gazning 1) kengaygandan oldingi xajmi , 2) kengaygandan keyingi temperaturasi , 3) kengayishdan olindigi zichligi va 4) kengaygandan keyingi zichligi topilsin.

12. (V5.40) 17^0 C temperatura va 750 mm sim .ust. Bosimda 80m^3 xajmli uyda kancha xavo molekulasi bo'ladi ?

13. (V5.52) 20^0 C temperaturada vodorod molekulasi xarakat miqdori topilsin . Molekulaning tezligini o'rtacha kvadratik tezlikka teng deb xisoblansin .

14. (V5.59) 15^0 C temperaturada xavoning 1g dagi molekulalari issiqlik xarakatining kinetik energiyasi topilsin . Xavoni bir kilomolini massasi 29 kg/mol ga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb xisoblansin .

15. (V5.60) 7^0 C temperaturada 1kg dagi azot molekulalarining aylanma xarakatining kinetik energiyasi nimaga teng?

16. (V5.66) 1) $V = \text{const}$ va 2) $p = \text{const}$ bo'lganda kislorodning solishtirma issiqlik sig'imi topilsin.

17. (V5.67) O'zgaras bosimda quyidagi gazlarning : 1) vodorod xlorid , 2)neon , 3) azot ikki oksidi , 4) uglerod oksidi , 5) simob bug'ining solishtirma issiqlik sig'implari topilsin.

18. (V5.77) 8g geliy va 16g kisloroddan iborat bo'lgan gaz aralashmasi uchun C_p / C_v nisbat topilsin .

19. (V5.103) Idishda 1600 K temperaturali 8g kislorod bor . Ilgarilama xarakatning kinetik energiyasi $W_0 = 6,65 \cdot 10^{-20}$ J dan yuqori bo'lgan kislorod molekulalarining soni qanday ?

20. (V5.116) Agar 100^0 C temperaturada karbonat angidrid molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li $8,7 \cdot 10^{-2}$ sm ga teng bo'lsa , molekulalarining 1 sek dagi o'rtacha to'knashishlar soni topilsin.

4-amaliy mashg'ulot: Real gazlar bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 6 §

1. V6.1 Van–der–Vaals tenglamasidagi a va b doimiylaning SI sistemadagi o'lchov birliklari topilsin

2. V6.2 Ba'zi bir gazlar uchun kritik kattaliklar T_K va R_K ning kiymatlarini bilgan xolda (5 jadval ga karang) , shu gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasidagi a va b doimiylar topilsin.

3. V6.3 2atm bosimda 820 sm^3 xajmdagi 2g azotning temperaturasi qanday bo'ladi ? Gazni: 1) ideal va 2) real deb qaralsin.

4. V6.4 28 atm bosimda 90sm^3 xajmdagi 3,5 g kislorodning temperaturasi qanday bo'ladi ? Gazni : 1) ideal va 2) real deb qaralsin.

5. V6.5 10^8 n/m^2 bosimda 10 g geliy 100sm^3 xajmni egallaydi. Gazni : 1) ideal va 2) real deb xisoblab uning temperaturasi topilsin.

6. V6.6 100^0 C temperaturada 1 kmol karbonat angidridid gazi berilgan . Gazni : 1) ideal va 2) real xisoblab , uning bosimi topilsin . Masalani : a) $V_1 = 1\text{m}^3$ va 2) $V_2 = 0,05 \text{ m}^3$ xajmlar uchun echilsin.

7. V6.7 $V = 0,5 \text{ m}^3$ xajmli yopiq idishda $3 \cdot 10^6 \text{ n/m}^2$ bosimda 0,6 kmol karbonat angidridid gazi bor . Van-der-Vaals tenglamasidan foydalanib , bosimni ikki marta orttirish kerakligi topilsin.

8. V6.8 $t = 27^0$ C temperaturada va $r = 10^7 \text{ n/m}^2$ bosimda 1 kmol kislorod bor .Berilgan sharoitda kislorodni real gaz deb xisoblab , gazning xajmi topilsin.

9. V6.9 $t = 27^0$ C temperaturada va $r = 10^6 \text{ n/m}^2$ bosimda 1 kmol azot bor .Berilgan sharoitda azotni real gaz deb xisoblab , gazning xajmi topilsin.

10. V6.15 Normal sharoitda bir kilomol gaz molekulalarining o'zaro ta'sir kuchidan xosil bo'lgan bosim topilsin. Bu gaz uchun kritik temperatura va kritik bosim mos ravishda $T_K = 417$ K va $R_K = 76$ atm ga teng .

11. V6.20 0,5 kmol uch atomli gaz bo'shlikda $V_1 = 0,5 \text{ m}^3$ xajmdan $V_2 = 3 \text{ m}^3$ xajmgacha adiabatik kengayadi . Bunda gazning temperaturasi $12,2^0$ ga pasaysa , Van-der-Vaals tenglamasidagi a doimiy topilsin.

5-amaliy mashg'ulot: To'yingan bug'lar va suyuqliklar va qattiq jismlar bo'limiga bo'limlariga doir masalalar echish Volkenshteyn, 7 - 8 §lari

1. V7.39 Ichki radiusi $r = 1 \text{ mm}$ bo'lgan vertikal trubadan suv toamdi . Tomchining uzilishi vaktidagi radiusi topilsin. Tomchini sferik deb xisoblansin . Tomchining uziladigan joyining diametrini turabaniy diametriga teng deb olinsin.

2. V7.40 Xar birining radiusi 1 mm bo'lgan ikkita simob tomchisining kushilishidan xosil bo'lgan tomchi necha gradusga isiydi ?

3. V7.41 Radiusi 3 mm bo'lgan simobning sferik tomchisini bir xil ikkita tomchiga ajratish uchun uning sirt taranglik kuchiga qarshi qancha ish bajarish kerak ?

4. V7.43 4 sm diametrli sovun pufagini ($\alpha = 0,043 \text{ n/m}$) xosil qilish uchun , uning sirt taranglik kuchiga qarshi qancha ish bajarish kerak ?

5. V7.44 Suv sirtidan $h = 20 \text{ sm}$ chuqurlikda bo'lgan $d = 0,01 \text{ mm}$ diametrli xavo pufakchadagi xavoning bosimi ($\text{mm. sim. ust. larda}$) aniqlansin. Tashqi bosim $R_1 = 765 \text{ mm. si. ust. ga teng.}$

6. V7.45 Sovun pufagining ichidagi xavoning bosimi atmosfera bosimidan $1 \text{ mm. sim. ust. ga katta}$. Pufakning diametri nimaga teng ? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsientini $0,043 \text{ n/m}$ ga teng deb xisoblang.

7. V7.46 Xavo pufagi suv sirtidan qanday chuqurlikda bo'lganda , undagi xavoning zichligi 2 kg/m^3 ga teng bo'ladi ? Pufakning diametri $0,015 \text{ mm}$, temperaturasi 20^0 S va atmosfera bosimi $760 \text{ mm. sim. ust. ga teng.}$

8. V7.48 Simobli idishning ichiga ichki diametri $d = 3 \text{ mm}$ bo'lgan ikki uchi ochiq kapillyar naycha tushirilgan . Idishdagi va kapillyar naychadagi simob satxi balandliklarining farki $\Delta h = 3,7 \text{ mm}$. Kapillyar naychadagi simob meniskning egirlik radiusi nimaga teng.

9. V7.50 Ichki diametri $d = 1 \text{ mm}$ bo'lgan kapillyar naychada benzol qanday balandlikka kuta- riladi ? Benzol tula xyllovchi deb xisoblansin.

10. V7.51 Suv to'la xullovi bo'lganda kapillyarda 2 sm kutarilish uchun kapilyar naychani ichki diametri qanday bo'lishi kerak ? Masala , kapillyar naycha 1) Erda va 2) Oyda bo'lgan xollar uchun yechilsin.

11. V7.52 Diametrlari $d_1 = 1 \text{ mm}$ va $d_2 = 2 \text{ mm}$ bo'lgan tutash kapillyar naychadagi simob satxi balandliklarining farki topilsin . Simob to'la xullamovchi deb xisoblansin.

12. V8.3 Bosim 1 kG/sm^2 ga o'zgarganda temirning erish temperaturasi $0,012^0$ o'zgarsa, temir eriganda bir kilomol xajmning o'zgarishini toping.

13. V8.5 Agar $0,025 \text{ kG}$ og'irlikdagi metall sharchani 10^0 C dan 30^0 C gacha isitish uchun 117 J issiqlik sarflangan bo'lsa , Dyulong va Pti konunidan foydalanib , sharcha qnday materialdan yasalganligi topilsin.

14. V8.9 Devor tashqi sirtining temperaturasi $t_1 = -20^0 \text{ C}$ ichki sirtning temperaturasi esa $t_2 = +20^0 \text{ C}$ va uning qalinligi 40 sm . Agar devorning xar 1 m^3 yuzidan 1 soatda 110 kkal issiqlik o'tib tursa , devor materialning issiqlik utkazuvchanlik koeffitsienti topilsin.

15. V8.11 Temir sterjenning bir uchi 100^0 C temperaturada saqlanadi , ikkinchi uchi esa muzga tegib turadi . Sterjinning uzunligi 14 sm , ko'ndalang kesimning yuzi esa 2 sm^2 . Sterjen shunday izolatsiyalangan , uning aylanma sirti orkali yo'kolgan issiqlik miqdorini nazarga olinmasa xam bo'ladi. 1) Sterjin bo'ylab issiqlikning okish tezligi, 2) 40 minutda erigan muzning miqdori topilsin.

16. V8.12 Uzunligi 50 sm , ko'ndalang kesimning yuzi 10 sm^2 bo'lgan mis sterjen uchlaridagi temperaturalarining farki 15^0 S bulsa, 1sek da undan utgan issiqlik miqdori topilsin. Issiqlikning isrofi nazarga olinmasin .

17. V8.15 Ko'ndalang kesimning yuzi $S = 10\text{sm}^2$ bo'lgan sterjenni $t_1 = 0^0$ S dan $t_2 = 30^0$ S gacha isitganda chuzilmasligi uchun , uning uchlariga qanday kuch ko'yilishi kerak ?

18. V8.16 1mm radiusli po'lat simga k osilgan . Sim 20^0 S da qancha cho'zilgan bo'lsa, bu yuk ta'sirida xam shuncha cho'ziladi. Yukning og'irligi topilsin.

19. V8.18 Biror metallni 0^0 C dan 500^0 C gacha isitilganda, uning zichligi 1,027 marta kamaygan. Temperaturalarining berilgan intervalida bu metallning issiqlikdan chiziqli uzayish koeffitsientini o'zgarmas xisoblab , uning kiymati topilsin.

20. V8.19 Xar qanday temperaturada po'lat sterjen mis sterjendan 5 sm uzun bo'lishi uchun po'lat va mis sterjenlarning 0^0 C temperaturadagi uzunliklari qanday bo'lishi kerak ?

21. V8.20 0^0C temperaturadagi og'irligi 1kG bo'lgan mis bo'lganligini isitish uchun 33 kal issiqlik sarf qilingan. Bunda uning xajmi necha marta kengaygan ? Misning issiqlik sigimi Dyulong va Pti konunidan topilsin.

22. V8.27 1 mm diametrli po'lat simga og'irligi 981N bo'lgan yuk osilgan . Yukli sim muvozanat vaziyatidan utishda uzilib ketmasligi uchun , uni eng ko'pi bilan qanday burchakka og'dirish kerak ?

6-amaliy mashg'ulot: Garmonik tebranishlar va to'lqinlar bo'limiga doir masalalar yechish, Volkenshteyn, 12 §

1. (V. 12.3) Garmonik tebranishlar amplitudasi 50mm, davri 4 sek va boshlang'ich fazasi $\pi/4$. 1) Mazkur tebranishlarning tenglamasini yozing. 2) $t = 0$ va $t = 1,5$ sek bo'lganda tebranayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishini toping. 3) Bu xarakat grafigini chizing.

2. (V. 12.8) $x = 7\sin 0,5\pi t$ tenglama bo'yicha tebranma xarakat qilayotgan nuqta xarakat boshlanganida qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatidan maksimal siljishga qadar yo'lni o'tadi?

3.(V. 12.4) Tebranishlarning boshlang'ich fazasi 1) 0 , 2) $\pi/2$, 3) π , 4) $3\pi/2$, 5) 2π bo'lgan garmonik tebranma xarakat tenglamasini yozing. Tebranishlar amplitudasi 5sm va tebranishlar davri 8 sek. Bu xollarning xammasi uchun tebranishlar grafigini chizing.

4.(V. 12.5) Birday amplituda ($A_1 = A_2 = 2\text{ sm}$) va birday davrga ($T_1 = T_2 = 8\text{ sek}$) ega bo'lgan, lekin fazalarning farqi: 1) $\pi/4$, 2) $\pi/2$, 3) π , 4) 2π bo'lgan ikki garmonik tebranishni bitta grafikda chizing.

5. (V. 12.6) Garmonik tebranayotgan nuqta xarakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatdan yarim amplitudaga teng siljiydi? Tebranish davri 24 sek, boshlang'ich faza nolga teng.

6.(V.12.16). Massasi 10g bo'lgan moddiy nuqta $x = 5 \sin(\frac{\pi t}{5} + \frac{\pi t}{4})$ sm tenglama bo'yicha tebranadi. Nuqtaga ta'sir etuvchi maksimal kuchni va tebranayotgan nuqtaning to'la energiyasini toping .

7.(V.12.17). Massasi 16g bo'lgan moddiy nuqtaning tebranish tenglamasi $x = 2 \sin(\frac{\pi t}{4} + \frac{\pi}{4})$ sm ko'rinishga ega . Nuqtaning kinetik , potentsial va tula energiyasining bitta davr chegarasida vaqtga bog'liq grafigini chizing.

8. (V.12.20). Gannonik tebranma xarakatda bo'lgan jismning to'la energiyasi $3 \cdot 10^5$ jismga ta'sir etuvchi maksimal kuch $1,5 \cdot 10^{-5}$ n ga teng . Tebranish davri 2 sek va boshlang'ich faza 60^0 bo'lsa , bu jismning xarakat tenglamasini yozing .

9. (V.12.21). Moddiy nuqtaning gannonik tebranishlar amplitudasi $A = 2\text{sm}$ tebranishlarning tula energiyasi $W = 3 \cdot 10^{-7}\text{J}$ Muvozanat vaziyatidan qancha siljiganda tebranayotgan nuqta $F = 2,25 \cdot 10^{-5}$ n kuch ta'sir etadi?

10.(V.12.23). Prujinaga 10 kg yuk osilgan. Prujina 1 kg kuch ta'sirida 1,5 sm chuzilishi ma'lum bolsa, yukning vertikal tebranish davrini aniklang .

11.(V.12.24). Prujinaga yuk osilgan. Yuk tebranishining maksimal kinetik energiyasi lj ekanligi ma'lum bo'lsa, prujinaning defonnatsiya koeffitsientini toping. Tebranish amplitudasi 5 sm .

12. (V.12.27). Prujinaga toshlar kuyilgan tarozi pallasi osilgan . Bunda vertikal tebranishlar davri 0,5 sek gateng . Pallaga kushimcha toshlar kuyilganidan keyin vertikal tebranish davri 0,6 sek buldi. SHu kushimcha yuk tufayli prujina kanchaga chuzilgan ?

13.(V.12.28). Uzunligi 40sm va radiusi 1 mm bulgan rezinka shnurgi 0,5 kg tosh osilgan . SH u rezinkaning YUng moduli 0,3 kg /mm" ekanligi ma'lum bulsa, toshning tebranish davrini toping .

14.(V. 12.37). $V_1 = V_2 = 5$ gts birday chastota va $\varphi_1 = \varphi_2 = 600$ birday boshlangich fazali o'zaro perpendikular ikki tebranishlarni qo'shish natijasida olinadigan natijaviy tebranish tenglamasini yozing. Tebranishlardan birining amplitudasi $A_1 = 0,01$ m, ikkinchisining amplitudasi $A_2 = 0,05$ m ga teng .

15. (V.12.38). Nuqtada birday boshlangich fazaga va davrga ega ikki tebranishda qatnashadi. Tebranshlar amplitudasi $A_1 = 3$ sm va $A_2 = 4$ sm . 1) Tebranishlar bir tomonlama yo'nalgan, 2) tebranish o'zaro perpendikular bo'lgan xollar uchun natijaviy tebranish amplitudasini toping.

16. (V. 12.39). Nuqta bir vaqtda ikki $x = 2\sin \omega t$ m va $u = 2\cos \omega t$ m o'zaro perpendikular bo'lgan tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning xarakati traektoriyasini toping.

17. (V.12.42). Nuqta bir vaqtda ikki $x = \sin \pi t$ va $u = 4 \sin (\pi t + \pi)$ o'zaro perpendikular bo'lgan tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning xarakati traektoriyasini toping va uni masshtab bilan chizing.

18. (V. 12.43). Sunuvchan tebranishlar davri 4 sek , sunish logarifmik dekarmenti 1,6ga, boshlangich faza nolga teng. Nukta $t = T/4$ da 4,5 sm ga siljiydi. 1) Bu tebranishning xarakat tenglamasini yozing. 2) Ikki davr 4 chega- rasida bu tebranma xarakat grafigi chizing.

19. (V.12. 46). Matematik mayatnikning so'nish logarifmik dekrementi 0,2 ga teng. Mayatnikning bir marta to'la tebranishida amplitudasi necha marta kamayishini toping .

20. (V.12.47). 1 minda tebranish amplitudasi ikki marta kamaysa , matematik mayatnikning sunish logarifmik dekrementi qanchaga teng bo'ladi ? Mayatnikning uzunligi 1 m.

21. (V.12.48). 24,7 sm uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranishi sunuvchi tebranish. Mayatnikning tebranish energiyasi qancha vaqtdan keyin 9,4 marta kamayadi ? Masalani so'nish logarifmik dekrementining 1) $x = 0,01$ va 2) $x = 1$ qiymatlar uchun xal qiling.

22. (V.12.49). So'nish logarifmik dekrement 0,2 bo'lgan matematik mayatnikning tebranishi sunuvchi tebranish. Mayatnikning to'la tezlanishi bitta tebranishning chekka vaziyatida necha marta kamayadi ?

23. (V.12.50). 1 min da matematik mayatnikning so'nuvchi tebranishi amplitudasi ikki marta kamaygan. 3 min da u necha marta kamayadi ?

24. (V.12.53). $m = 10$ g massali jismning tebranishi sunuvchi; amplitudasining maksimal qiymati 7 sm, boshlangich fazasi nol, so'nish koeffitsienti 1,6 sek-1 ga teng. Bu jism tashqi davriy kuch ta'siri natijasida majburiy tebranma boshladi. Majburiy tebranish $x = 5 \sin (10 \pi t - 0,75 \pi)$ sm tenglama ko'rinishida. 1) Xususiy tebranish tenglamasini (son koeffitsientlari bilan), 2) tashqi davriy kuch tenglamasini (son koeffitsientlari bilan) chikaring.

25. (V.12.62). To'lqin uzunligi 1 m bo'lgan nurda yotib, bir- biridan 2 m masofada turuvchi ikki nuqta tebranishi fazalarining farqi topilsin.

13. (V.12.64). Tebranish manbaidan 4 sm masofadagi nuqta $t = T/6$ paytda muvozanat vaziyatidan yarim amplitudaga teng siljiydi. Yuguruvchi to'lqin uzunligi topilsin.

7-amaliy mashg'ulot: Akustika bo'limlariga doir masalalar yechish, Volkenshteyn, 13 §

1. (V.13.1). 435 gts chastotali asosiy ton lya ning to'lqin uzunligi topilsin. Tovush tezligi 340 m/sek deb qabul qilinsin .

2. (V. 13.5). Tovushning kerosindagi tarqalish tezligi 1330 m/ sek . Kerosinning siqilish koefitsienti topilsin

3. (V.13.9). Tajriba sharoitida ikki atomli gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi 461 m/sek ekanligi ma'lum bo'lsa, shunday sharoitda tovushning gazdagi tarqalish tezligi topilsin.

4. (V.I3.13). Xavo shisha chegarasidagi tovush to'lqinlarining sindirish ko'rsatkichi nimaga teng? Shisha uchun Yung moduli $6,9 \cdot 10^{10}$ n/m² ga teng, shishaning zichligi 2,6 g /sm³ xavoning temperaturasi 20°S.

5. (V.13.17). Ko'chadagi 70 fon kattalikdagi shovqin xonada 40 fon kattalikdagi shovqin bo'lib eshitiladi. Ko'chadagi va xonadagi tovush intensivliklarining nisbati topilsin.

8-amaliy mashg'ulot: Elektromagnetizm bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 9–11 § lar

1. (V.9.1) Vodorod atomining yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin. Vodorod atomining radiusi $0,5 \cdot 10^{-8}$ sm, yadro zaryadi elektron zaryadiga miqdor jixatidan teng va qarama –qarshi ishoralidir.

2. (V.9.2) Xavoda bir –biridan 20sm uzoqlikda turgan ikkita nuqtaviy zaryad biror kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. Yog'da bu zaryadlar shunday kuch bilan o'zaro ta'sir qilishi uchun, ularni qanday uzoqlikda joylashtirish kerak?

3. (V.9.3) Ikkita nuqtaviy zaryad o'zaro ta'sir kuchining ular orasidagi masofaga bog'lanish grafigi chizilsin. Grafik $2 \leq r \leq 10$ sm intervalda 2sm oraliq bilan chizil- sin. Zaryadlar miqdori mos ravishda $2 \cdot 10^8$ k va $3 \cdot 10^{-8}$ k.

5. (V.9.9) Ikkita $q_1 = 8 \cdot 10^{-9}$ k va $q_2 = -6 \cdot 10^{-9}$ k nuqtaviy zaryad o'rtasida yotgan nuqtada elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Zaryadlar oralig'i $r = 10$ sm; $\epsilon = 1$

6. (V. 10.3) Qarshiligi 40 Om bo'lgan pech yasash uchun, radiusi 2,5sm li chinni tsilindrga diametri 1mm li xrom simdan necha qavat o'rish kerak?

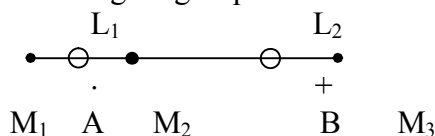
7. (V. 10.7) Elektr lampochkasi volfram ipining qarshiligi 20° S da 35,8 Om ga teng. 120 V kuchlanishli elektr tarmogiga ulangan lampochka tolasidan 0,33 A tok o'tsa, uning temperaturasi qancha bo'ladi? Volfram qarshiligining temperatura koefitsienti $4,6 \cdot 10^{-3}$ grad⁻¹ ga teng.

8. (V. 10.9). Mis simli g'altak cho'lg'aming qarshiligi 14° S da 10 Om ga teng. Tokka ulangandan keyin cho'lg'amning qarshiligi 12,2 Om ga teng bo'lib qoladi. Chulg'am qancha temperaturagacha qiziydi ? Mis qarshiligining temperatura koefitsienti $4,15 \cdot 10^{-3}$ rad⁻¹ ga teng.

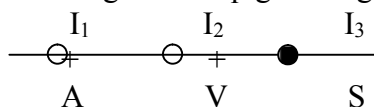
9. (V.10.75) Tok zichligi 30 j/sm² bo'lganda birlik xajmdagi mis simdan xar sekunda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori topilsin.

10. (V.11.1) 5 A tok o'tayotgan cheksiz uzun o'tkazgichdan 2 sm uzoqlikdagi nuqtada maydonining kuchlanganligi topilsin.

11. (V.11.3) Rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tgachgichning kesimi tasvirlangan. O'tkazgichlar AB oraligi 10 sm, $I_1 = 20$ A, $I_2 = 30$ A, $M_1A = 2$ sm, $M_2A = 4$ sm va $BM_2 = 3$ sm. I_1 va I_2 toklarning M_1 , M_2 va M_3 nuqtalarda xosil qilgan magnit maydoni kuchlanganligi topilsin.



12. (V.11.5) Rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi uchta to'g'ri o'tkazgichning kesimi tasvirlangan. Oraliqlar $AV = VS = 5\text{sm}$, $I_1 = I_2 = I_3$, $I_3 = 2I_1$. AS chiziqdagi I_1 , I_2 va I_3 toklarning xosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqta topilsin.



13. (V.11.15) To'g'ri burchakli qilib bukilgan o'tkazgichdan 20 A tok o'tadi. Burchak uchida 10 sm narida, burchak bissektrisasida yotgan nuqtadagi magnit maydonning kuchlanganligi topilsin.

14. (V.11.21) Diametri 10 sm bo'lgan doiraviy o'ramdan 10 A tok o'tganda, shu o'ram o'qi bo'ylab magnit maydoni kuchlanganligining taqsimlanishi aniqlansin. x ning $0 \leq x \leq 10$ sm intervaldagi har 2 sm qiymatida N qiymatining jadvali tuzilsin va tegishli masshtabda grafik chizilsin.

15. (V.11.27) 30 sm uzunlikdagi g'altak 1000 o'ramdan iborat. G'altakdan o'tayotgan tok 2 A ga teng bo'lsa, g'altak ichidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. G'altak diametrini uning uzunligiga nisbatan kichik deb xisoblansin.

16. (V.11.28) G'altakka o'ralgan sim diametri 0,8 mm. O'ramlar bir-biriga zich joylashgan. G'altakni yetarli uzun deb xisoblab, tok kuchi 1A bo'lganda g'altak ichidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

17. (V.11.29) Diametri 1 mm ga teng simdan ichki magnit maydonining kuchlanganligi 300 E bo'lgan solenoid o'rash kerak. Simdan ko'pi bilan 6A tok o'tadi. O'ramlar bir-biriga zich qilib joylashtirilsa, solenoid necha qatlamdan iborat bo'ladi? G'altak diametrini uzunligiga nisbatan kichik deb xisoblang.

18. (V.11.42). Toroid temir o'zagining uzunligi 2,5 m, xavo bo'shlig'ining uzunligi 1sm. Toroid o'ramlarining xavo soni 1000ga teng. Chulg'amdagi 20A tok o'tganda xavo bo'shligidagi magnit maydon induktsiyasi 1,6Tl ga teng. Shu sharoitda temir o'zakning magnit kirituvchanligi aniqlansin. (Temirning bu navi uchun V ning N ga bog'lanishi ma'lum emas).

19. (V.11.85). Induktsiyasi $V = 5\text{Gs}$ bo'lgan magnit maydoni kuchlanganligi $E = 10\text{v/sm}$ bo'lgan elektr maydoniga tik yo'nalgan. Biror v tezlikdagi elektronlar dastasi shu maydonlar joylangan fazoga uchib kiradi. Elektronlarning tezligi E va V vektorlar yotgan tekislikka tik. 1) Ikkala maydon bir vaqtda ta'sir qilganda elektronlar dastasi burilmaydi, shu paytdagi elektronlar tezligi V xamda 2) bitta maydon ta'sir qilganda elektron traektoriyasining egrilik radiusi topilsin.

20. (V.11.86) $U = 6\text{kv}$ potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron bir jinsli magnit maydoniga, maydon yo'nalishiga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida uchib kiradi va spiral bo'ylab xarakat qila boshlaydi. Magnit maydoni induktsiyasi $V = 1,3 \cdot 10^{-2}\text{vb/m}^2$. 1)Spiral o'ramining radiusi va 2)spiral qadami topilsin.

21. (V.11.87) Proton bir jinsli magnit maydoniga, maydon yo'nalishiga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida uchib kiradi va 1,5 sm radiusli spiral bo'ylab xarakat qiladi. Magnit maydoni induktsiyasi 10^3gs . Protonning kinetik energiyasi topilsin.

22. (V.11.89) $U = 3000\text{v}$ potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron soleniod magnit maydoni ichiga uning o'qiga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida uchib kiradi. Soleniodning amper-o'ramlari soni 5000. Soleniod uzunligi 25 sm. Soleniod magnit maydonidagi elektron vintsimon traektoriyasining qadami topilsin.

23. (V.11.93) Induktsiyasi 0,1 ml, bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 10sm uzunlikdagi o'tkazgich maydonga tik yo'nalishda 15 m/sek tezlik bilan xarakat qiladi. O'tkazgichdagi induktsiyalangan E.YU.K topilsin.

24. (V.11.99) Induktsiyasi 1000 gs bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 100 o'ramdan iborat g'altak 5 ayl/sek tezlik bilan tekis aylanadi. Uning ko'ndalang kesimi

100sm^2 . Aylanish o'qi g'altak o'kiga va magnit maydoni yo'nalishiga tik. Aylanayotgan g'altakdagi maksimal induksiya E.YU.K. topilsin.

25. (V.11.100) Ramka induksiyasi $0,8\text{ ml}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 15rad/s burchak tezlik bilan aylanadi. Ramkaning yuzi 150sm^2 . Aylanish o'qi ramka tekisligida bo'lib, magnit maydoni kuch chiziklari yo'nalishi maksimal induksiya E.YU.K. topilsin.

26. (V.11.102) 1m uzunlikdagi gorizontal sterjen uning bir uchidan o'tgan o'q atrofida aylanayotir. Aylanish o'qi induksiyasi $5 \cdot 10^{-5}\text{ tl}$ bo'lgan magnit maydoni kuch chiziklariga parallel. Sterjen sequndiga necha marta aylanganda uning uchlari- dagi potentsiallar ayirmasi 1 mv ga teng bo'ladi?

92. (V.11.103) Uzunligi 20 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 30 sm^2 bo'lgan solenoidga sim o'rami kiyizilgan. Solenoid 320 o'ramga ega, undan 3A tok o'tadi. Solenoiddagi tok $0,001\text{ sek}$ davomida uzilsa, kiygizilgan yo'amda o'rtacha qancha E.YU.K. induksiyanadi.?

27. (V.11.105) Uzunligi 144 sm va diametri 5 sm bo'lgan solenoidga sim o'rami kiygizilgan. Solenoid cho'lg'ami 2000 o'ramga ega, undan 2A tok o'tadi. Solenoidga temir o'zak qo'yilgan. Solenoiddagi tok $0,002\text{ sekund}$ davomida uzilsa, kiygizilgan o'ramda o'rtacha qancha E.YU.K. induksiyanadi.

28. (V.11.107). O'ramlarning soni 400 bo'lgan g'altakning uzunligi 20sm va ko'ndalang kesimining yuzi 9 sm^2 . 1)G'altakning induktivligi va 2)shu g'altak ichiga temir o'zak kiritilgandagi uning induktivligi topilsin . Shu sharoitdagi o'zak materialning magnit kirituvchanligi 400 ga teng.

29. (V.11.111). Temir o'zakli g'altakning ko'ndalang kesimi 20 sm^2 bo'lib, uning 500 o'rami bor. O'zakli g'altak chulg'amidan 5 A tok o'tganda g'altakning induktivligi $0,28\text{ Gn}$ ga teng bo'ladi . Shu sharoitda temir o'zakning magnit kirituvchanligi topilsin .

30. (V.11.112) Uzunligi 50 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 2 sm^2 bo'lgan solenoid $2 \cdot 10^{-7}\text{ gn}$ induktivlikka ega. Solenoid ichidagi magnit maydonining energiyasining xajm zichligi 10^{-3} j/m^3 bo'lishi uchun solenoiddan qancha tok o'tishi kerak?

31. (V.11.124). Temir magnit kirituvchanligini o'lchash uchun uzunligi $l=50\text{sm}$ ko'ndalang kesim yuzi $S=4\text{sm}^2$ bo'lgan toroid tayorlangan. Toroidning cho'lg'am-dan birining o'ram soni $N_1=500$ bo'lib, u tok manbaiga ulangan, ikkinchisiniki $F_2=1000$ bo'lib, u galvanometrqa ulangan. Birlamchi cho'lg'amdagi induksion tok xosil qilinadi. Birlamchi cho'lg'amdagi yo'nalish o'zgartirilgan tokning kuchi 1A bo'lganda galvanometrda $0,06\text{K}$ elektr miqdori o'tishi ma'lum bo'lsa, temirning magnit kirituvchanligi topilsin .

32. (V.11.131) Induktivligi $0,021\text{ gn}$ bo'lgan g'altak orqali $I=I_0 \sin \omega t$ qonuni bo'yicha vaqtga bog'liq xolda o'zgaradigan tok o'tadi, bunda $I_0=5\text{A}$, $\omega=2\pi/T$ va $T=0,02\text{ sek}$. 1) G'altakda xosil bo'ladigan o'zinduksiya E.YU.K. ning va 2) G'altak magnit maydoni energiyasining vaqtga bog'lanishi topilsin.

9-amaliy mashg'ulot: Elektromagnit to'lqinlar va tebranishlar bo'limiga doir masalalar yechish, Volkenshteyn, 14 §

1. (V. 14.1) Tebranish konturi 800 SGSs sig'imli kondensator xamda $2 \cdot 10^{-3}\text{ Gn}$ induktivlikka ega g'altakdan iborat. Kontur qanday to'lqin uzunlikka sozlangan? Kontur qarshiligi xisobga olinmasin.

2. (V. 14.2) Induktivligi $2 \cdot 10^{-3}\text{ Gn}$, sig'imi 62 dan 480 SGSs gacha o'zgara oladigan tebranish konturini qanday to'lqin diapazonga sozlash mumkin ? Konturning qarshiligi nixoyat-da oz.

3. (V.14.3). 2 mkf sig'imda 1000 Gts tovush chastotasini olish uchun tebranish konturiga qanday induktivlik ulash kerak? Kontur qarshiligi xisobga olinmasin.

4. (V.14. 9). $T/8$ sek vaqt payt uchun tebranish konturi magnit maydoni energiyasiga nisbati nimaga teng ?

5. (V.14.10). Tebranish konturi 7mkf sig'imli kondensator xamda induktivligi 0,23Gn, qarshiligi 40Om bo'lgan g'altakdan iborat. Kondensator $5,6 \cdot 10^{-4}$ K elektr miqdori bilan zaryadlangan. 1) Konturning tebranish davri topilsin. 2) Tebranishning so'nish logarifmik dekrementi aniqlansin. 3) Kondensator qoplamlardagi potentsiallar ayirmasining o'zgarishini vaqtga bog'lanish tenglamasi yozilsin. 4) $T/2$, T , $3T/2$ va $2T$ sek ga teng vaqt paytida potentsiallar ayirmasining qiymati topilsin. Ikki davr chegarasida $U=f(t)$ grafi-gi chizilsin .

6. (V.14.13). Tebranish konturi $S = 2,22 \cdot 10^{-9}$ F sig'imli kondensator va 0,5 mm diametrli mis simdan o'ralgan g'altakdan iborat. Galtakning uzunligi 20 sm. Tebranishning so'nish logarifmik dekrementi topilsin.

7. (V.14.16) Uzunligi $L=50$ sm va ko'ndalang kesimining yuzi $S=10$ sm² bo'lgan g'altak $v=50$ Gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. Galtakning o'ramlar soni $N=3000$. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi qarshiligini toping.

8. (V.14.17). G'altakning cho'lg'ami ko'ndalang kesim yuzi 1 mm² bo'lgan 500 o'ram mis simdan iborat . G'altakning uzunligi 50 sm va uning diametri 5sm. Qanday chastotali o'zgaruvchan tokda g'altakning to'la qarshiligi aktiv qarshilikdan ikki baravar katta bo'ladi ?

9. (V.14.18). $S_1 = 0,2$ mkf va $S_2 = 0,1$ mkf sig'imli ikki kondensator 220 V kuchlanishli 50 Gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma – ket ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchini 2) birinchi va ikkinchi kondensatordagi potentsiallarning tushishini toping .

10. (V.14.19). Uzunligi 25 sm va 2 sm radiusli g'altak chulg'ami ko'ndalang kesimining yuzi 1 mm² bo'lgan 1000 o'ram mis simdan iborat . G'altak 50 Gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. 1) Aktiv qarshilik va 2) induktiv qarshilik g'altakning to'la qarshiligining qancha qismini tashkil qiladi ?

10-amaliy mashg'ulot: Geometrik va to'lqin optikasi bo'limlariga doir masalalar yechish, Volkenshteyn, 15 - 16 § lar

1. 15.5. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguda natural kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqchi. Buyumni qaerga qo'yish kerak va tasvir qaerda olinadi?

2. 15.6. Buyumning botiq sferik ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa $a_1 + a_2 = 15$ sm. Ko'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

3. 15.7. Botiq sferik ko'zgu oldiga uning bosh optik o'qiga bu o'qqa tik holda yonib turgan sham o'rnatilgan. SHam bilan ko'zgu cho'qqisi orasidagi masofa $(4/3)F$ ga teng. Botiq ko'zgudagi shamning tasviri fokus masofasi $F_1 = 2F$ bo'lgan qavariq ko'zguga tushadi. Ko'zgular o'rtasidagi masofa $3F$ ga teng bo'lib, ularning o'klari bir to'g'ri chiziqda yotadi. Birinchi ko'zgudagi shamning tasviri ikkinchi ko'zguga nisbatan mavhum buyum rolini o'ynab, ikkala ko'zgu o'rtasida joylashgan haqiqiy tasvirni beradi. SHu tasvir chizilsin va sistemaning umumiy chiziqli kattalashtirilishi hisoblab chiqarilsin.

4. 15.8. Egrilik radiusi 16 m ga teng sferik reflektorda olinadigan Quyoshning tasviri qaerda va qanday kattalikda bo'ladi?

5. 15.9. Agar sferik ko'zguga keng yorug'lik dastasi (dasta eni α burchagi bilan belgilanadi, 62-rasm) tushayotgan bo'lsa, optik o'qqa parallel keluvchi va ko'zguning chetiga tushuvchi nur ko'zgudan qaytganidan keyin optik o'qni, fokusda emas, balki fokusdan muayyan AP masofada kesib o'tadi. AP masofa bo'ylama sferik aberratsiya deb ataladi. FH masofa ko'ndalang sferik aberratsiya deyiladi. Bo'ylama va ko'ndalang aberratsiya kattaliklarini α kattaligi bilan va sferik ko'zguning radiusi bilan bog'lovchi formula keltirib chiqarilsin.

6. 15.24. Monoxromatik nur prizmaning yon sirtiga normal tushadi va undan 25° ga og'ib chiqadi. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,7. Prizmaning sindirish burchagi topilsin.

7. 15.25. Teng yonli prizmaning sindirish burchagi 10° . Monoxromatik yorug'lik nuri prizma yon sirtiga 10° burchak ostida tushadi. Agar prizma moddasining sindirish ko'rsatkichi 1,6 bo'lsa, nurning dastlabki yo'nalishidan og'ish burchagi topilsin.

8. 15.30. Oq yorug'lik nuri teng yonli prizmaning yon sirtiga shunday burchak bilan tushadiki, qizil nur undan ikkinchi yon sirtiga perpendikular ravishda chiqadi. Agar prizmaning sindirish burchagi 45° bo'lsa, qizil va binafsha nurlarning dastlabki yo'nalishidan og'ishi topilsin. Qizil va binafsha nurlar uchun prizma moddasining sindirish ko'rsatkichi mos holda 1,37 va 1,42.

9. 15.31. Natriyning sariq chizig'i uchun ($\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) kvarts linzaning bosh fokus masofasi 16 sm bo'lsa, simob spektri ultrabinafsha chizig'i uchun ($\lambda = 2,59 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) kvarts linzaning bosh fokus masofasi topilsin. Ko'rsatilgan to'lqin uzunliklari uchun kvartsning sindirish ko'rsatkichi mos holda 1,504 va 1,458.

10. 15.33. Bir shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,5, ikkinchisidiki 1,7 bo'lgan ikkala shishadan shakli bir xilda bo'lgan ikkita bir xil ikki yoqlama qavariq linza yasalgan. 1) Bu linzalar fokus masofalarining nisbati topilsin. 2) Agar linzalar sindirish ko'rsatkichi 1,6 bo'lgan tiniq suyuqlikka botirilsa, ularning har biri optik o'qqa parallel bo'lgan nurlarga qanday ta'sir ko'rsatadi?

11. 15.34. Ikki yoqlama qavariq linza yuzlarining egrilik radiuslari $R_1 = R_2 = 50 \text{ sm}$. Linza materialining sindirish ko'rsatkichi $n = 1,5$. Linzaning optik kuchini toping.

12. 15.35. Optik kuchi 10 dioptriy bo'lgan ikki yoqlama qavariq linzadan 15 sm masofada, optik o'qqa perpendikular qilib balandligi 2 sm keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. CHizmasi chizilsin.

13. 15.36. Egrilik radiuslari bir xil va sindirish ko'rsatkichi $n = 1,5$ bo'lgan ikki yoqlama qavariq linzaning bosh fokuslari egrilik markazlarida yotishi isbot qilinsin.

14. 15.37. Fokus masofasi 16 sm bo'lgan linza buyumning oralari 60 sm bo'lgan ikki vaziyatida aniq tasvir beradi. Buyumdan ekrangacha bo'lgan masofa topilsin.

15. 15.38. Bir xil egrilik radiuslari 12 sm ga ega bo'lgan sferik sirtlar bilan chegaralangan ikki yoqlama qavariq linza buyum bilan ekran o'rtasida shunday masofaga qo'yilganki ekrandagi tasvir buyumdan k marta katta bo'lgan. Agar 1) $k = 1$; 2) $k = 20$ va 3) $k = 0,2$ bo'lsa, buyumdan ekrangacha bo'lgan masofa aniqlansin. Linza moddasining sindirish ko'rsatkichi 1,5.

15. 15.41. Linzaning havodagi fokus masofasi 20 sm bo'lsa, linza suvga botirilgandagi fokus masofasini toping. Linza yasalgan shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,6.

16. 15.42. Egrilik radiusi 30 sm va sindirish ko'rsatkichi 1,5 bo'lgan yassi-qavariq linza buyum tasvirini ikki barobar kattalashtiradi. Buyum va tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa topilsin.

17. 15.43. Egrilik radiuslari birday $|R_1| = |R_2|$ bo'lgan flintglasdan kilingan ikki yoqlama qavariq linzaning bo'ylama xromatik aberratsiyasi topilsin. Flint-qizil nur ($\lambda_1 = 7,6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) uchun sindirish ko'rsatkichi 1,5 va binafsha nur ($\lambda_2 = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) uchun sindirish ko'rsatkichi 1,8.

18. 15.52. Diametri $D = 9 \text{ sm}$ va fokus masofasi $F = 50 \text{ sm}$ bo'lgan ikki yoqlama qavariq linza yordami bilan Quyoshning tasviri ekranga tushiriladi. 1) Agar Quyoshning burchak diametri $32'$ bo'lsa, uning tasviri qanday kattalikda olinadi? 2) Quyosh tasviri hosil qiladigan yoritilish bevosita Quyoshning o'zi beradigan yoritilishdan necha baravar ko'p bo'ladi?

19. 15.53. 200 shamli elektr lampochkasining yorug'ligi ish joyiga 45° burchak bilan tushib, 141 lk yoritadi. 1) Lampochka ish joyidan qancha masofada turganligi va 2) lampochka ish joyidan qancha balandlikda osilib turganligi topilsin.

20. 15.54. SHipga osib qo'yilgan lampochka gorizontal yo'nalishda 60 *sham* yorug'lik kuchi beradi. Agar lampochkadan 2 *m* masofada devorda katta ko'zgu turgan bo'lsa, qarama-qarshi tomondagi va lampochkadan 2 *m* masofada devorga vertikal osib qo'yilgan yuzi 0,5 *m*² bo'lgan suratga qanday yorug'lik oqimi tushadi?

21. 15.55. Katta chizma dastlab butunligicha, so'ngra uning ayrim detallari natural kattalikda suratga olingan. Detallarni suratga suratga olishda ekspozitsiya vaqtini necha baravar orttirish kerak?

22. 15.56. 21 mart bahorgi teng kunlikda Quyosh SHimoliy Er sharida tushda gorizontga nisbatan 10° burchak bilan turadi. Vertikal qo'yilgan maydonchani yoritilganligi gorizont maydonchani yoritilganligidan necha baravar katta bo'ladi?

23. 15.57. Bahorgi va kuzgi teng kunlikda tushda Quyosh ekvatorida zenitda turadi. Bu vaqt ekvatorida Er sirtining yoritilganligi Sankt-Peterburgdagi Er sirtining yoritilganligidan necha marta ko'p bo'ladi? Sankt-Peterburg kengligi 60°.

24. 15.58. YUzasi 25 *m*² keladigan kvadrat xonaning markazida lampochka osilgan. Lampochkani nuqtaviy yorug'lik manbai deb hisoblab, xona burchaklaridagi yoritilganlik eng ko'p bo'lishi uchun lampochka poldan qanday balandlikda bo'lishi kerak?

25. 15.59. Diametri 2 *m* keladigan dumaloq stol markazi ustida yorug'lik kuchi 100 *sham*ga teng lampochka osilgan. Lampochkani nuqtaviy yorug'lik manbai deb, uni sekin-asta ko'tarayotganda stol chetlari yoritilganligining o'zgarishi hisoblab chiqilsin. YOritilganlikning 10 *sm* oraliqda $0,5 \leq h \leq 0,9$ *m* interval uchun hisoblang. $E = f(h)$ grafigini chizing.

26. 15.66. Kattaligi 20×30 *sm* oq qog'oz sirtiga normal holda 120 *lm* yorug'lik oqimi tushadi. Agar sochilish koeffitsienti $\rho = 0,75$ bo'lsa, sog'oz varag'ining yoritilganligi, ravshanligi va yorqinligi topilsin.

27. 15.67. Qog'oz varag'ining ravshanligi 104 *nt* ga teng bo'lishi uchun 15.66-masaladagi qog'oz varag'ining yoritilganligi qanday bo'lishi kerak?

28. 15.68. O'lchami 10×30 *sm* bo'lgan qog'oz varag'i 100 *sham* yorug'lik kuchiga ega bo'lgan lampochka bilan yoritiladi, chunonchi unga lampochkadan butun yorug'likning 0,5 foizi tushadi. SHu qog'oz varag'ining yoritilganligi topilsin.

29. 15.69. 100 *sham* elektr lampochkasi hamma tomonga har minutda 122 *J* yorug'lik energiyasi tarqatadi. Agar lampochka 100 *Vt* quvvat iste'mol qilsa, 1) yorug'likning mexanik ekvivalenti, 2) yorug'lik berilishining foydali ish koeffitsienti topilsin.

30. V. 16.1. Quyosh spektri suratga olinganida uning chap va o'ng chetlaridan olingan spektrlardagi ($\lambda = 5890$ *Å*) sariq spektral chiziq 0,08 *Å* ga siljiganligi topilgan. Quyosh diskining chiziqli aylanish tezligi topilsin.

31. V16.5. YUng tajribasida to'lqin uzunligi $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ *sm* bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan teshiklar o'rtasidagi masofa 1 *mm* va teshikdan ekrangacha bo'lgan masofa 3 *m*. Uchta birinchi yorug' yo'llarning vaziyati topilsin.

32. V16.6. Frenel ko'zgulari bilan qilingan tajribada yorug'lik manbaining mavhum tasvirlari o'rtasidagi masofa 0,5 *mm* ga, ekrangacha bo'lgan masofa 5 *m* teng bo'lgan. YAshil yorug'likda bir-birlaridan 5 *mm* masofada interferentsiya yo'llari hosil bo'lgan. YAshil yorug'likning to'lehin uzunligi topilsin.

33. V15.62. Normal tushayotgan Quyosh nurlaridan Er sirtining yoritilganligi topilsin. Quyoshning ravshanligi $1,2 \times 10^9$ *nt*.

34. V15.63. YOrug'lik kuchi 100 *sham* keladigan elektr lampochkasining spiral simi, diametri: 1) 5 *sm* va 2) 10 *sm* bo'lgan xira sferik kolba ichiga joylashtirilgan. Ikkala holda ham lampochkaning yorqinligi va ravshanligi topilsin. Kolba qobig'idagi yorug'lik isrofi hisobga olinmasin.

11-amaliy mashg'ulot: Yorug'likning kvant nazariyasi va zarrachalarning to'liq xossalari, Bor atomi va Rentgen nurlanishi bo'limlariga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 19 va 20 § lar r

1. V19.2. Fotonga muvofiq keladigan to'liq uzunlik $\lambda=0,016 \text{ \AA}$ bo'lsa, uning energiyasi, massasi va harakat miqdorini toping.

2. V19.3. Simob yoyining quvvati 125 Vt. Quyidagi to'liq uzunlikka ega nurlanishdan har sekundda necha kvant yorug'lik chiqadi: 1) $\lambda=6123 \text{ \AA}$, 2) $\lambda=5791 \text{ \AA}$, 3) $\lambda=5461 \text{ \AA}$, 4) $\lambda=4047 \text{ \AA}$, 5) $\lambda=3655 \text{ \AA}$, 6) $\lambda=2537 \text{ \AA}$? Bu chiziqlarning intensivliklari mos holda 1) 2%, 2) 4%, 3) 4%, 4) 2,9%, 5) 2,5% va 6) 4% ga teng. 80% quvvat nurlanishga ketadi deb hisoblansin.

3. V19.4. Elektronning kinetik energiyasi to'liq uzunligi $\lambda=5200 \text{ \AA}$ bo'lgan foton energiyasiga teng bo'lishi uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

4. V19.5. Elektronning harakat miqdori to'liq uzunligi $\lambda=5200 \text{ \AA}$ bo'lgan fotonning harakat miqdoriga teng bo'lishi uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

5. V19.8. Ikki atomli gaz molekulasi kinetik energiyasi fandanay temperaturada to'liq uzunligi $\lambda=5,89 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ bo'lgan foton energiyasiga baravar bo'ladi?

6. V19.10. Harakat miqdori 20°S temperaturadagi vodorod molekulasi harakat miqdoriga teng bo'lgan foton massasini toping. Molekula tezligini o'rtacha kvadrat tezlikka baravar deb hisoblang.

7. V19.12. Litiy, natriy, kaliy va tseziy uchun fotoeffektning qizil chegarasini toping.

8. V19.18. $\epsilon=4,9 \text{ eV}$ energiya yorug'lik kvantlari $A=4,5 \text{ eV}$ ish bajargan xolda metallardan fotoelektronlarni uzib chiqaradi. Har bir elektron uchib chiqayotganda metall sirtiga berilgan maksimal impulsni toping.

9. 19.23. P.N.Lebedevning tajribalarida birida qoraga bo'yalgan doirachaga yorug'lik tushganida ($\rho=0$) ipning buralish burchagi $10'$ bo'lgan. 1) Yorug'lik bosimi kattaligini; 2) tushayotgan yorug'lik quvvatini toping. Asbobga tegishli ma'lumotlarni 19.22-masala shartlaridan oling.

10. 19.24. P.N.Lebedevning tajribalarida birida doirachaga tushayotgan monoxromatik yorug'likning ($\lambda=5,6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) quvvati $0,5 \text{ J/min}$ ga teng bo'lgan. 1) Parrakchani 1 sm^2 sirtiga 1 sek da tushgan fotonlar sonini; 2) 1 sek da doirachani 1 sm^2 sirtiga berilgan kuch impulsini toping. a) $\rho=0$ va b) $\rho=1$ hollar uchun impuls kattaligini toping. Asbobga tegishli ma'lumotlar 19.22-masala shartlaridan olinsin.

11. 19.25. Rus astronomi F.A.Bredixin kometa dumlarining shakli Quyosh nurlarining bosimidan vujudga keladi deb tushuntirdi. 1) Quyoshdan Ergacha bo'lgan masofaga teng uzoqlikka joylashtirilgan absolyut qora jismga tushgan Quyosh nurlarining bosimi topilsin. 2) Agar shunday masofadagi kometa dumidagi zarrachani Quyosh nurlarining bosim kuchi Quyoshning tortish kuchi bilan muvazanashtiradigan bo'lsa, mazkur zarracha massasi qanday bo'lishi kerak? O'ziga tushayotgan barcha nurlarni qaytaruvchi zarracha yuzini $0,5 \cdot 10^{-2} \text{ sm}^2$ ga va Quyosh doimiysining kattaligini $8,21 \text{ J/(min} \cdot \text{sm}^2)$ ga teng deb hisoblansin.

12. 19.26. YUz vattli elektr lampochka devoriga beradigan yorug'lik bosimi topilsin. Lampochka kolbasi radiusi 5 sm sferik idishdan iborat. Lampochka devori o'ziga tushgan yorug'likning 10% ini qaytaradi. Iste'mol qilingan barcha quvvat nurlanishga sarflanadi deb hisoblansin.

13. 19.27. 100 sm^2 sirtga har minutda 63 J yorug'lik energiyasi tushadi. 1) Sirt hamma nurlarni batamom qaytaradigan va 2) o'ziga tushuvchi hamma nurlarni batamom yutadigan hollar uchun yorug'lik bosimi kattaligini toping.

14. 19.28. Monoxromatik yorug'lik dastasi ($\lambda=4900 \text{ \AA}$) sirtiga normal tushib, unga $4,9 \cdot 10^{-6} \text{ N/m}^2$ ga teng bosim beradi. SHu sirt birligiga xar sekundda kancha kvant yorug'lik tushadi? Yorug'likning qaytish koeffitsienti $\rho=0,25$.

15. 19.29. $\lambda_0 = 0,708 \text{ \AA}$ to'liq uzunlikli rentgen nurlari parafinda Kompton hodisasi bo'yicha sochiladi. 1) $\pi/2$, 2) π yo'nalishlarda sochilgan rentgen nurlarining to'liq uzunligi topilsin.

16. 19.30. Grafit rentgen nurlarini 60° burchak bilan sochsa (to'liq uzunligi $2,54 \cdot 10^{-9} \text{ sm}$), Kompton sochilishda rentgen nurlarining to'liq uzunligi qanday bo'ladi?

17. 19.31. To'liq uzunligi $\lambda = 0,2 \text{ \AA}$ bo'lgan rentgen nurlari 60° burchak bilan Kompton hodisasi bo'yicha sochiladi. 1) Rentgen nurlari sochilganda to'liq uzunligining o'zgarishini; 2) tepkili elektron energiyasini; 3) tepkili elektron harakat miqdorini toping.

18. 19.32. Kompton hodisasida tushayotgan elektron energiyasi sochilgan foton bilan tepkili elektron o'rtasida baravar taqsimlanadi. Sochilish burchagi $\pi/2$. Sochilgan foton energiyasini va harakat miqdorini toping.

19. 19.33. Rentgen nurlari energiyasi $0,6 \text{ MeV}$. Kompton sochilishdan keyin rentgen nurlarining to'liq uzunligi 20% ga o'zgargan bo'lsa, tepkili elektron energiyasini toping.

20. 19.34. 1) 1 V va 2) 100 V potentsiallar ayirmasidan o'tgan elektronlar uchun de Broyl to'liq uzunligi topilsin.

21. 19.36. 1) $1 \cdot 10^8 \text{ sm/sek}$ tezlikda uchayotgan elektron uchun; 2) 300 K temperaturada o'rtacha kvadrat tezlikka baravar tezlikda harakatlanayotgan vodorod atomi uchun; 3) 1 sm/sek tezlikda harakatlanayotgan 1 g massali shar uchun de Broyl to'liq uzunligini toping.

22. 19.37. Kinetik energiyasi 1) 10 keV ; 2) 1 MeV bo'lgan elektron uchun de Broyl to'liq uzunligini toping.

23. 19.38. 200 V potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan zaryadli zarracha $0,0202 \text{ \AA}$ ga teng de Broyl to'liq uzunligiga ega. Zarracha zaryadi son jihatdan elektron zaryadiga teng bo'lsa, shu zarrachaning massasini toping.

24. 19.40. α -zarracha kuchlanganligi 250 E bo'lgan bir jinsli magnit maydonida $0,83 \text{ sm}$ radiusli aylana bo'yicha harakat kiladi. SHu α -zarracha uchun de Broyl to'liq uzunligini toping.

25. (V.20.1). 1) Vodorod atomidagi birinchi uchta bor elektron orbita-larining radiuslarini 2) ulardagi elektron tezligini toping.

26. (V. 20. 2) . Birinchi bor orbitasidagi elektronning kinetik , potentsial va tula energiyasi son kiymatini toping.

27. (V. 20. 3). Vodorod atomining n – orbitasida turgan elektronning kinetik energiyasii xisoblab chikaring . Masalani $n = 1, 2, 3$, va ∞ uchun xal kiling .

28. (V. 20. 4). Birinchi bor orbitasidagi vodorod atomi elektronning aylanish davrini ; 2) uning burchak tezligini toping.

29. (V. 20. 7) . Vodorod atomining ionlash potentsialini aniklang.

30. (V. 20. 8). Vodorod atomining galayonlanish potentsialini aniklang.

12-amaliy mashg'ulot: Radioaktivlik bo'liiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 21 §

1. 21.19. Bush idishga biror mikdor N' radon joylashtirilgan. 1) $0 \leq t \leq 20$ sutka intervalda xar ikki sutkada idishdagi radon mikdorining $N \setminus N'$ vaktga boglanish egri chizigini chizing. Radon uchun $\lambda = 0,181 \text{ sutk}^{-1}$. 2) Bu egri chizik. $N \setminus N' = f(t)$ dan radonning yarim emirilish davrini toping.

2. 21.21. 400 mkyuri aktivlikli radon ampulaga joylashtirilgan. Ampula tuldirilganidan keyin kancha vakt utgach radon $2,22 \cdot 10^9$ parch/sek ni beradi.

3. 21.22. Uran rudasidagi kurgoshin uranning kator emirilishining sunggi maxsuloti bulganligidan rudadagi uran mikdorining kurgoshin mikdoriga nisbatidan rudaning yoshini aniklash mumkin. Bu rudada $1 \text{ kg } 92\text{U}238$ uranga 320 g kurgoshin tugri kelsa, uran rudasining yoshini aniklang.

4. 21.23. Radiy va uranning yarim emirilish davrlari ma'lum bulsa, tabiiy uran rudasidagi bitta radiy atomiga nechta uran atomi tugri kelishini toping.

5. **21.24.** Tarkibida 42% sof uran bulgan kancha rudadan 1 g radiy olish mumkin?
6. **21.25.** Radiy preparatidan α -zarrachalar $1,5 \cdot 10^4$ km/sek tezlikda uchib chikib, fluorestsentsiyalanuvchi ekranga borib uriladi. Ekran 1 sham ga 0,25 vsh iste'mol kiladi deb, 1 mkg radiy chikargan barcha α -zarrachalar ekranga tushsa, ekranning yorurlik kuchini toping.
7. **21.26.** Bu izotopning yashash vaktida radioaktiv izotop dastlabki mikdorining kancha ulushi parchalandi?
8. **21.27.** 1 mkg poloniy $^{84}\text{Po}^{210}$ aktivligini toping.
9. **21.28.** Sun'iy yul bilan olingan strontsiy radioaktiv izotopining solishtirma aktivligini toping.
10. **21.29.** 10 mg radioaktiv izotop $^{20}\text{Po}^{45}$ ga 30 mg radioaktivmas izotop $^{20}\text{Po}^{40}$ aralash- tirilgan. Preparatning solishtirma aktivligi kanchaga kamaygan?
11. **22.1.** Magniyning uchta izotopi: 1) $^{12}\text{Mg}^{24}$ 2) $^{12}\text{Mg}^{25}$ va 3) $^{12}\text{Mg}^{26}$ yadrolari tarkibidagi proton va neytronlar sonini toping.
12. **22.2.** Litiy izotopii $^3\text{Li}^7$ yadrosining boglanish energiyasini toping.
13. **22.3.** Geliy $^2\text{He}^4$ atom yadrosining boglanish energiyasini toping.
14. **22.4.** Aluminiy atomi $^{13}\text{Al}^{27}$ yadrosining boglanish energiyasini toping.
15. **22.5.** 1) $^1\text{N}^3$ va 2) $^2\text{-Ne}^3$ yadrolarining boglanish energiyasini toping. Bu yadrolardan kaysi biri eng barkaror?
16. **22.6.** Kislorod atomi yadrosidagi $^8\text{O}^{16}$ bitta nuklonga tugri keluvchi boglanish energiyasini toping.
17. **22.7.** Deyteriy yadrosining boglanish $^1\text{N}^2$ energiyasini toping.
18. **22.9.** $^3\text{Li}^7 + ^1\text{N}^1 \rightarrow ^2\text{N}^4 + ^2\text{He}^4$ yadro reaksiyasida ajraladigan energiyani toping.
19. **22.10.** $^7\text{N}^{14} + ^2\text{He}^4 \rightarrow ^1\text{N}^1 + ^8\text{O}^{17}$ reaksiyasida yutilgan energiyani toping.
20. **22.11.** 1) $^1\text{N}^2 + ^1\text{N}^2 \rightarrow ^1\text{N}^1 + ^1\text{N}^3$ 2) $^1\text{N}^2 + ^1\text{N}^2 \rightarrow ^2\text{He}^3 + ^0\text{n}^1$ yadro reaksiyalarida ajraladigan energiyani toping.
21. **22.16.** $^4\text{He}^9 + ^1\text{N}^2 \rightarrow ^5\text{V}^{10} + ^0\text{n}^1$ reaksiyada ajraladigan energiyani toping.
22. **22.25.** Radioaktiv izotoplar xosil bulish reaksiyasi chikishini ikki yoklama: yo k1 soni — yadro aylanishlari aktini bombardimon kiluvchi zarrachalar soniga nisbati bilan, yoki k2 soni — olingan maxsulot aktivligining nishonni bombardimon kiluvchi zarrachalar soniga nisbati bilan xarakterlash mumkin. K1 va k2 kattaliklar kanday uzaro borlanganligini toping.
23. **22.43.** Vodorod bombasi portlaganida deyteriy va tritiydan geliy xosil bulish termoyadro reaksiyasi sodir buladi. 1) YAdro reaksiyasini yozing. 2) Bu reaksiyada ajralgan energiyani toping. 3) 1 g geliy xosil bulishida kancha mikdor energiya olish mumkin?
24. **V23.1** YAdro fizikasida nishonni bombardimon kiluvchi zaryadli zarrachalar sonini ularning mikroamper-soat (mka-s) bilan ifodalangan umumiy zaryadi bilan xarakterlash kabul kilingan. 1 mka-s kancha zaryadli zarrachalar soniga tugri kelishini toping. Masalani: 1) elektronlar va 2) α -zarralar uchun xal kiling.
25. **V23.2.** Sekinlashtiruvchi moddaning kuzgalmas yadrosi bilan neytron markaziy elastik tuknashganda uning kinetik energiyasi 1,4 baravar kamaygan. Sekinlashtiruvchi moddaning yadrosi massasini toping.
26. **V23.3.** $^{11}\text{Na}^{23}$ izotopining kuzgalmas yadrosi bilan neytron markaziy elastik tuknashgandan sung uning tezligi dastlabki tezligining kancha ulushini tashkil etadi?
27. **V23.4.** Sekinlashtirilgan neytronlar olish uchun ular tarkibida vodorod (masalan, parafin) bulgan moddalar orasidan utkaziladi. m0 massali neytron uz kinetik energiyasining kanchalik katta kismini: 1) protonga (massasi m0) va 2) kurgoshin atomi yadrosiga (massasi m = 207m0) bera olishini toping. Mazkur energiyaning eng katta kismi markaziy elastik zarbga muvofik. keladi.
28. **V23.5.** Zarb markaziy bulmay, neytron xar tuknashganida urta xisobda 45° ga ogsa, bundan oldingi masalada neytron bilan proton urtasida energiya taksimotnni toping.

29. 23.16. Neytron bilan antineytron birikib ikkita foton xosil kiladi. Zarrachalarning boshlangich energiyasini nazarga olinmasa, paydo bulgan fotonlardan xar birining energiyasini toping.

30. 23.17. K^0 - mezon zaryadli ikki π -mezonga parchalanadi. Xosil bulgan xar bir π - mezon- ning massasi uning tinch xolatdagi massasidan 1,77 marta katta. Dastlab K^0 - mezon tinch xolatda bulib, uning tinch xolatdagi massasini $965 t_0$ deb olib (bunda t_0 — elektroining tinch xolatdagi massasi): 1) xosil bulgan π - mezonlarning tiich xolatdagi massasini, 2) π - mezonlarning xosil bulish paytdagi tezligiini toping.

31. 23.18. TSiklotron magnit maydoni induktsiyasi bilan duantlarga berilgai potentsiallar ayirmasi chastotasini boglovchi formulani keltirib chikaring. 2) Duantlarga berilgan potentsiallar ayirmasi chastotasini: a) deyttonlar, b) protonlar va v) a-zarrachalar uchun toping. Magnit maydoniini induktsiyasi 12,6 kgs.

32. 23.19. 1) TSiklotron dan uchib chikkan zarrachalar energiyasini xarakat traektoriyasining maksimal egrilik radiusi bilan boglovchi formulani keltirib chikaring. 2) TSiklotron- dan uchib chikdai: a) deyttonlar, b) protonlar va v) a- zarrachalar (maksimal egrilik radiusi $R=48,3 sm$) energiyasini toping. Duantlarga berilgan potentsiallar ayirmasining chasto- tasi 12 Mgts.

33. 23.20. Zarrachalar traektoriyasining maksimal egrilik radiusi $R = 0,35m$ bulgan tsiklotron- da duantlarga berilgai potentsiallar ayirmasining chastotasi $\nu = 1,38 \cdot 10^7$ gts. Protonlar bilan ishlash uchun: 1) tsiklotronning sinxron ishlashi uchun zarur bulgan magnit maydoni induktsiyasini, 2) uchib chikuvchi protonlarning maksimal energiyasini toping.

34. 23.21. YUkoridagi masalani: 1) deyttonlar bilan va 2) a- zarrachalar bilan ishlash sharoiti uchun xal kiling.

35. 23.22. a-zarrachalar bilan ishlaganda tsiklotron da olinadigan ion tokning kattaligi 15mka. SHunday diklotronning ish unumi 1 g radiydan necha marta kup ?

36. 23.23. TSiklotroidagi zarrachalar traektoriyasining maksimal egrilik radiusi $R = 0,5 m$; magnit maydonining induktsiyasi $V = 10^4$ gs. Protonlar mazkur tsiklotron dagi singari tezlanish olishi uchun kanday doimiy potentsiallar ayirmasidai utishi kerak?

37. 23.24. TSiklotron 7 Mev energiyali deyttonlar beradi. Berilgan magnit maydoni induktsiyasi 15000 gs. Deyton traektoriyasining eng katta egrilik radiusini toping.

38. 23.25. 50 sm radiusli tsiklotron duantlari urtasiga $\nu = 10$ Mgts chastotali $U = 75 kv$ uzgaruvchan potentsiallar ayirmasi berilgan. 1) TSiklotron magnit maydonining induktsiyasi ni, 2) tsiklotron dan uchib chikuvchi zarrachalar tezligini va energiyasini, 3) zaryadli zarracha tsiklotron dan uchib chikkanga kadar necha marta aylanishini toping. Masala deyttonlar, protonlar va a- zarrachalar uchun xal kilinsin.

39. 23.26. Zarracha massasining $k = (m - m_0)/m_0$ nisbiy ortishi 5% dan ortmasligi uchun tsiklotron dagi a- zarrachalarni kancha energiyaga kadar tezlashtirish mumkin?

40. 23.27. Sinxrotronda tezlashtirilgan deyttonlar energiyasi 200 Mev, Bu deyttonlar uchun: 1) — nisbatni (bunda M — xarakatdagi deytton massasi va xrlatdagi massasi), 2) tezlikni toping.

30. 23.28. Fazotron da zarracha tezligi kupayganida zarracha massasining ortishi tezlashti- ruvchi maydon davriniig kattalashtirish bilan kompeisatsiyalanadi. Protonlarni tezlashtiruvchi fazotron da duantlarga berilgan kuchlanish chastotasi tezlashtiruvchi xar bir tezlashtirish tsiklida.

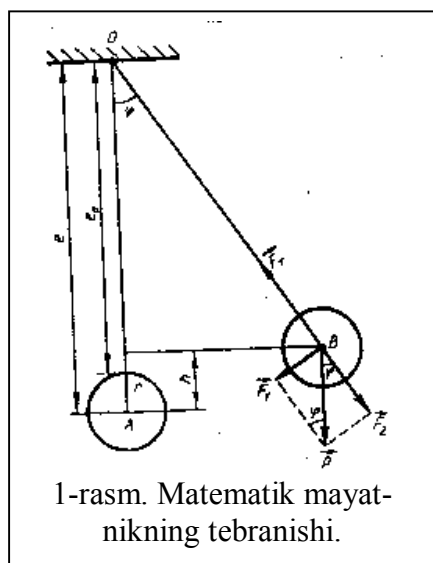
IV. Fizika fanidan laboratoriya ishlari uslubiy ko'rsatmalari

1-laboratoriya ishi. Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash

Kerakli asbob va materiallar: 1) unchalik katta bo'lmagan metall sharcha; 2) uzunligi 2 m ga yaqin cho'zilmaydigan ip; 3)chizg'ich; 4) shtangentsirkul; 5) sekundomer.

Nazariy ma'lumotlar

Kundalik hayotimizda yuqoridan pastga tikkasiga baravar tashlangan bir necha jismlarning har xil vaqtda tushishi hammamizga ayon. Bunga jismlarga Yerning tortish kuchidan tashqari havoning qarshilik kuchi ham ta'sir qilishi sabab bo'ladi.



Jismning faqat Yerning tortish kuchi sababli tushishini erkin tushish va shu jismning tezlanishi g ni erkin tushish *tezlanishi* deb yuritiladi. Yer sirtining istalgan nuqtasida barcha jismlarning erkin tushish tezlanishi bir xil bo'ladi. Agar jism yotiq tayanchda muvozanat holatda tursa, uning og'irligi o'z navbatida og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Og'irlik kuchi jismning o'ziga, xuddi shu jismning og'irligi esa tayanchga ta'sir qiladi.

Yerning turli geografik kengliklardagi nuqtalarida erkin tushish tezlanishining qiymati har xil bo'ladi. Masalan, Yer qutbida uning qiymati 983 sm/s^2 , ekvatorida esa 978 sm/s^2 ga teng.

Og'irlik kuchining tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlashni ko'rib chiqaylik.

Matematik mayatnik deb, vaznsiz, cho'zilmas ingichka ipga osilgan moddiy nuqtaga aytiladi. Amalda cho'zilmas (aniqrog'i juda ham kam cho'ziladigan) ingichka ipga osilgan

kichkina metall sharchani *matematik mayatnik* deb qarash mumkin.

1-rasmdan quyidagini yozamiz:

$$\frac{F_1}{P} = \sin \varphi \quad \text{bundan} \quad F_1 = P \cdot \sin \varphi$$

yoki $F_1 = mg \cdot \sin \varphi$ ni hosil qilamiz. Kuchning bu tashkil etuvchisi sharchani harakatga keltiradi. Agar F_1 kuchning yo'nalishi sharchaning tebranish yo'nalishiga teskariligini e'tiborga olsak, quyidagini yozish mumkin:

$$F_1 = -mg \cdot \sin \varphi \quad (1)$$

Muvozanat vaziyatdan og'ish burchagi kichik bo'lganda, $\sin \varphi$ ni φ bilan almashtirish, mayatnik harakatlanadigan yoyni esa to'g'ri chiziq kesmasi - siljish kattaligi x deb olish mumkin.

U vaqtda:

$$F_1 = -mg \cdot \sin \varphi = -mg \cdot \frac{x}{\ell} \quad (2)$$

Ma'lumki, F_1 ni qaytaruvchi kuch deb yuritiladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan sharchaga tezlanish berayotgan kuchning kattaligi quyidagiga teng:

$$F_1 = m \alpha = -m \omega^2 x \quad (3)$$

(2) va (3) lardan quyidagini yozamiz: $-mg \frac{x}{\ell} = -m\omega^2 x$ bundan $\omega^2 = \frac{g}{\ell}$ yoki $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ga tengligini eslasak, $\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{g}{\ell}$ bundan quyidagini hosil qilamiz:

$$g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2} \quad (4)$$

Bu erda: ℓ - matematik mayatnik uzunligi, T - mayatnikning to'la tebranish davri.

Mayatnikning uzunligi ℓ , ipning uzunligi ℓ_0 bilan sharcha radiusi r ning yig'indisiga teng:

$$\ell = \ell_0 + r$$

Tajriba vaqtida mayatnikning biror vaqtda tebranishlari soni N dan foydalanib, tebranish davrini quyidagicha topamiz:

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

Agar T ning bu ifodasini (4)ga qo'ysak, ushbu formulani keltirib chiqaramiz:

$$g = \frac{4\pi^2 \ell}{\tau^2 / N^2} = \frac{4\pi^2 \ell N^2}{\tau^2} \quad (5)$$

Ishni bajarish tartibi.

1. CHizg'ich yordamida mayatnik ipining tanlab olingan uzunligi ℓ_0 va shtangentsirkul bilan sharcha diametri d lar 5 martadan o'lchanadi (bunday holda sharcha radiusi $r = \frac{d}{2}$ ga teng).

2. Har qaysi o'lchasdagi mayatnikning uzunligi $\ell = \ell_0 + r$ lar hisoblanadi.

3. Mayatnikning biror N marta tebranishi uchun ketgan vaqt ham 5 marta o'lchanadi. Aniqroq natijalarni olish uchun mayatnikni 60-100 marta tebrantirish kerak.

4. Olingan ma'lumotlar asosida $\langle \ell \rangle$, $\Sigma \Delta \ell^2$, $\langle \tau \rangle$, $\Sigma \Delta \tau^2$ lar hisoblanadi. O'lchash va hisoblashlar natijalari 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval. Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlashda o'lchash va hisoblash natijalari

Tajribalar	ℓ	$\Delta \ell$	$\Delta \ell^2$	τ	$\Delta \tau$	$\Delta \tau^2$	g	Δg	E_g
1									
2									
3									
4									
5									
O'rt. qiymat									

5. Bevosita o'lchashlarning absolyut xatoliklari quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta \ell = t_{p,n} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma \Delta \ell^2}{n \cdot (n-1)}}; \quad \Delta \tau = t_{p,n} \cdot \sqrt{\frac{\Sigma \Delta \tau^2}{n \cdot (n-1)}};$$

Bu formulalar asosida hisoblashda ishonchlilikning qiymati $\rho=0,95$ va $n=5$ deb olinadi.

6. Erkin tushish tezlanishi g ning o'rtacha arifmetik qiymati hisoblanadi:

$$\langle g \rangle = \frac{4\pi^2 \langle \ell \rangle N^2}{\langle \tau \rangle^2}$$

7. Erkin tushish tezlanishini aniqlashdagi nisbiy xatolik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$E_g = \frac{\Delta g}{\langle g \rangle} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta\pi}{\pi}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\ell}{\langle \ell \rangle}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta\tau}{\langle \tau \rangle}\right)^2}$$

8. Absolyut xatolik esa quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta g = E_g \cdot \langle g \rangle$$

Δg va E_g larning qiymatlari ham 1-jadvalga yoziladi.

9. Oxirgi natijani quyidagicha yoziladi:

$$g = \langle g \rangle \pm \Delta g; \quad r=0,95; \quad E_g = \dots \%$$

Sinov savollari

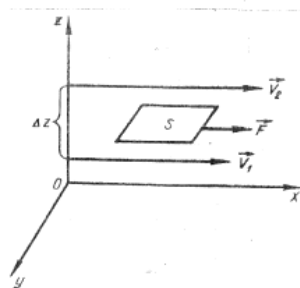
1. Jismlarning qanday harakati erkin tushishi deb aytiladi?
2. Erkin tushish tezlanishi g ning qiymatlari geografik koordinatlarga bog'liqmi? Agar bog'liq bo'lsa sababi qanday?
3. Nima uchun mayatnikning tebranish davrini uning ko'p marta tebranishlari asosida topiladi?
4. Matematik mayatnik tebranish davri formulasi qanday chiqariladi?

2-laboratoriya ishi. Stoks usuli bilan suyuqliklarning qovushoqlik koeffitsientini aniqlash

Kerakli asbob va materiallar: 1) uzunligi 100 sm ga yaqin va diametri 5-6 sm shisha idish; 2) tekshiriladigan suyuqlik; 3) mikrometr; 4) sekundomer; 5) metall sharchalar; 6) masshtabli chizg'ich.

Nazariy ma'lumotlar

Suyuqliklarning ikki xil: qatlamli (laminar) va uyurmali (turbulent) oqimlari mavjudligini bilamiz. Suyuqliklarning qatlamli oqimida turli qatlamlar aralashmasdan, bir-biriga nisbatan sirpanib oqadi va bunday oqim suyuqlik harakati tezligi kam bo'lganda kuzatiladi. Suyuqlikning tezligi ortib borishi bilan qatlamli oqim uyurmali oqimga aylanib, suyuqlik qatlamlari aralashib ketadi.



2-rasm. Suyuqlikda ichki ishqalanish.

Masalan, anhor suvlarining oqish tezligi anhor qirg'og'ida turgan kishiga unchalik katta emasday tuyuladi. Ammo yoz oylarida unda cho'miluvchilar suvning ichkari qismi tezroq oqishini bemalol bilishlari mumkin. Anhor yuzining sekinroq oqishining sababi suyuqlikning sirtqi qatlamining havo hamda anhor yon sirlari bilan ishqalanishidir.

SHunday qilib, suyuqlikning bir qatlami ikkinchi qatlamiga nisbatan ko'chganda bu qatlamlar orasida ichki ishqalanish kuchlari vujudga keladi. Ya'ni tezroq harakat qilayotgan

suyuqlik molekulalari tomonidan sekinroq harakat qilayotgan molekulalarga tezlashtiruvchi kuch va aksincha, sekin harakat qilayotgan molekulalar tezroq oqayotgan molekulalarga sekinlashtiruvchi kuch bilan ta'sir qiladi.

Natijada bu molekulalar joylashgan qatlamlar orasida, shu qatlamlar sirtiga urinma yo'nalgan ichki ishqalanish kuchlari vujudga keladi.

YUzolari S dan iborat suyuqlikning bir-biridan ΔZ masofada joylashgan ikki qatlami tezliklari $\vec{v}_1$ va $\vec{v}_2$ ga teng va $\vec{v}_2 > \vec{v}_1$ deb olaylik (2-rasm).

Bu qatlamlar tezliklarining ayirmasi $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ ning suyuqlik harakatiga tik yo'nalishda olingan qatlamlar orasidagi masofa ΔZ ga nisbatini, ya'ni $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta Z}$ nisbatni *tezlik gradienti* deb yuritiladi.

Demak, tezlik gradienti oqim tezligiga tik yo'nalishda bir qatlamdan boshqa qatlamga o'tganda, tezlikning uzunlik birligida qanchalik o'zgarishini ko'rsatadi.

I.Nyuton tekshirishlari ko'rsatdiki, suyuqlik qatlamlari orasida hosil bo'luvchi ichki ishqalanish kuchi $\vec{F}$, bir-biriga tegib turuvchi qatlamlar yuzi S ga va bu qatlamlar orasidagi tezlik gradienti $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta Z}$ ga to'g'ri mutanosib bo'ladi va ichki ishqalanish kuchining modul qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$F = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta Z} \cdot S \quad (6)$$

(6) formuladagi η koeffitsientni suyuqlikning *ichki ishqalanish koeffitsienti* yoki *dinamik qovushoqlik koeffitsienti* deyiladi. Uning fizik ma'nosini tushuntirish uchun (6) formulani quyidagicha yozamiz:

$$\eta = \frac{F}{(\Delta v / \Delta Z) \cdot S} \quad (7)$$

Agar $\frac{\Delta v}{\Delta Z} = 1$ va $S=1$ deb olinsa, (7) formuladan $\eta = F$ kelib chiqadi.

Demak, dinamik qovushoqlik koeffitsienti tezlik gradienti bir birlikka teng bo'lganda, o'zaro tegib turuvchi qatlamlarning yuza birligiga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchiga son qiymati jihatidan tengdir. Dinamik qovushoqlik koeffitsientining SI sistemasidagi birligini aniqlaylik.

Agar (7) formulada $F = 1N$, $\frac{\Delta v}{\Delta Z} = 1 \frac{m/s}{m} = 1s^{-1}$ deb olsak, ushbuni hosil qilamiz:

$$\frac{1N}{1s^{-1} \cdot 1m^2} = 1Pa \cdot s$$

Bu birlik Paskal-sekund deb yuritiladi. SHunday qilib, $1 Pa \cdot s$ suyuqlikning shunday ichki ishqalanish koeffitsientiki, bunda tezlik gradienti ($1 s^{-1}$) ga teng bo'lganda, qatlamlarning $1m^2$ yuziga ta'sir qiladigan ishqalanish kuchi $1 N$ ga teng bo'ladi.

Ichki ishqalanish koeffitsientining SGS sistemasidagi birligini frantsuz olimi J.L.M.Puazeyl sharafiga *Puaz (Pz)* deb yuritiladi. CHunki Puazeyl birinchilardan bo'lib (1842) suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsientining qiymatini ancha aniq topgan.

Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsienti birligi $1 Pz$ ni quyidagicha ifodalaymiz:

$$1Pz = \frac{1din \cdot s}{1sm^2}$$

Demak, 1 *puaz* suyuqlikning shunday ichki ishqalanish ko'effitsientiki, bunda tezlik gradienti $1 \cdot s^{-1}$ ga teng bo'lganda, qatlamlarning 1 sm^2 yuziga ta'sir qiladigan ishqalanish kuchi 1 din ga teng bo'ladi.

Suyuqlikning ichki ishqalanish ko'effitsientining 1 Pa·s va 1 Pz birliklari orasida quyidagi munosabat mavjud:

$$1 \text{ Pa} \cdot s = \frac{1 \text{ N} \cdot 1 \text{ s}}{1 \text{ m}^2} = \frac{10^5 \text{ dina} \cdot 1 \text{ s}}{10^4 \text{ sm}^2} = 10 \frac{\text{dina} \cdot s}{\text{sm}^2} \text{ yoki } 1 \text{ Pa} \cdot s = 10 \text{ Pz}$$

Suyuqlikning harorati ortishi bilan ichki ishqalanish ko'effitsienti kamaya boradi. Masalan, suv uchun 0°S da $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot s$, 50°S da $\eta = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot s$ va 90°S da esa $\eta = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot s$ ga teng bo'lib qoladi, boshqacha aytganda suvning harorati 0°S dan 90°S gacha oshganda, uning ichki ishqalanish ko'effitsienti 6 marta kamayadi.

Biz yuqorida suyuqliklardagi ichki ishqalanish ko'effitsienti haqida to'xtab o'tdik. Undagi mulohazalar gazlar uchun ham taaluqlidir. Biroq gazlarning ichki ishqalanish ko'effitsientining qiymati suyuqliknikidan ancha kam. Bundan tashqari gazlarning harorati ko'tarilishi bilan esa ichki ishqalanish ko'effitsienti ortadi.

Usulning nazariyasi va qurilmaning tavsifi

Ichki ishqalanish ko'effitsientini aniqlashning turli usullari mavjud. Biz shu usullar orasidan ingliz fizigi va matematigi D.G. Stoks tomonidan (1850 y) taklif qilingan qovushoq suyuqlikda sharchaning tushishi usulini qarab chiqamiz.

Ho'llaydigan qovushoq suyuqlik ichida qattiq jism harakatlanganida, suyuqlikning jismni ho'llagan qatlami uning yuziga yopishib olib, u bilan birga harakat qiladi. Natijada harakatlanayotgan qatlam bilan tinch turgan qatlam orasida ishqalanish kuchi sodir bo'ladi. Buning oqibatida suyuqlikda harakatlanayotgan qattiq jism ichki ishqalanish kuchiga teng qarshilikka uchraydi. Biror qovushoq suyuqlik (glitserin yoki kanakunjut moyi) qo'yilgan shisha idishga sharcha shaklidagi qattiq jismni tushiraylik. Agar sharchaning o'lchami va tezligi uncha katta bo'lmasa hamda sharcha tushayotganda, uning ketida uyurma paydo bo'lmayotgan bo'lsa, sharchaga Stoks qonuniga ko'ra quyidagi ichki ishqalanish kuchi F ta'sir qiladi:

$$\vec{F} = 6\pi\eta \cdot r \cdot \vec{v} \quad (8)$$

Bu erda: r - sharcha radiusi; v - sharchaning barqarorlashgan harakatidagi tezligi; η - suyuqlikning ichki ishqalanish (qovushoqlik) ko'effitsienti.

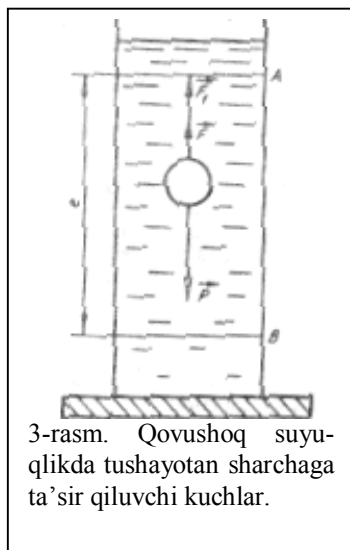
Tushayotgan bir jinsli qattiq sharchaning radiusi r ga va massasi m ga teng bo'lsin. SHarcha qovushoq suyuqlikda tik tushayotganda unga 3 ta kuch ta'sir qiladi:

1) sharchaga ta'sir qilayotgan og'irlik kuchi $\vec{P} = m\vec{g}$ ga teng bo'lib, bu kuch tik pastga yo'nalgan.

SHarcha massasi m , hajmi V , zichligi ρ orasidagi $m = \rho \cdot V$ va sharchaning hajmi $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ ga tengligini e'tiborga olsak, sharchaga ta'sir qilayotgan og'irlik kuchini quyidagicha ifodalaymiz:

$$\vec{P} = m\vec{g} = \rho V \vec{g} = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \vec{g} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho \vec{g} \quad (9)$$

2) tushayotgan sharchaga Arximed qonuniga ko'ra ta'sir qiladigan ko'tarish kuchi tik yuqoriga yo'nalgan bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:



$$\vec{F} = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho_1 \cdot \vec{g} \quad (10)$$

Bu erda: ρ_1 - suyuqlikning zichligi.

3) suyuqlikning ichki ishqalanish kuchi $\vec{F} = 6\pi\eta r\vec{v}$

SHarchaga $\vec{F}$ va $\vec{F}_1$ kuchlar tik holatda yuqoriga yo'nalishda ta'sir qiladi (3-rasm).

Tushayotgan sharcha uchun Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan harakat tenglamasini quyidagicha yozamiz:

$$\vec{F} + \vec{F}_1 + \vec{P} = m\vec{a}$$

Bu tenglamaning tik o'qdagi proektsiyasi quyidagicha yoziladi:

$$F + F_1 + P = ma \quad (11)$$

Sharcha tushayotganda dastlab havoda tekis tezlanuvchan harakat qiladi.

SHarcha suyuqlikka kelib tushgandan keyin yuqorida qayd qilingan kuchlar ta'sirida suyuqlikning ma'lum qatlamida tekis sekinlanuvchan harakat qiladi. So'ngra unga ta'sir qiluvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lgan paytdan boshlab sharcha suyuqlik ichida tekis harakat qila boshlaydi (demak, harakat tezlanishi $a = 0$ ga teng bo'lib qolganda). SHarcha doimiy tezlik bilan tushayotganida (11) formula quyidagicha ifodalanadi:

$$F + F_1 - mg = 0$$

yoki

$$F = mg - F_1$$

Agar F , P va F_1 larning (8), (9), (10) lardagi ifodalarini (12) ga qo'ysak,

$$6\pi\eta r v = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 g = \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho - \rho_1)$$

yoki bundan $\eta = \frac{2}{9}r^2 \cdot g \frac{(\rho - \rho_1)}{v}$ ni hosil qilamiz.

Agar bu tenglikdagi $v = \frac{\ell}{\tau}$ va $r = \frac{d}{2}$ ligini e'tiborga olsak, quyidagi ifodani keltirib

chiqaramiz:

$$\eta = \frac{1}{18}d^2 \cdot g\tau \cdot \frac{\rho - \rho_1}{\ell} \quad (13)$$

Bu erda: d -sharcha diametri; ℓ -shisha idishdagi A va V belgilar orasidagi masofa (bu oraliqda sharcha tekis harakat qiladi), τ - sharchaning belgilar orasidagi masofani o'tish vaqti.

Agar g , ρ , ρ_1 va ℓ larning tajriba vaqtida o'zgarmasligini hisobga olsak, quyidagicha belgilashni kirita olamiz:

$$\kappa = \frac{1}{18} \cdot g \frac{\rho - \rho_1}{\ell} \quad (14)$$

u holda (13) ni o'zgartirib, quyidagi natijaviy formulani hosil qilamiz:

$$\eta = \kappa d^2 \tau \quad (15)$$

Uzunligi 1 m ga yaqin va diametri 5-6 sm bo'lgan tsilindrik shisha idish olib, unga A va V belgilar qo'yiladi (yoki rezina halqani shishaga kiydirib qo'yiladi). Bu tsilindrik idish taglikka mahkamlanadi, so'ngra taglik vintlari va shoqul yordamida idishning tik holatdaligi tekshiriladi. TSilindr ichiga sig'adigan qilib yasalgan uchida mayda to'rtli g'alviri bor cho'michni ishni bajarishdan oldin idish tagiga tushirib qo'yiladi, bu yordamida suyuqlikka tushirilgan sharchalar olinadi. A belgidan 3-4 sm yuqori sath hosil qilib bu o'rnatilgan idishga tekshiriluvchi qovushoq suyuqlik quyilib qurilma ishga tayyorlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. SHarchalar zichligi ρ , tajriba o'tkazilayotgan xona haroratidagi suyuqlik zichligi ρ_1 va og'irlik kuchi tezlanishi g ning qiymatlari jadvallardan olinadi.
2. Masshtabli chizg'ich bilan A va V belgilar orasidagi masofa ℓ o'lchanadi.
3. (14) bo'yicha k koeffitsient hisoblanadi.
4. 3 ta sharcha tanlab olinadi. Dastlabki tajribada 1-sharchaning har xil joylaridan mikrometr bilan 5 marta diametri o'lchanadi.
5. SHu sharchani tekshirilayotgan suyuqlikka tushirib, A va V belgilar orasidan o'tish vaqti τ sekundomer bilan o'lchanadi. SHarchani idishdan olib, yaxshilab artib ikkinchi marta tushish vaqti o'lchanadi va shu tarzda o'lchashlar 5 marta takrorlanadi.
6. O'lchashlardan olingan ma'lumotlar asosida $\langle \tau \rangle$, $\langle d \rangle$ lar hisoblanadi:
7. Ichki ishqalanish koeffitsientining o'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\langle \eta \rangle = k \cdot \langle d^2 \rangle \cdot \langle \tau \rangle$$
8. SHarchaning diametrini va suyuqlikda tushish vaqtini o'lchashdagi absolyut xatoliklar quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta d = t_{p,n} \sqrt{\frac{\sum \Delta d^2}{n \cdot (n-1)}} \qquad \Delta \tau = t_{p,n} \sqrt{\frac{\sum \Delta \tau^2}{n \cdot (n-1)}}$$

Qo'llanma jadvallardan: $p=0,95$ va $n=5$ ga mos Styudent koeffitsienti aniqlanadi.

9. Ichki ishqalanish koeffitsienti η ni aniqlashdagi nisbiy xatolik quyidagicha aniqlanadi:

$$E_r = \frac{\Delta \eta}{\langle \eta \rangle} = \sqrt{\left(2 \frac{\Delta d}{\langle d \rangle} \right)^2 + \left(\frac{\Delta \tau}{\langle \tau \rangle} \right)^2}$$

10. η ni o'lchashdagi absolyut xatolik quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta \eta = E_\eta \cdot \langle \eta \rangle$$

11. O'lchash va hisoblash natijalari 2-jadvalga yoziladi:

2-jadval

Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientini sharchaning tushishi usulida aniqlashda o'lchash va hisoblash natijalari

Tajribalar	ρ	ρ_1	g	ℓ	τ	$\Delta \tau$	$\Delta \tau^2$	d	Δd	Δd^2	η	$\Delta \eta$	E_η
1													
2													
3													
4													
5													
O'rtacha qiymat													

12. Oxirgi natija esa quyidagicha yoziladi.

$$\eta = \langle \eta \rangle \pm \Delta \eta ; \quad p=0,95 ; \quad E_\tau = \dots \%$$

Sinov savollari

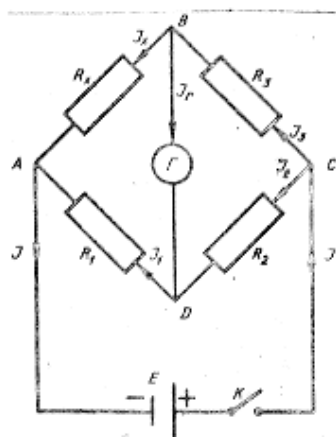
1. Suyuqliklarning qanday harakati laminar va turbulent oqim deb ataladi?
2. Ichki ishqalanish kuchlarining vujudga kelishi qanday tushuntiriladi?
3. Ichki ishqalanish kuchining kattaligi haqidagi Nyuton formulasini izohlang.
4. Ichki ishqalanish koeffitsienti deb nimaga aytiladi? U qanday birliklarda o'lchanadi?
5. Ichki ishqalanish koeffitsienti Stoks usuli bilan qanday aniqlanadi?

6. Suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsienti kattaligi suyuqlik haroratiga qanday bog'langan?

3-laboratoriya ishi. Uitson ko'prigi yordamida o'tkazgichlar qarshiligini aniqlash

Kerakli asbob va materiallar: 1) galvanometr; 2) qarshiliklar magazini; 3) reoxord; 4) o'zgarmas tok manbai; 5) kalit; 6) qarshiliklari aniqlanadigan o'tkazgichlar (ikkita g'altak); 7) ulash simlari.

Nazariy ma'lumotlar



4-rasm. Uitson ko'prigi.

O'tkazgichlarning qarshiligini aniqlashning juda ko'p usullari mavjud. Ulardan biri o'zgarmas tok ko'prigi usulidir. Bu usulni 1844 yilda ingliz fizigi CH.Uitston kiritgan. O'tkazgichning qarshi-ligini Uitston ko'prigi usuli bilan aniqlash qarshilikni o'lchashning aniq usullaridan biri bo'lib, turli xil laboratoriyalarda juda kup ishlatiladi.

Masalan, ko'prik sxemalar biologik tadqiqotlarda tirik to'qimalarning qarshiligini o'lchashda keng foydalaniladi.

To'qimalarning qarshiligi turli patologik jarayonlarda o'zgarganligidan qarshilikni o'lchash asosida teri, asab sistemasi va hokazo kasalliklari haqida xulosa qilish imkonini yaratadi.

Uitston ko'prigi yopiq turtburchakni tashkil qiladigan R_1 , R_2 , R_3 ma'lum qarshiliklardan va 1 ta noma'lum qarshilik R_x dan iborat (4-rasm).

Mazkur elektr zanjirning diagonallaridan biri (V va D tugunlar)ga galvanometr ulanadi, boshqasi A va S tugunlar o'zgarmas tok manbai E ga ulanadi. Ko'prikning ishlashi uchun katta kuchlanish kerak emas. Odatda tok manbai sifatida cho'ntak fonarlarining batareyasi yoki tarmoqdagi tokni kuchlanishi 12 V gacha pasaygan o'zgarmas tokka aylantirib beradigan to'g'rilagichdan foydalanish kerak. Eslatib o'tish kerakki, tirik organizmlarning R-qarshiligini o'lchanganda kuchlanish 2-4V bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Aks holda hujayra to'qimalarining isishi ro'y beradi. 4-rasmdan ko'rinadiki, AVSDA yopiq kontur bo'lib, 4ta tarmoqlanish tugunlari bor.

Bunday zanjirning turli qismlarida toklar miqdor va yo'nalish jihatdan har xil bo'lishi mumkin. SHuning uchun tarmoqlangan zanjirning turli qismlaridagi toklarni hisoblashda Kirxgofning quyidagi qonunlaridan foydalanamiz:

1. Tarmoqlangan zanjir tugunlaridagi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng.

2. Tarmoqlangan zanjir yopiq konturida tok manbalari elektr yurituvchi kuchlarining algebraik yig'indisi, bu kontur ayrim qismlaridan o'tayotgan toklarning shu qismlar qarshiliklariga ko'paytmalarining algebraik yig'indisiga teng.

Kirxgof qonunlarini murakkab zanjir tarkibiga kiradigan tarmoqlanish nuqtalari va turli yopiq konturlarga tatbiq qilib, barcha noma'lum toklarni aniqlash uchun tenglamalar tuziladi. Bunda olinadigan mustaqil tenglamalar soni noma'lum toklar soniga doim teng bo'lishi kerak. 4-rasmdagi Uitston ko'prigidan 4 ta tarmoqlanish tuguni bor. Endi A, B va D tugunlari uchun Kirxgofning birinchi qonunini qo'llaymiz:

$$1. \text{ A tugun uchun } I_x + I_1 - I = 0 \quad (16)$$

$$2. \text{ B tugun uchun } I_3 - I_x - I_g = 0 \quad (17)$$

$$3. \text{ D tugun uchun } I_g + I_2 - I_1 = 0 \quad (18)$$

Kirxgofning ikkinchi qonunidan foydalanishda konturni soat strelkasi bo'ylab hisoblashni musbat deb olaylik. U holda ABDA kontur uchun Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan ushbuni yozamiz:

$$-I_x R_x + I_g R_g + I_1 R_1 = 0 \quad (19)$$

BCDB yopiq kontur uchun esa:

$$-I_3R_3 + I_2R_2 - I_gR_g = 0 \quad (20)$$

Bu erda I_g -galvanometrda o'tadigan tok kuchi; R_g -galvanometr qarshiligi.

Konturlarni tashkil qilgan qarshiliklarni o'zgartirishlar va tanlashlar yo'li bilan BD diagonal bo'yicha tok o'tmaydigan holatga erishamiz. Bunda galvanometr ko'rsatishi $I_g=0$ ga teng bo'lib qoladi. Boshqacha aytganda B nuqtaning potentsiali φ_B , D nuqtaning potentsiali φ_D ga teng bo'lganda galvanometrda tok o'tmaydi.

U vaqtda (17), (18), (19) va (20) tenglamalardan quyidagilarni yoza olamiz:

$$I_3 = I_x \quad (21)$$

$$I_2 = I_1 \quad (22)$$

$$I_1R_1 = I_xR_x \quad (23)$$

$$I_2R_2 = I_3R_3 \quad (24)$$

(21) va (22) ni e'tiborga olib (23)ning (24) ga nisbatini topsak, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3} \quad \text{bundan} \quad R_x = R_3 \frac{R_1}{R_2} \quad (25)$$

ga teng bo'lib qoladi.

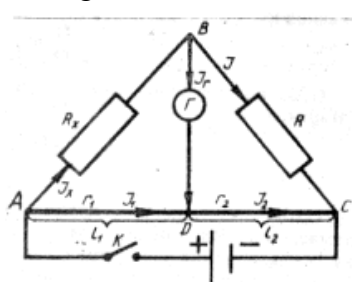
(25) formuladan ko'rinadiki, ko'priknig uchta elkasi qarshiligini bilganimiz holda to'rtinchi elkasidagi noma'lum qarshilikni aniqlashimiz mumkin.

Usulning nazariyasi va qurilmaning tavsifi.

Amalda qarshilikni o'lchash uchun Uistston ko'prigining 5-rasmda ko'rsatilgan sxemasidan foydalaniladi. Bu erda noma'lum qarshilik R_x ko'priknig bitta elkasini tashkil qiladi. Ikkinchi elkasi qarshilik magazinidan iborat. Uning qarshi ligini o'zgartirish mumkin.

Reoxord millimetrlarga bo'lingan, uzunligi 1 m chamasidagi yog'ochdan qilingan chizg'ich ustidan tarang tortilgan nikelin (yoki nixrom) simga o'rnatilgan D kontakt (jilgich)dan tashkil topgan. (5-rasm).

Kalit K ni ulanganda kontur elkalaridan 5-rasmda ko'rsatilgan yo'nalishlardagi toklar o'tadi. Bunda galvanometrda o'tadigan tok yo'nalishi B va D nuqtalarning potentsialiga bog'liq. Agar



5-rasm. Reoxordli Uistston ko'prigi.

B nuqtaning potentsiali D nuqtanikidan katta bo'lsa, 5-rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda tok o'tadi.

D jilgichni reoxord shkalasi bo'ylab o'ngga yoki chapga surish bilan AD va DC elkalarining qarshiliklarini o'zgartira borib shunday holatga erishamizki, unda galvanometr strelkasi shkalaning nolini ko'rsatadi. Bu holatda avval aytganimizdek $\varphi_B = \varphi_D$ bo'ladi va bu holat uchun (25) tenglamani quyidagicha yoza olamiz:

$$R_x = R \frac{r_1}{r_2} \quad (26)$$

Bu erda: r_1 -simning D jilgichdan chap tomondagi ℓ_1 uzunlikdagi qismining qarshiligi; r_2 -simning D jilgichdan o'ng tomondagi ℓ_2 uzunlikdagi qismining qarshiligi. Simning kesimi o'zgarmas bo'lgani va bir xil moddadan tayyorlanganidan r_1 va r_2 lar uchun quyidagini olamiz.

$$r_1 = \rho \frac{\ell_1}{S} \quad \text{va} \quad r_2 = \rho \frac{\ell_2}{S}$$

Bu erdagi r_1 ning r_2 ga nisbati elkalarining nisbatiga o'xshashdir:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\ell_1}{\ell_2} \quad (27)$$

(27) ni e'tiborga olgan holda (26) tenglikni quyidagicha o'zgartiramiz:

$$R_x = R \frac{r_1}{r_2} = R \frac{\ell_1}{\ell_2} \quad (28)$$

(28) tenglikdan ko'rinadiki, galvanometrdan tok o'tmayotganda R_x qarshilikni aniqlash uchun R qarshilikni, ℓ_1 va ℓ_2 elkalarning uzunligini o'lchash kerak. Reoxord shkalasidan ℓ_1 va ℓ_2 uzunliklarni 1 mm aniqlikda olish mumkin.

Ishni bajarish tartibi

1. 5-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha elektr zanjiri tuziladi.

2. Tuzilgan zanjirning to'g'riligini o'qituvchi tekshiradi.

Zanjir to'g'ri tuzilgan bo'lsa, kalit K ulanadi. Kalitni ulash oldidan D jilgich reoxordning o'rtasiga yaqin vaziyatda bo'lishi kerak.

3. D jilgichni chap yoki o'ngga surish bilan galvanometr strelkasining nolnchi bo'limni ko'rsatishiga erishiladi. Agar bunga jilgich chekkaroqda turganida erishilsa, R qarshilikni o'zgartirish kerak va nihoyat D jilgich reoxordning o'rtasiga yaqin turganida galvanometr ko'rsatishi nolga teng bo'lishiga erishish o'rinlidir. Xuddi shu holatda ℓ_1 va ℓ_2 yelkalarining uzunliklari o'lchanadi. Olingan ma'lum qarshilik R ni qarshilik magazinidan hisob qilinadi. So'ngra ℓ_1 , ℓ_2 va R larning qiymatlarini (28) ga qo'yib birinchi g'altakning noma'lum qarshiligi R_{x1} hisoblanadi. Tajriba R ning yana ikki xil qiymati uchun takrorlanadi va har qaysi tajribada R_{x1} qiymati hisoblanadi. O'lchash va hisoblash natijalari 3-jadvalga yoziladi.

4. O'tkazilgan tajribalardan aniqlangan R^I_{x1} , R^{II}_{x1} va R^{III}_{x1} qiymatlari asosida ularning o'rtacha arifmetik qiymati $\langle R_{x1} \rangle$ hisoblanadi, ya'ni:

$$\langle R_{x1} \rangle = \frac{R^I_{x1} + R^{II}_{x1} + R^{III}_{x1}}{3}$$

5. Tajribani ikkinchi qarshilik (g'altak) uchun ham uch marta takrorlanadi va ikkinchi qarshilikning o'rtacha arifmetik qiymati $\langle R_{x2} \rangle$ hisoblanadi, ya'ni:

$$\langle R_{x2} \rangle = \frac{R^I_{x2} + R^{II}_{x2} + R^{III}_{x2}}{3}$$

6. G'altaklar bir-biriga ketma-ket ulanadi va zanjirga R_x o'rniga kiritiladi. Ularning qarshiligini yana uch marta aniqlanadi va umumiy qarshilikning o'rtacha arifmetik qiymati $\langle R_{k-k} \rangle$ hisoblanadi.

7. Tajriba yo'li bilan topilgan $\langle R_{k-k} \rangle$ ning qiymati, g'altaklar qarshiligining algebratik yig'indisiga qariyb teng bo'lishi kerak:

$$\langle R_{k-k} \rangle = \langle R_{x1} \rangle + \langle R_{x2} \rangle$$

8. Ikkala g'altak parallel ulanadi va yuqoridagi kabi ishlar bajariladi. Bunda $\langle R_p \rangle$ qarshilik quyidagi formula bo'yicha hisoblangan qarshilikka yaqin bo'lishi kerak:

$$\frac{1}{\langle R_n \rangle} = \frac{1}{\langle R_{x1} \rangle} + \frac{1}{\langle R_{x2} \rangle}$$

3-jadval

O'tkazgich qarshiligini o'zgarmas tok ko'prigi yordamida aniqlashda o'lchash va hisoblash natijalari

qarshiliklar (g'altaklar)	Tajribalar	R	ℓ_1	ℓ_2	R_x	$\langle R_x \rangle$
------------------------------	------------	-----	----------	----------	-------	-----------------------

Birinci g`altak	1					
	2					
	3					
Ikkinchi g`altak	1					
	2					
	3					
G`altaklar ketma-ket ulangan	1					
	2					
	3					
G`altaklar pa-rallel ulangan	1					
	2					
	3					

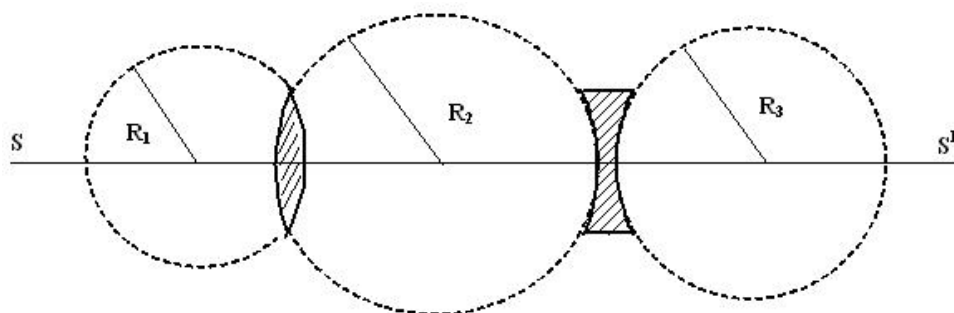
Eslatma. Tajribani bajarishda zanjirni tok manbaiga uzoq vaqt ulab quyish kerak emas, ka-litni esa o`lchash paytlaridagina ulash kerak.

Sinov savollari

1. Uitston ko`prigi sxemasini chiziig va tushuntiring.
2. Uitston ko`prigi yordamida noma'lum qarshilikni hisoblash formulasi (28) qanday chiqariladi?
3. Reoxord qanday tuzilgan?
4. Nnma uchun elkalarni o`lchash galvanometrnning ko`rsatishi nolga tent bo`lganda bajariladi?
5. qarshilikni ampermetr va voltmetr yordamida aniqlash usuliga qaraganda ko`prik usulining qanday afzalliklari bor?

4- laboratoriya ishi. Yig`uvchi va sochuvchi linzalarning fokus masofasini aniqlash

Bu bo`limda linzalarning fokus masofalarini aniqlash, qavariq va botiq linzalarning optik kuchlarini o`lchash hamda linzalarning nuqsonlarini o`rganishga doir laboratoriya ishlari keltiril-gan. Biz bu ishlarni bayon qilishdan oldin ularga taaluqli bo`lgan qisqacha nazariy tushun-



6-rasm.

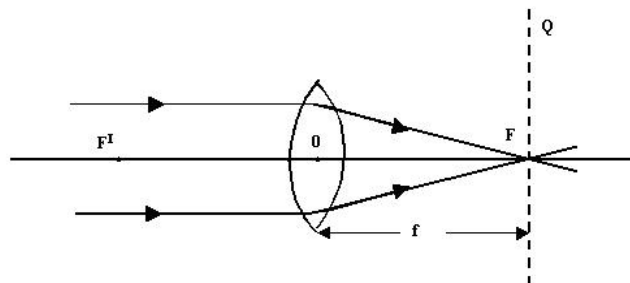
chalarni keltiramiz.

Optik asboblarda yorug`lik nurining yo`nalishini o`zgartirish uchun linzalar keng qo`llaniladi. Odatda ular ishlatilish sohasiga qarab shishadan yoki kvartsdan yasaladi.

Ikkita sferik yoki bitta sferik va bitta yassi sirt bilan chegaralangan shaffof jismlarga lin-zalar deyiladi. Qalinligi egrilik radiusiga nisbatan juda kichik bo`lgan linzalarga *yupqa linzalar* deyiladi. *Qavariq* linzalar yorug`lik nurini yig`adi, *botiq* linzalar esa tarqatadi.

Linzani hosil qilgan sirtlarning egrilik markazlari orqali o`tgan to`g`ri chiziq linzaning *bosh optik o`qi* deb ataladi. 6-rasmda ikkita linzaning egrilik radiuslari ko`rsatilgan. Rasmda ik-kita linza bitta optik o`q $S S'$ ga joylashtirilgan.

Agar qavariq linzaga uning bosh optik o`qiga parallel bo`lgan parallel nurlar dastasi tashlansa u linzadan o`tib, bosh optik o`qini biror (f) nuqtada kesib o`tadi. Bu nuqtaga lin-



7-rasm.

zaning *bosh fokus nuqtasi* deyiladi. Linzaning bosh fokus nuqtasidan uning markazigacha bo'lgan f masofaga uning *fokus masofasi* deyiladi (7-rasm).

Linzaning markazidan uning bosh optik o'qiga burchak hosil qilib o'tgan o'qlarga linzaning qo'shimcha optik o'qlari deyiladi. Linzalarning nurni yig'ish yoki tarqatish xususiyatini ko'p sondagi prizmalar majmuasidan iborat ekanligini nazarda tutgan holda tushuntirish mumkin.

Linzaning fokuslari orqali bosh optik o'qqa perpendikular tarzda o'tkazilgan Q tekislikka linzaning *fokal* tekisligi deyiladi. Fokus masofaga teskari bo'lgan D kattalik linzaning *optik kuchi* deyiladi.

$$D = \frac{1}{f} \quad (29)$$

Linzalarning optik kuchlari *dioptriyalarda* o'lchanadi. 1 dioptriya – fokus masofasi 1 metr bo'lgan qavariq linzaning optik kuchidir. Qavariq linzalar uchun uning qiymati musbat, botiq linzalar uchun esa manfiy deb qabul qilingan.

Ma'lumki, linzalarning umumiy formulasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \quad (30)$$

bu erda a_1 - buyumdan linzagacha, a_2 - tasvirdan linzagacha bo'lgan masofadir, f - linzaning fokus masofasi (8-rasm).

YUpqa linzalar uchun quyidagi ifoda o'rinli:

$$D = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (31)$$

bu erda R_1 va R_2 lar linza sirtlarining egrilik radiuslari, n -linza moddasining sindirish ko'rsatkichi. Agar linza sindirish ko'rsatkichi n_M bo'lgan biror muhitda joylashgan bo'lsa, bu formula quyidagicha yoziladi:

$$D = \left(\frac{n_n}{n_M} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (32)$$

Agar linza yassi-sferik bo'lsa,

$$D = \frac{(n - 1)}{R} \quad (33)$$

(30) va (31) dan quyidagini hosil qilamiz:

$$D = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right). \quad (34)$$

Linzaning kattalashtirishi

$$K = \frac{a_2}{a_1} = \frac{A'B'}{AB}$$

formuladan topiladi. Optik sistemalar odatda qator nuqsonlarga ega bo'lib, ularga *aberratsiyalar* deyiladi. Biz shulardan ikkitasini, sferik va xromatik aberratsiyani qarab chiqamiz. Linzaning chetki qismlariga tushgan yorug'lik nuri ko'proq, markaziga yaqinlashgani sari esa kamroq sinadi. Bunga sferik aberratsiya deyiladi (9-rasm).

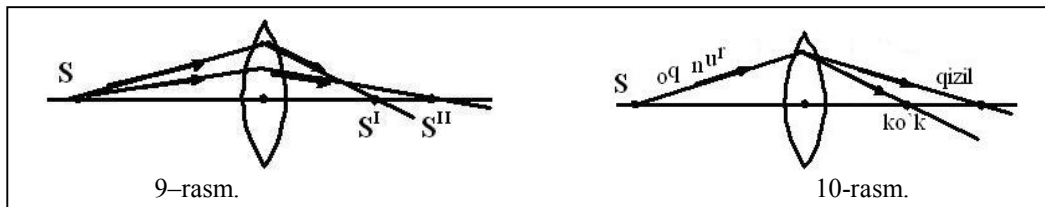
Agar linzaga oq yorug'lik nuri tashlansa, dispersiya tufayli tasvirning chetki qismi rangli bo'lib ko'rinadi. Bu hodisaga xromatik (rangli) aberratsiya deyiladi (10-rasm). Bunday nuqsonlarni bartaraf qilish maqsadida *axromatik* linzalardan foydalaniladi.

1-mashq. Yig'uvchi linzaning fokus masofasini aniqlash

Kerakli asbob va jihozlar: optik taglik, yig'uvchi linza, yorug'lik manbasi, masshtabli ekran.

Ishning maqsadi: Yig'uvchi linzaning fokus masofalarini turli usullar yordamida aniqlash.

Qurilmaning tavsifi: ekran, yorug'lik manbasi va linzalar 11-rasmda ko'rsatilgani kabi bir optik o'q bo'yicha joylashtiriladi.



Manbaning old qismidagi qog'ozga tushirilgan strelka buyum vazifasini o'taydi.

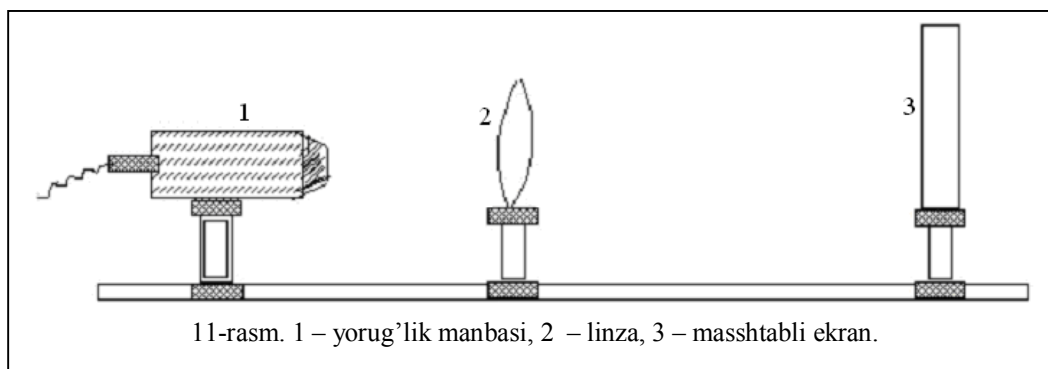
Ishning bajarilish tartibi: Dastlab uch xil usul bilan qavariq linzaning fokus oralig'i topiladi.

Birinci usul. Fokus masofasini linza bilan buyum va linza bilan tasvir o'rtasidagi masofalarga asosan topish. Bu holda optik tenglikda faqat qavariq linza qoldirilib, botiq linza qo'yiladi.

Linzani optik taglik ustida ohista siljitib, strelkaning ekrandagi aniq tasviri hosil qilinadi. Bu holda buyumdan ya'ni strelkadan linzagacha bo'lgan masofa α_1 hamda linzadan tasvirgacha, ya'ni ekrangacha bo'lgan masofa α_2 yozib olinadi. Bularning qiymatlari optik taglikning shkalasidan santimetrlarda yozib olinadi. α_1 va α_2 ning qiymatlarini bilgan holda (30) formuladan foydalanib, linzaning fokus masofasini hisoblash mumkin.

$$f = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_1 + a_2} \quad (35)$$

Ikkinchi usul. Fokus masofasini buyum bilan tasvirning kattaligidan va linza bilan tasvir orasidagi masofadan foydalanib topish. Bu holda ham 1-mashqdagi singari strelkaning aniq tasviri hosil qilinadi. Tasvir kattalashtirilgan bo'lishi lozim. Buyumning (strelkaning) chiziqli o'lchami ℓ lineyka yordamida, tasvirning o'lchami L esa masshtabli ekrandan topiladi. Bularni bilgan holda linzaning fokus masofasini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:



11-rasm. 1 – yorug'lik manbasi, 2 – linza, 3 – masshtabli ekran.

$$f = a_2 \frac{\ell}{\ell + L} \quad (36)$$

Uchinchi usul. Fokus masofasini linzani siljitish yo'li bilan o'lchash. Agar buyum bilan uning tasviri orasidagi (A) masofa linzaning to'rtlangan fokusi $4f$ dan katta bo'lsa, linzaning ikki vaziyatida buyumning tasviri hosil bo'ladi. 12-rasmdan ko'rinadiki, linzaning birinchi vaziyatida

$$a_1 = A - (\ell + x), \quad a_2 = x + \ell \quad \text{bo'lgani uchun,}$$

$$f = \frac{(A - \ell - x) \cdot (x + \ell)}{A} \quad (37)$$

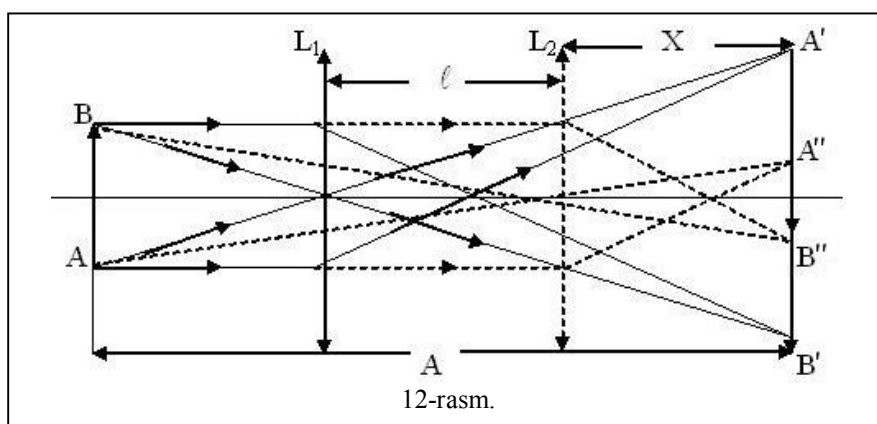
Ikkinchi vaziyatda esa $a_1 = A - x$, $a_2 = x$ bo'lganidan,

$$x = \frac{A - \ell}{2} \quad (38)$$

Linza birinchi vaziyatda turganda buyum bilan linza orasidagi masofa

$$a_1 = \frac{A - \ell}{2} \quad (39)$$

Linza bilan tasvir orsidagi masofa esa

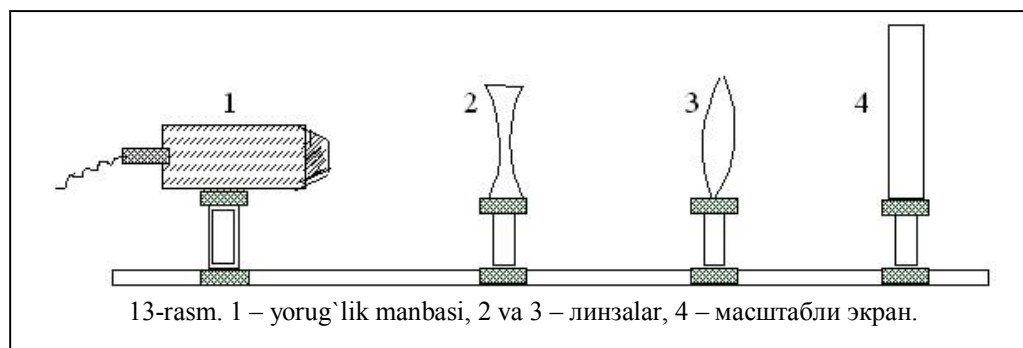


$$a_2 = \frac{A + \ell}{2} \quad (40)$$

α_1 va α_2 larning bu qiymatlarini (30) formulaga qo'yib, linzaning fokus masofasini topamiz:

$$f = \frac{A^2 - \ell^2}{4A} \quad (41)$$

Buyum bilan ekranni bir-biridan $A > 4f$ masofaga qo'yib, ularning orasiga qavariq linza joylashtiriladi. Linzani optik taglikda surish yo'li buyumning aniq tasviri hosil qilinadi. Optik taglikka o'rnatilgan shkaladan linzaning vaziyati yozib olinadi. Linzani surish yo'li bilan ikkinchi aniq tasvir hosil qilinadi. Bu tajriba bir necha marta takrorlanib linzalar orasidagi (A) masofa hamda linzaning ikkita vaziyati orasidagi ℓ masofa aniqlanadi. Olingan natijalar asosida (41) formula yordamida qavariq linzaning fokus masofasi topiladi.



2-mashq. Sochuvchi linzaning fokus masofasini aniqlash

Kerakli asbob va jihozlar: optik taglik, yig'uvchi linza, yorug'lik manbasi, masshtabli ekran.

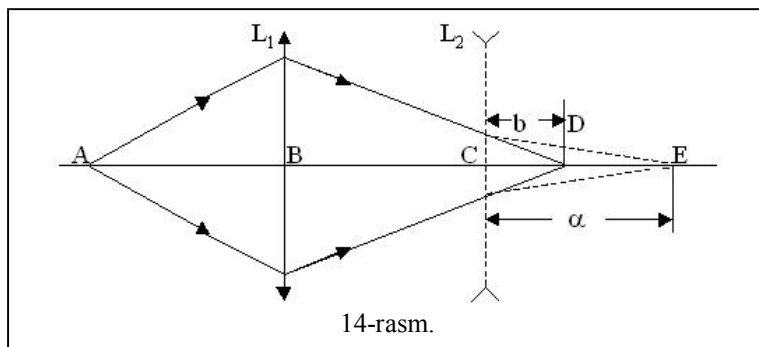
Ishning maqsadi: Yig'uvchi linzaning fokus masofalarini turli usullar yordamida aniqlash.

Qurilmaning tavsifi: ekran, yorug'lik manbasi va linzalar 11-rasmda ko'rsatilgani kabi bir optik o'q bo'yicha joylashtiriladi (13-rasm).

Manbaning old qismidagi qog'ozga tushirilgan strelka buyum vazifasini o'taydi.

Ishning bajarilish tartibi: Bu laboratoriya ishi xuddi 1-mashq bajarilgani kabi bajariladi. Dastlab qavariq linzaning fokus oralig'i topiladi.

Botiq linzaning fokus masofasini topish. Agar (A) yorug'lik manbasidan chiqayotgan



nurlarning yo'liga qavariq linza qo'yilsa, nurlar linzadan o'tgandan so'ng (D) nuqtada to'planib, yorug'lik manbasining tasvirini hosil qiladi, (14-rasm). Agar (B) qavariq linza bilan (D) nuqta orasidagi L_2 botiq linza joylashtirilsa, unda nurlar avvalgi holdagi kabi D nuqtada emas, balki E nuqtada to'planadi. Agar SD masofani b bilan, CE masofani a bilan belgilasak, botiq linzaning fokus masofasi f ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$f = \frac{a \cdot b}{a - b} \quad (42)$$

Bu ishni bajarish uchun dastlab optik taglikka yig'uvchi linza joylashtiriladi va buyumning aniq tasviri hosil qilinadi. SHu tajriba bilan D nuqtaning vaziyati belgilab olinadi. So'ngra yig'uvchi linza bilan D nuqta oralig'iga botiq L_2 linza joylashtiriladi. Ekranni surish yo'li bilan qaytadan buyumning aniq tasviri hosil qilinadi. Bu ishni bir necha marta takrorlab, ekranning E vaziyati topiladi. a va b masofalar o'lchanib (42) formula yordamida sochuvchi (botiq) linzaning fokus masofasi hisoblanadi.

Sinov savollari:

1. Linza deb nimaga aytiladi?
2. Linzalarning asosiy parametrlarini aytib bering.
3. Abbening sinuslar shartini tushuntiring.
4. Yupqa linzalarning asosiy formulasini chiqaring.
5. Linzalar qanday kamchiliklarga ega?

5-laboratoriya ishi. Moddalarning radioaktivligini radiometr yordamida aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: 1. Statsionar (laboratoriya) radiometrlari: B-2, B-3, PP-16, PP-8 (volna) DP-100, RPS-2-03A, RPS-2-03T, KRK-1-01A, RKB 4-1 eM; 2. Ko'chma (portativ) radiometrlar: beta-gamma-intensimetr, «Luch-A» universal radiometri, universal RUP-1, DP-5A radiometri, SRP 68-01, DGZ-02, DGZ-03 va boshqalar.

Nazariy ma'lumotlar. Frantsuz fizigi A.Bekkerel tomonidan 1896 yili uran tuzining chiqargan nurlari havoni ionlashtirishi, fotoplastinkaga ta'sir etishi aniqlangandan keyin uran elementining hamma birikmalari nur chiqarish qobiliyatiga ega ekanligi ma'lum bo'ldi.

E.Rezerford, P.Kyuri, M.Kyuri kabi olimlarning tekshirish natijalari moddalarning radioaktiv nurlanishi juda murakkab jarayon ekanligini ko'rsatdi.

Uran elementi birikmalarining nur chiqarish intensivligiga tashqi omillar: harorat, bosim va hokazolar hech qanday ta'sir etmasligi aniqlandi.

Nur chiqarishda radioaktiv elementlarning ba'zi izotoplari elementar zarralar chiqarib boshqa izotoplarga aylanadi. Radioaktivlik bu kimyoviy elementlar atomlarining o'z-o'zidan nur chiqarishda yemirilib turishidir. Bir kimyoviy element barqaror izotopining elementar zarralar yoki yadrolar chiqarib boshqa element izotopiga aylanishiga **radioaktivlik** deyiladi.

Radioaktivlik tabiiy va sun'iy radioaktivlikka bo'linadi. Tabiiy radioaktiv moddalar tabiatda barqaror izotoplar ko'rinishida bo'ladi. Sun'iy radioaktiv izotoplar esa yadro reaksiyalari natijasida olinadi.

Radioaktiv yemirilishda dt vaqt ichida emiriladigan atomlar sonini dN deb olsak, u holda dt vaqt ichida emiriladigan yadrolar soni boshlang'ich mavjud yadrolar soni N ga mutanosib bo'ladi:

$$dN = -\lambda N dt, \quad (224)$$

bu erda: λ -berilgan elementning emirilish doimiysi. (225) tenglikdagi minus ishorasi vaqt o'tishi bilan radioaktiv element atomlari sonining kamayishini ko'rsatadi. (225) tenglikni integrallab atom yadrolarining o'z-o'zidan emirilishi-radioaktiv emirilish qonunini olamiz:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (226)$$

Bu erda: N_0 -boshlang'ich $t=0$ paytdagi radioaktiv moddadagi yadrolar soni; N-bu t vaqt o'tgandan keyingi emirilmay qolgan yadrolar soni.

Radioaktiv element emirilish doimiysi λ ga teskari mutanosib bo'lgan kattalik τ **radioaktiv moddaning o'rtacha yashash vaqti** deyiladi:

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad (227)$$

YArim emirilish davri T deb boshlang'ich element atomlari miqdorining ikki marta kamayishi uchun ketgan vaqtga aytiladi. (226) tenglikdan $e^{-\lambda T} = \frac{1}{2}$ bundan $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} = 0,693\tau$ (227)

tenglikdagi $\tau = \frac{1}{\lambda}$ bo'lganligidan $T = \tau \cdot \ln 2$ bundan $\tau = \frac{T}{\ln 2} = 1,44T$

Demak, o'rtacha yashash vaqti yarim emirilish davridan 1,44 marta katta ekan. Radioaktiv elementda vaqt birligi ichida emiriladigan yadrolar soni shu elementning **aktivligi** deyiladi.

Agar aktivlikni α harfi bilan belgilasak, ushbuni yozamiz: $\alpha = \left| \frac{dN}{dt} \right|$, bundan $\alpha = \lambda N = \frac{N \cdot \ln 2}{T}$

ga teng.

Demak, radioaktiv moddaning aktivligi, uning miqdoriga to'g'ri va yarim emirilish davriga teskari mutanosib ekan. SI sistemasida aktivlikning birligi sifatida 1 sekundda bitta yadroning aylanishi (bo'linishi) qabul qilingan. Bu birlik Bekkerel (Bk) deb ataladi. Aktivlikning sistemaga kirmagan birligi 1 Kyuri (Ki) bo'lib, u 1 g radiyning aktivligiga teng, ya'ni Kyuri-bu 1 sekundda $3,7 \cdot 10^{10}$ ta emirilish sodir bo'ladigan moddaning aktivligidir.

Aktivlikning millikyuri ($1 \text{ mKi} = 10^{-3} \text{ kyuri} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Bk}$), mikrokuri ($1 \text{ mkKi} = 10^{-6} \text{ kyuri} = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Bk}$) kabi birliklari ham mavjud.

YAdro fizikasining dozimetriya qismi moddalarga ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirini xarakterlaydigan bo'limi bo'lib, jismlarning ichki va tashqi olgan nurlanishini miqdoriy va sifat tomonlarini aniqlaydi. Odatda nurlanish dozasi bu nurlangan modda birlik massasining nurlanish vaqtida yutgan energiyasi miqdoriga teng. Agar moddadan rentgen nurlari, γ va α nurlar o'tsa, bu nurlar moddaning atomlari va molekulalarini ionlashtiradi.

SI birliklar sistemasi bo'yicha nurlanishning yutilgan dozasi Grey (Gr) birlikda o'lchanadi. 1 Gr bu 1 kg moddada 1J ionlashtiruvchi nurlanish energiyasi yutilganiga teng, ya'ni

1Gr=1J/kg. Nurlanishning yutilgan dozasini sistemaga kirmagan birligi 1 rad=0,01 Gr ga teng, u vaqtda 1 Gr=1J=100 rad ga teng bo'ladi. Nurlanishning yutilgan dozasini amaliyotda aniqlash ancha qiyin, shuning uchun odatda nurlanishning ekspozitsion dozasi tushunchasidan foydalaniladi. Bunda yutilgan dozani nurlanishning havoni ionlashtirish ta'siriga qarab belgilanadi.

Rentgen va gamma nurlanishlarning **ekspozitsion dozasi** deb, quruq havoda shu nurlanishlar ta'sirida hosil bo'lgan bir xil ishorali ionlar elektr zaryadlarining, shu nurlanishni yutgan quruq havo massasiga nisbatini aytiladi va uni Kl/kg birlikda o'lchanadi.

Rentgen va gamma nurlanishning havoda ekspozitsion dozasi birligi qilib Kl/kg qabul qilingan. Rentgen ham ekspozitsion doza birligi hisoblanadi:

$$1\text{ R}=1\text{SGSE}=nq$$

Bu erda: n-ionlar soni; q-ion zaryadi ($q=4,8\cdot 10^{-10}$ CGSE). Bitta elektrostatik zaryad birligini hosil qilish uchun $n = \frac{1}{4,8 \cdot 10^{-10}} = 2,08 \cdot 10^9$ juft ionlar/sm³ kerak.

Ma'lumki, o'rtacha bir akt ionlashtirishga 34 eV ($1\text{eV}=1,6\cdot 10^{-12}$ erg) energiya kerak, u holda 1 R ekspozitsion dozaga quyidagilar mos keladi:

$$D_{\text{eksp}}=2,08\cdot 10^9\cdot 34\cdot 10^{-6}=7,06 \cdot 10^4 \text{ MeV/sm}^3$$

$$D_{\text{eksp}}=7,06\cdot 10^4\cdot 1,6\cdot 10^{-12}\cdot 10^6=0,114 \text{ erg/sm}^3$$

Agar bu hisoblar 1 g havo uchun bajarilsa, 1R ekspozitsion doza quyidagiga teng bo'ladi.

$$1\text{R}=7,06\cdot 10^4\text{MeV/sm}^3=5,47\cdot 10^7\text{MeV/g}=0,114\text{erg/sm}^3=87,7\text{erg/g}.$$

0,114 erg/sm³ va 87,7 erg/g kattaliklar rentgenning energetik ekvivalentlari sifatida qabul qilingan. Ekspozitsion doza quvvati SI sistemasida Kl/kg-s va sistemadan tashqi R/soat (rentgen/soat)= $7,17\cdot 10^{-8}$ Kl/kg-s birlikda o'lchanadi. YUtilgan doza quvvati SI sistemasida Gr/s (grey/sekund) birlikda o'lchanadi.

Dozimetrik asboblari yoki **dozimetrlar** deb ionlashtiruvchi nurlanish dozasini o'lchashda ishlatiladigan asboblarga aytiladi. Dozimetrlar turlari va vazifasiga qarab: shaxsiy, tibbiy, radiobiologik, radiatsion, texnik, reaktor ichki qismi uchun tayyorlangan dozimetrlarga bo'linadi. Dozimetrlarning konstruksiyasi va qaysi turdagi nurlanishni qayd etishi ham ahamiyatga ega. Dozimetrlar asosan statsionar, ko'chma va shaxsiy-cho'ntakda olib yuradigan ko'rinishda bo'ladi. Dozimetrlar ionlashtiruvchi nurlanish bilan moddaning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladigan fizikaviy va kimyoviy jarayonlarni aniqlashga asoslangandir. SHaxsiy dozimetrlar bilan ish mobaynida, bir kecha-kunduzda yoki haftada olingan nurlanish miqdori uzluksiz o'lchab boriladi. Ular fotodozimetrlar, lyuminestsent va kondensatorli turlarga bo'linadi.

Bevosita ko'rsatuvchi (DK-0,2, DP-22V, DP-24) va bilvosita ko'rsatuvchi (ID-1, ID-11) shaxsiy dozimetrlar asosan kameradagi elektrodda to'plangan potentsialni o'lchashga mo'ljallangan.

DK-0,2 shaxsiy dozimetri rentgen va gamma nurlanishni 10-200 mR diapozonda o'lchaydi, uning energiyasi 150 keV-2MeV ga teng, xatoligi 10% dan oshmaydi. DP-22V va DP-24 cho'ntak dozimetrlari gamma nurlanishni o'lchaydi, o'lchash diapazoni 2-50R, quvvati 0,5-200 R/soat, tashqi ko'rinishi avtoruchkani eslatadi.

Bilvosita ko'rsatuvchi dozimetrlar (ID-2) diapazoni 0.005-1R, energiyasi 0,15-2,0 MeV bo'lgan rentgen va gamma nurlanishni o'lchaydi. DRGZ-02 va DRGZ-03 dozimetrlari bilan asosan laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlarida rentgen hamda gamma nurlanish miqdori, quvvati, neytronlar oqimi zichligi, tez neytronlar shuningdek, radioaktiv ifloslanish o'lchanadi. Ikkala dozimetr bir-biridan kam farq qiladi. Ikkalasida ham detektor va o'lchash bloki asosiy qism bo'lib, doimiy tok kuchaytirgichdan, iste'mol tokidan hamda o'lchash asbobidan tashkil topgan. Ish sharoitida dozimetrlarni etalon nurlanish manbalari bilan doimo tekshirib turish kerak.

Agar laboratoriyada Gammatron -1 TS-68 asbobi mavjud bo'lsa, uning yordamida dozimetrik va radiometrik qurilmalarni tekshirib turish ma'qul bo'ladi. Radiatsiyani biologik

jarayonlarda, ilmiy tajriba uchun mavjud bo'lgan kichik gamma maydonlarda, biologik texnologiyada, pasterizatsiya, sterilizatsiya jarayonlarida o'lchash uchun dozimetrlarni statsionar o'rnatish maqsadga muvofiqdir. Agar ma'lum bir joyda radioaktiv ifloslanish sodir bo'lsa, u holda ko'chma (dala) dozimetrlardan foydalaniladi.



Atom va yadro energiyasini xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llash, bu turdagi energiyaning atrof muhitga va tirik organizmga tasirini mufassal bilishni taqozo qilmoqda. SHuning uchun ham atmosfera, suv, tuproq, odamlar, hayvonlar, qishloq xo'jalik o'simlik va mahsulotlarining radioaktivligini tekshirib turish hozirgi kunning dolzarb masalalaridan biri bo'lib qoldi. CHunki atom yadrosi katta energiya manbai bo'lishi bilan birga ayniqsa, tirik organizmga zararli ta'siri o'ta og'ir «nur kasalligi» degan dardga olib keladi. Talabalar fizika kursidan ma'ruzalar tinglash mobaynida radioaktiv nurlanish va uni qishloq xo'jaligida qo'llanilishi haqida ma'lumotga ega bo'lishi bilan birga, nishonli atomlarning qishloq xo'jalik o'simliklaridagi yutilganmiqdorini amaliy mashg'ulotlarda radioaktiv preparatlarning nur chiqarish intensivligiga qarab o'rganadilar.

Qurilmaning tavsifi. Nurlanishning muhit bilan o'zaro ta'siridagi birlamchi effektini qayd

etadigan qurilma *detektor* deb ataladi. Detektorda hosil bo'lgan effektini elektr tokiga aylantiradigan qurilmani qayd etuvchi elektr o'lchov qurilmasi deb yuritamiz. Detektor va qayd etuvchi elektr o'lchov qurilmasining birgalikdagi nomi radiometrdir. Hozirgi paytda radiometrlarning juda ko'p turlari mavjud. Ular orasidan radiatsion dozimetrlar ko'proq qo'llaniladi. Radiatsion dozimetrlar modda yutgan ionlovchi radiatsiyaning miqdori yoki quvvatini o'lchashga mo'ljallangan. Radiatsion nurlanish oqimi zichligi va quvvati o'zaro to'g'ri mutanosib ravishda bog'langan. SHuning uchun ham nurlanish dozasi ga yoki quvvatiga qarab darajalangan qurilmalarni biz radiatsion dozimetrlar deymiz.

Amaliy mashg'ulotlarning ko'pchiligida radioaktiv zarralarni va gamma kvantlarni o'lchash uchun ishlatiladigan B-2 barqaror (statsionar) hisoblash qurilmasi bilan tanishib o'taylik. (92-rasm)

B-2 qurilmasi har xil turdagi gaz razryadli schyotchiklar yordamida beta-zarralarni va gamma kvantlarni o'lchaydi. Agarda B-2 qurilmasiga chaqnash qurilmasi (P-349-2) qo'yilsa α zarrarlarni ham o'lchash mumkin. B-2 radiometri asosan gaz razryadli schyotchiklar blokidan (GSB) va yuqori kuchlanishli energiya bilan ta'minlaydigan stabilizatoridan tuzilgan. SHuni ham ta'kidlash kerakki, kuchlanish berilgan paytda qurilmaga va hisoblagich (schyotchik) ipiga teginish hayot uchun xavflidir. YAdro zarralari yoki gamma-kvantlar schyotchikka kelib tushishi bilan gaz razryadli schyotchik blokida hosil bo'lgan impuls kuchaytiriladi va hisoblash sxemasiga uzatiladi.

Hisoblash sxemasi asosan schyotchikdan kelayotgan impuls larni kuchaytirish va boshqarish bilan birga radioaktivlikni qayd etish uchun elektromexanik schyotchikka beriladi (EMS). Birlamchi impulsni birdaniga qayd etish uchun ko'paytmalar:

$K \times 1, \times 4, \times 16$ va $\times 64$ qo'yilgan. Bunda kerak bo'lgan impulsni qayd etish uchun ulagichdan foydalaniladi.

B-2 qurilmasining o'rta qismida 6 ta neonli (lampa) impulsni qayd etilayotganligini ko'rsatib turadi. SHu lampalar bilan impuls larni soni aniqlab boriladi. Bunda birinchi lampa bir

qo'shimcha impulsiga, ikkinchi lampa-2, uchinchi-4, to'rtinchi-8, beshinchi-16 va oltinchi lampa-32 ta qo'shimcha impulsiga to'g'ri keladi.

Agar impulsni hisoblash tugagan paytda birinchi, ikkinchi, to'rtinchi lampalar yonib turgan bo'lsa EMS ko'rsatmasiga 1Q2Q8q11 impulsni qo'shish kerak.

Qurilmaning oldingi tomonida «Sbros» tugmachasini bosish bilan hisoblash sxemasi oldingi holiga keladi. Ulagich yordamida tekshirib, bosqichlarini ishga tushirib hisoblash sxemasining to'g'ri ishlayotganini aniqlash mumkin. Bunda impulsar soni normal holda ishlaganda 3000 imp/min teng bo'lishi va xatolik 2% dan oshmasligi kerak. Bu qurilmani old tomonidagi yuziga doiraviy ko'rinishdagi ikkita tsiferblat joylashtirilgan bo'lib har qaysisi 100 ga bo'lingan. Har bir impulsda o'ng tomondagi (x1) tsiferblat strelkasi sakrab 1 bo'limga ko'payadi.

CHap tomondagi tsiferblat strelkasi tekis uzluksiz harakat qilib faqat EMS schyotchigida 100 impuls bo'lganda bir bo'limga siljiydi. To'liq impulsar soni hisoblash sxemasiga ishlab turgan vaqtiga qarab quyidaga formula bilan aniqlanadi.

$$n q(a \cdot 100 Q v) \cdot k Qs$$

Bu erda: n-to'liq impulsar soni; a-chap tomonidagi tsiferblat ko'rsatishi; v-o'ng tomondagi tsiferblat ko'rsatishi; k-hisoblash karraligi; s-yanib turgan neon lampalardagi impulsar soni.

YUqori kuchlanishli kuchaytirgich asosan stabillashtirilgan (doimiylashtirilgan) manba (BSP) blokida joylashgan bo'lib, schyotchikka berilayotgan kuchlanishni kontrol qilib turish uchun B-2 qurilmasining oldingi qismiga voltmeter o'rnatilgan. Voltmeter shkalasi 0-200V da 100 ta bo'limga taqsimlangan. Panelda joylashgan potentsiometr yordamida kuchlanishni boshqarish richagi bilan kerakli kuchlanish olinadi. B-2 qurilmani orqa tomonida «+» va «-» uyalar bor bo'lib, gaz razryadli schyotchiklar bilan ishlaganda "+" uyasi ulanadi, «-» uyasi esa yopilib erga ulanadi. «Manba» degan bosqich «uzish» holatiga qo'yiladi. Bu holatda «ulash» signal lampa yonadi, richagni bosish bilan hisoblash sxemasi ishlaydi va «uzish» richagiga bosib qo'yilsa to'xtaydi. B-2 radiometri asosan 110, 127, 220 kuchlanishlarda ishlaydi.

Radiometrni ishga tayyorlash.

1. 5-10 minut davomida xona havosi shamollatib tozalanadi.
2. Hisoblash asbobini GSB-2 bloki va yuqori kuchlanishli to'g'rilagichga ulanadi.
3. Tortsli schyotchik qo'rg'oshinli uychaga joylashtiriladi.
4. B-2 qurilma elektr tarmog'iga ulanadi, bu holda sinov lampasi yonadi va qurilmaning qizishi uchun 10-15 minut kutiladi.
5. Ulagich «tekshirish» holatiga qo'yiladi va ulagich richagini ishga tushirib neon lampalar impulsi qayd etila boshlaydi.
6. Hisoblash sxemasining raqamlari va neon lampalarni o'chirish uchun («Sbros») tugmachasidan foydalaniladi.
7. Elektromexanik schyotchiklarning ko'rsatkich tsiferbn-latini 0 raqamligini ko'rish kerak va «ulash» yoki «qo'shish» holatiga qo'yib sekundomer ham ishlatiladi. 60 sekunddan keyin «qo'shish» («pusk») tumblerini va sekundomerni to'xtatish kerak.
8. EMS dagi raqamlar 47jadvalga yozib olinadi, hisoblash koeffitsienti bo'yicha va tajribani 2, 3, 4, 5, va 6 minut vaqt uchun o'lchash natijalari yozib boriladi.

47-jadval

Radiometr yordamida o'lchash natijalari.

O'lchashlar	Harqaysi o'lchash-lar, min.	Hisoblash koeffitsienti	EMS ko'rsatishi	Neonli lampoch-kalar yongandagi raqamlar soni	Hisoblash vaqtida qayd etilgan impuls	Hisoblash tezligi (imp/min)	50 Gts chastotali tezlikda chetga chiqish, %
N _o	Z	K	K(a 100Qv)	C	n	$N \frac{n}{Z}$	$\frac{3000-N}{3000} \times 100$

9. YUqoridagi tartib bo'yicha har xil mavjud radioaktiv moddalarning aktivligini hisoblang. Har xil tog' jinslarida, yong'oqning qobig'ida, mag'zida, bargida, paxta chigiti qobig'ida o'lchang va natijalarini jadvalga yozib boring.

10. Olingan natijalarning o'rtacha kvadratik xatoligini hisoblab, Styudent jadvali bo'yicha ishonchlilik (ehtimollik) darajasi aniqlansin.

Sinov savollari

1. Barqaror holatda va dala sharoitida o'lchaydigan dozimetrlar qo'llanish sohalarini tushuntiring.
2. Beta nurlanish qanday zaryadli zarralar oqimidan iborat?
3. Gamma nurlanishni tushuntirib bering.
4. Rentgen nurlanishi deb nimaga aytiladi?
5. Aktivlikning SI sistemasidagi va sistemaga kirmagan birliklarini izohlang?
6. Hajmiy va solishtirma radioaktivlikni tushuntirib bering.
7. Radionuklidlar deb nimaga aytiladi.?
8. Qaysi o'simlik don (urug')larida radioaktivlik nisbatan katta?
9. Radioaktiv nuklidlar o'simlik urug'larida, ildizlarida yoki bargida to'p-lanishining zararini tushuntirib bering.
10. Ekspozitsion doza va ekspozitsion doza quvvati orasidagi farqni so'zlab bering va o'lchov birliklarini yozing.
11. YUtilgan doza bilan to'qimada yutilgan doza quvvati orasidagi farqni ayting va ularning SI va sistemaga kirmagan birliklarini yozib ko'rsatiing.

V. GLOSSARIY

MEXANIKANING FIZIKAVIY ASOSLARI

O'zbekcha	Inglizcha	Ta'rif
Fizikaviy tushunchalar	Physical concepts	
Mexanikaviy harakat	Mechanical movement	Jismlar yoki ular qismlari vaziyatining fazoda vaqt o'tishi bilan bir-biriga nisbatan o'zgarishi
Mexanika	Mechanic	Fizikaning mexanikaviy harakatlar qonuniyatlarini va bu xarakatlarni keltirib chiqaruvchi va o'zgartiruvchi sabablarni o'rganuvchi bo'limi
Klassik fizika	Classical physics	G.Galiley va I.Nyuton tomonidan yaratilgan va yorug'likning bo'shliqda tarqalish tezligiga nisbatan juda ham kichik tezliklarda harakatlanuvchi makroskopik jismlar harakati qonunlarini o'rganuvchi mexanika
Relyativistik mexanika	Relativistic mechanics	A.Eynshteyn tomonidan yaratilgan maxsus nisbiylik nazariyasiga asoslangan va yorug'likning bo'shliqda tarqalish tezligi bilan taqqoslanarli tezliklarda harakatlanuvchi makroskopik jismlar harakati qonunlarini o'rganuvchi mexanika
Kvant mexanikasi	Quantum mechanics	Fizikaning alohida atom va elementar (subatom) zarralar kabi mikroskopik jismlar (ob'ektlar) tabiatini o'rganuvchi bo'limi
Kinematika	Cinematics	Mexanikaning jismlar harakatini keltirib chiqaruvchi sabablarni hisobga olmagan holda bu xarakatlarni o'rganuvchi bo'limi
Moddiy nuqta	the material point	Noldan farqli massaga ega bo'lgan va geometrik o'lchamlari qaralayotgan masofaga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan jism
Erkinlik darajalari soni	The number of degrees of freedom	Nuqtaning fazodagi vaziyatini to'liq aniqlovchi o'zaro bog'liq bo'lmagan koordinatalari soni
Harakat traektoriyasi	Trajectory	Jismning o'z harakati mobaynida bosib o'tgan nuqtalari to'plamidan iborat bo'lgan egri chiziq
Oniy tezlik	The instantaneous speed	Harakatlanuvchi jism ko'chishidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga miqdor jihatidan teng bo'lgan va harakat traektoriyasining har bir nuqtasiga urinma bo'ylab yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
Traektoriya egriligi	Trajectory Curvature	Traektoriyaning berilgan nuqtasidagi egrilik radiusiga teskari bo'lgan fizikaviy kattalik
Tangensial tezlanish	Tangential acceleration	Aylanma harakat chiziqli tezligi o'zgarishini miqdor jihatidan tavsiflovchi va harakat traektoriyasiga urinma bo'ylab yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
Normal tezlanish	Normal acceleration	Aylanma harakatda traektoriyaning berilgan nuqtasidan egrilik markazi tomon yo'nalgan va chiziqli tezlikning o'zgarishini miqdor jihatidan tavsiflovchi fizikaviy vektor kattalik
Burchak tezlik	Angular speed	Aylanma harakatda burilish burchagidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga miqdor jihatidan teng bo'lgan va yo'nalishi aylanish o'qi bo'ylab o'ng vint qoidasiga ko'ra aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
Markazga intilma tezlanish	Acceleration toward the center	Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning normal tezlanishi
Dinamika	Dynamics	Mexanikaning jismlar harakatini keltirib chiqaruvchi va bu harakatning o'zgarishi sabablarini o'rganuvchi bo'limi
Nyutonning birinchi qonuni	Newton's first law	Ilgarilanma harakatlanuvchi jismga boshqa jismlar ta'sir qilma-guncha yoki boshqa jismlar ta'siri o'zaro kompensatsiyalangan holda u o'z tezligini o'zgartirmasdan saqlaydigan shunday sanoq sistemalari mavjudligini tavsiflovchi qonun. Uni yana inersiya qonuni deb ham yuritiladi.
Inersiya	Inert	Jism tinch holati yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlay olish qobiliyatini tavsiflovchi fizikaviy tushuncha
Nyutonning ikkinchi qonuni	Newton's second law	Jismga ta'sir qilayotgan kuch, uning massasi va tezlanishlari ora-sidagi munosabatni miqdoriy ifodalovchi qonun
Nyutonning uchinchi qonuni	Newton's third law	Jismlar o'zaro ta'sirlashganda miqdor jihatidan teng, lekin

qonuni		yo'nalishi jihatidan qarama-qarshi bo'lgan kuchlar bilan ta'sirlashuvini tavsiflovchi qonun. Uni yana ta'sir-aks ta'sir qonuni deb ham yuritiladi.
Butun olam tortishish qonuni	The law of universal gravitation	Noldan farqli massaga ega bo'lgan har qanday jismlar o'zaro tortishishini va bu tortishish jismlar massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, jismlar massa markazlari orasidagi masofaning kvadratiga esa teskari proporsional bo'lgan kuch bilan ifodalanishini miqdoriy jihatdan tavsiflovchi qonun
Ishqalanish kuchi	Friction force	Jism boshqa bir jism sirtida harakatlanayotganda unga ta'sir qiluvchi va buning natijasida jismning mexanikaviy energiyasi ichki energiyaga aylanishiga sabab bo'luvchi mexanikaviy kuch
Elastik deformatsiya	The elastic deformation	Tashqi kuchlar ta'siri yo'qolganida jismning boshlang'ich shakli va o'lchamlari qayta tiklanishi hodisasi
Elastiklik kuchi	Elasticity	Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi va tashqi kuchlar ta'siriga teskari yo'nalgan mexanikaviy kuch
Guk qonuni	Guk's law	Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi kuchni deformatsiyalanish parametrlari bilan munosabatini miqdoriy va yo'nalish jihatidan ifodalovchi qonun
Kuchning elementar ishi	Elementary	Jismga qo'yilgan kuch va elementar ko'chishlarning skalyar ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy kattalik
Quvvat	Strength	Birlik vaqt mobaynida bajarilgan ishga son jihatidan teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Kinetik energiya	Kinetic energy	Jismning o'z harakati tufayli ega bo'ladigan energiyasi
Potensial energiya	Potential energy	Jismning boshqa biror jism (jismlar) yoki maydon bilan o'zaro ta'sirlashuvi tufayli ega bo'ladigan energiyasi
Mexanikaviy energiya-ning saqlanishi qonuni	Law of the stored mechanical energy	Faqat konservativ kuchlar ta'sir qiluvchi sistemada to'liq mexanikaviy energiya-ning vaqt o'tishi bilan o'zgarmasligini isbotlab beruvchi qonun
To'liq elastik zarba	Full elastic shock	O'zaro ta'sirlashayotgan jismlarda hech qanday qoldiq deformatsiya qolmaydigan va bu jismlarning to'liq mexanikaviy energiyasi saqlanadigan zarba
To'liq noelastik zarba	Completely inelastic impact	O'zaro ta'sirlashuvdan so'ng jismlar birlashib xuddi yaxlit bir jismdek harakatlanish yuz beradigan zarba
Qo'zg'almas nuqtaga (o'qqa) nisbatan kuch momenti	Fixed point (fixed) power were moments	Kuch vektorining uning qo'yilish nuqtasidan qo'zg'almas nuqtagacha (o'qqacha) bo'lgan (eng qisqa) masofaga vektor ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
Kuch momentining o'zgarmaslik xususiyati	The power to change the momentum feature	Kuch qo'yilgan nuqtani uning ta'sir qilish chizig'i bo'ylab boshqa biror bir nuqtaga ko'chirilganda ham qo'zg'almas nuqtaga (o'qqa) nisbatan kuch momenti o'zgarmasdan qolaveradi
Jismning biror bir aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti	An inert moments when the axis of rotation of the object	Biror qo'zg'almas o'q atrofida aylanayotgan jismning uning ushbu harakatidagi inertlik xususiyatini miqdor jihatidan tavsiflovchi fizikaviy kattalik
Moddiy nuqtaning qo'zg'almas nuqtaga nisbatan impuls momenti	Financial index fixed point impulse moments when	Moddiy nuqta impulsi vektori va uning qo'yilish nuqtasidan qo'zg'almas nuqtagacha bo'lgan masofaga vektor ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
Momentlar tenglamasi	Moments equation	Jismning qo'zg'almas o'qqa nisbatan impuls momentidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasini shu jismning kuch momenti bilan ifodalovchi tenglama
Impuls momentining saqlanish qonuni	Law to avoid impulse momentum	YOpiq sistemadagi jismlar impuls momentlarining geometrik yig'indisi vaqt o'tishi bilan o'zgarmasligini isbotlovchi qonun
Xususiy yoki erkin tebranishlar	Private or fluctuations	Sistema tinch holatidan og'dirib qo'yib yuborilganida yuzaga keladigan tebranishlar
Garmonik tebranishlar	Harmonic vibrations	Tebranayotgan jismning ko'chishi sinus yoki kosinus qonuniga muvofiq yuz beradigan davriy jarayon
Garmonik tebranishlar xususiyati	Harmonic vibration feature	Davrining qiymati uning amplitudasi bilan bog'liq bo'lmagan tebranishlar
Koriolis qonuni	Law of Koriolis	Noinersial sanoq sistemasida o'zgarmas burchas tezlik bilan harakatlanuvchi jismga ta'sir qiluvchi kuchni miqdor va yo'nalish jihatidan tavsiflab beruvchi qonun

Galileyning tezliklarni qo'shish munosabati	Due to the speed of Galileo	Bir inersial sanoq sistemasidan boshqa bir inersial sanoq sistema-siga o'tganda jism harakati tezligi o'zgarishini ifodalovchi mu-nosabatlar
Eynshteynning bir-inchi postulati	Einstein's first pos-tulati	Tabiatning barcha qonunlari barcha inersial sanoq sistemalarida bir xilda yuz berishini ta'kidlovchi ilmiy faraz
Eynshteynning ik-kinchi postulati – yorug'likning bo'shliqda tarqalish tezligining invariant-ligi prinsipi	Einstein's second postulati - the dis-tribution of the light principle in-variant	YOrug'likning bo'shliqda tarqalish tezligining kuzatuvchiga va yorug'lik manbainig harakatlanish tezligiga bog'liq emasligi va bu hodisa barcha inersial sanoq sistemalarida bir xilda yuz ber-ishini ta'kidlovchi ilmiy faraz
Jismning tinchlikdagi massasi	Body-mass	Tayin bir sanoq sistemasiga nisbatan tinch turgan jismning shu sanoq sistemasining o'zida o'lchangan massasi
Jism massasi va energiyasi o'rtasidagi munosabat	Body mass and energy on the occa-sion	Jismning massasi va energiyasini bog'lovchi munosabat
Jismning tinchlikdagi energiyasi	Kinetic energy of peace	Jismning tinchlikdagi massasi va energiyasini bog'lovchi munosabat
Gidroaerodinamika	Gidroaerodinamika	Mexanikaning suyuqlik va gazlar muvozanati va harakati, ular o'rtasidagi va qattiq jismlar sirti bo'ylab oqishidagi o'zaro ta'sirlarni o'rganuvchi bo'limi
Siqilmaydigan suyu-qlik	Liquid Siqilmaydi-gan	Hamma nuqtalarda zichligining kiymati bir xil bo'lgan va vaqt mobaynida o'zgarmaydigan suyuqlik
Suyuqlik bosimi	Fluid pressure	Suyuqlik tomonidan birlik yuzaga ta'sir qiluvchi va shu suyuqlik joylashgan idish sirtiga tik yo'nalgan kuchga teng bo'lgan fizi-kaviy kattalik
Paskal qonuni	Pascal's law	Muvozanat holatidagi suyuqlikning o'zi turgan idish devoriga bosimi idishning barcha nuqtalarida bir xilligini isbotlovchi qonun
Arximed qonuni	Archimedes	Suyuqlik yoki gazga botirilgan jismga shu suyuqlik yoki gaz to-monidan jism botirilgan qismining hajmiga teng miqdorda olingan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng va yuqoriga qarab tik yo'nalgan kuch ta'sir qilishini isbotlovchi qonun
Uzluksizlik tenglamasi	Continuity equa-tion	Siqilmaydigan suyuqlik oqimi tezligining shu suyuqlik oqayotgan truba ko'ndalang kesimi yuzasiga ko'paytmasi trubaning ixtiyoriy nuqtasida bir xilligini ifodalovchi munosabat
Statik bosim	Static pressure	Suyuqlik tomonidan o'zi oqayotgan jism sirtiga beradigan bosimi
Dinamik bosim	Dynamic pressure	Suyuqlik zichligining uning oqimi tezligi kvadratiga ko'paytmasiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Torrichelli formulasi	Torricelli's formula	Suyuqlikning o'zi joylashgan idish devori yoki tubining kichik teshigi orqali oqib chiqish tezligi suyuqlik ustuni balandligi va erkin tushish tezlanishiga ko'paytmasidan olingan kvadrat ildizga to'g'ri proporsional ekanligi ifodalovchi munosabat
Qovushqoqlik	Viscosity	Real yoki suyuqliklarning shu gaz yoki suyuqlik bir qismini boshqa kislmlariga nisbatan siljishiga qarshilik ko'rsatish xususi-yati
Ko'tarish kuchi	The power to raise	Suyuqlik yoki gazda harakatlanuvchi jismga ta'sir qiluvchi va suyuqlik oqimi yo'nalishiga tik yo'nalgan kuch

STATISTIK FIZIKA VA TERMODINAMIKA

O'zbekcha	Inglizcha	Ta'rifi
Fizikaviy tushunchalar	Physical concepts	
Molekulyar fizika	Molecular physics	Fizikaning uzluksiz xotik harakatlanuvchi juda ko'p miqdordagi atom va molekulalardan iborat modda tuzilishi va hossalarni o'rganuvchi bo'limi
Molekulyar-kinetik nazariya	Molecular-kinetic theory	Molekulyar fizikaning sistemalarni statistik o'rganish usuliga asoslangan bo'limi
Termodinamika	Thermodynamics	Fizikaning makroskopik sistemalar hossalarni ularda sodir bo'ladigan mikroskopik jarayonlarni hisobga olmagan holda fenomenologik yondashuv usulidan foydalanib o'rganuvchi

		bo'limi
Nisbiy molekulyar massa	The relative molecular mass	Modda molekulasini massasining uglerod C^{12} izotopi molekulasini massasining 1/12 qismiga nisbati bilan aniqlanuvchi massa birligi
Mol	Mol	0,012 kg miqdorida olingan uglerod C^{12} izotopidagichalik molekular soniga ega bo'lgan modda miqdori
Ideal gaz	Ideal gas	Gazning uni tashkil qilgan molekulari xususiy hajmi shu gaz joylashgan idish hajmiga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan, molekulararo o'zaro ta'sirlar yo'q deb hisoblanadigan va hamda molekularlarning o'zaro va idish devorlari bilan to'qnashuvlari to'liq elastik deb ideallashtirilgan fizikaviy modeli
Ideal gaz holati tenglamasi (Mendelev-Klapeyron tenglamasi)	The ideal gas equation of state (Mendelev equation Klapeyron)	Ideal gazning bosimi, hajmi va haroratlarini o'rtasidagi umumiy munosabatni tavsiflovchi tenglama
Statistik fizika	Statistical physics	Nazariy fizikaning juda ham ko'p miqdordagi zarralardan tashkil topgan sistemalar hossalari statistika usullari bilan o'rganuvchi bo'limi
Maksvell taqsimoti	Maxwell distribution	Gaz molekularlarining tezliklari bo'yicha taqsimoti. Bu munosabat gaz molekulasini massasi va harorati orqali ifodalanadi va u vaqtga bog'liq emas.
Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi	Molecular-kinetic theory is the basic equation	Gaz bosimining molekular konsentratsiyasi, massasi va o'rtacha kvadratik tezligiga to'g'ri proporsional bog'lanishini ifodalovchi tenglama
Bolsman qonuni	Boltzmann law	Gaz molekularlari energiyasining erkinlik darajalari bo'yicha teng taqsimlanishi haqidagi qonuni. Bunda har bir ilgarilanma va aylanma erkinlik darajalariga mos keluvchi energiya ga, har bir tebranma erkinlik darajasiga mos keluvchi energiya esa kT ga teng.
Muvozanat holati	Balance	Sistemaga tashqi ta'sirlar bo'lmaganda undagi barcha termodinamik parametrlar etarlicha uzoq vaqt mobaynida ma'lum bir o'zgarishsiz qiymatlarni qabul qiladigan holati
Nomuvozanat holati	State of imbalance	Sistemada hech bo'lmaganda bitta termodinamik parametr ma'lum bir o'zgarishsiz qiymatni qabul qilmaydigan holati
Termodinamikaning birinchi qonuni	The first law of Thermodynamics	Sistemaga berilgan issiqlik miqdori, sistema ichki energiyasining o'zgarishi va shu sistema tomonidan tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishlar o'rtasidagi munosabatni ifodalovchi qonun
Issiqlik sig'imi	Heat capacity	Jism haroratini bir kelvinga oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Izoterm jarayonlar	Izotherms	Ideal gazlarning massasini va hech bo'lmaganda bitta termodinamik parametrini vaqt o'tishi bilan o'zgartirmasdan olib boriladigan jarayonlar
Adiabatik jarayon	The process adiabatically	Ideal gazlarning tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan boradigan jarayoni
Qaytar jarayonlar	Return process	Sistemaning teskari yo'nalishini ham xuddi to'g'ri yo'nalishida bosib o'tgan oraliq holatlari orqali olib borish mumkin bo'lgan jarayonlar
Karno sikli	Carnot cycle	Sistemaning ikkita adiabata va ikkita izotermadan iborat berk jarayonlari majmui
Termodinamikaning ikkinchi qonuni	The second law of Thermodynamics	Tabiatdagi jarayonlarning sodir bo'lishi yo'nalishi va xarakterini aniqlovchi qonuniyat
Entropiya	Entropy	Sistemaning uning differensial jarayonning juda ham kichik bo'lgan qismida jismga uzatilgan issiqlik miqdorini issiqlik uzatuvchi jism haroratiga nisbati bilan aniqlanuvchi holat funksiyasi
Klauzius teoremasi	Klauzius theorem	Ideal gazni bir holatidan boshqa bir holatiga o'tishida keltirilgan issiqliklar yig'indisi o'tishlar yo'liga bog'liq bo'lmaligini isbotlovchi ilmiy hulosasi
Fizikaviy kattaliklarning fluktuatsiyalari	Physical size fluctuations,	Fizikaviy kattaliklarning ularning o'rtacha qiymatlaridan og'ishlari

Absolyut fluktuatsiya	Absolute fluctuation	Berilgan fizikaviy kattalikning haqiqiy va o'rtacha qiymatlari farqi kvadratining o'rtacha qiymatidan olingan kvadrat ildizga teng miqdor
Nisbiy fluktuatsiya	Relative fluctuation	Berilgan fizikaviy kattalik absolyut fluktuatsiyasining shu kattalik o'rtacha qiymatiga nisbatiga teng bo'lgan miqdor
Van-der-Vaals tenglamasi	Van-der-Vaals equation	Real gaz holatining gaz molekullari xususiy hajmi va molekullararo o'zaro ta'sir kuchlarini hisobga olib yozilgan tenglamasi
Kritik harorat	Critical temperature	Real gazning parametrlariga bog'liq bo'lgan, Van-der-Vaals tenglamasi faqat bitta haqiqiy echimga ega bo'lgan va gazning ideal gazga yaqinligidan dalolat beruvchi harorat
Faza	Phase	Moddaning o'zining mumkin bo'lgan boshqa muvozanat holatlaridan fizikaviy xossalari bilan farqlanuvchi termodinamik muvozanat holati
Fazaviy o'tish	Phase	Moddaning bir fazaviy holatdan ikkinchi fazaviy holatga o'tishi hodisasi
I-tur fazaviy o'tishi	I go up phase	Issiqlik yutilishi yoki ajralishi bilan sodir bo'luvchi fazaviy o'tish
II-tur fazaviy o'tishi	II phase transitions	Issiqlik yutilishi yoki ajralishi bilan bog'liq bo'lmagan va issiqlik sig'imining sakrab o'zgarishi bilan sodir bo'luvchi fazaviy o'tish
Sublimatsiya yoki "vozgonka"	Sublimation or "vozgonka"	Qattiq jism molekullarining molekullararo tortishish kuchini engib ularni atrof-muhitga o'tishi bilan sodir bo'luvchi jarayon
Klapeyron-Klauzius tenglamasi	Klapeyron-Klauzius equation	Biror bir modda ikki xil fazasi muvozanati funksiyasini hisoblashga imkon beruvchi tenglama
Uchlik nuqtasi	Three point	Moddaning bir vaqtning o'zida uch xil fazasi muvozanati shartlarini aniqlab beruvchi, fazaviy muvozanat funksiyalari tutashuvchi nuqtasi
Suyuqlikning molekulyar bosmi	Molecular liquid Print	Suyuqlik molekullari orasidagi tortishish kuchlarining shu suyuqlik sirt qatlamiga ko'rsatadigan bosimi
Sirt taranglik energiyasi	Surface tension energy	Suyuqlik sirti taranglik energiyasi qatlamli molekullari energiyasi
Sirt taranglik	Surface tension	Sirt taranglik energiyasi zichligi bilan bog'liq bo'lgan fizikaviy hodisa
To'liq ho'llanish	Full-wetting	Suyuqlikning qattiq jism sirtiga yoyilib ketishi hodisasi
To'liq ho'llanmaslik	Full wet	Suyuqlikning qattiq jism sirtiga yoyilmasdan unga tegish joyida tomchi kabi birlashib turishi hodisasi
Kapillyarlik	Capillaries	Suyuqlik bilan kapillyar devorlari ho'llanishi tufayli yuz bergan kapillyarlardagi suyuqlik sirtining egrilanishi sababli kapillyardagi suyuqlik sathi balandligi o'zgarishi hodisasi
Kristall panjara	The crystal lattice	Uchala yo'nalishlar bo'ylab zarralarning davriy ravishda takrorlanib joylashuvi bilan bog'liq bo'lgan tuzilish
Monokristallar	Monocrystals	Zarralari yagona kristall panjarani tashkil qiluvchi qattiq jismlar
Izotrop moddalar	Isotropic	Barcha yo'nalishlarda xossalari bir xil bo'lgan moddalar
Dyulong va Pti qonuni	Dyulong and Pti law	Kristallar issiqlik sig'imining haroratga bog'liq emasligini isbotlovchi qonun
Amorf moddalar	Amorphous substance	O'ta tez sovitilgan suyuqlikda qovushqoqlik ortishi tufayli o'z shaklini o'zgartirmaydigan moddalar
Fure qonuni	Furen Law	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra issiqlik oqimi harorat gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
Fin qonuni	Finnish law	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra oqim zichligi modda zichligi gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
Ichki ishqalanish qonuni	The law of internal friction	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra oqim zichligi tezlik gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
Plazma	Plasma	Musbat va manfiy zaryadlarning hajmiy zichligi deyarli bir xil bo'lgan, qisman yoki to'la ionlashgan gaz

TEBRANISHLAR

O'zbekcha	Inglizcha	Ta'rif
Fizikaviy tushunchalar	Physical concepts	
Tebranishlar	Oscillations	Ma'lum bir qonuniyatga muvofiq davriy ravishda takrorlanib turuvchi jarayonlar

Garmonik ossillyator	Harmonic ossillyator	Garmonik tebranishlar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan sistema
Tebranishlar amplitudasi	Oscillations amplitude	Tebranayotgan fizikaviy kattalikning muvozanat holatidan eng katta og'ishi
“Bienie”	“Bienie”	Pulslanuvchi amplitudali garmonik tebranishlar
Tebranish spektri	Vibration spectrum	Murakkab tebranishni garmonik tebranishlar majmuasidan iborat holda tasvirlanishi
Xususiy chastota	Private frequency	Qarshilik kuchlari bo'lmaganida sodir bo'ladigan erkin tebranishlar chastotasi
Majburiy tebranishlar	Forced vibrations	Tashqi kuch ta'sirida sodir bo'ladigan tebranishlar
Rezonans	Resonance	Majburiy tebranishlar chastotasining sistema erkin tebranishlari chastotasiga yaqinlashganida majburiy tebranishlar amplitudasining keskin ortib ketishi hodisasi
Rezonans chizig'i	Rezonanse's line	Majburiy tebranishlar amplitudasining tashqi kuchlar chastotasiga bog'lanishini tasvirllovchi grafik
To'lqin	Wave	Tebranishlarning fazoda tarqalishida yuzaga keladigan ob'ekt
To'lqin sirti	The surface wave	Bir xil fazada tebranuvchi nuqtalarning to'plamidan iborat geometrik shakl
To'lqin uzunligi	Wave length	Tebranishlar davriga teng bo'lgan vaqt oralig'i mobaynida to'lqin tarqaladigan masofa
To'lqinlar soni	The number of waves	2π sonining to'lqin uzunligiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Energiya oqimi zichligi (Umov vektori)	Energy flow density (Umov's vector)	Birlik yuzadan uzatilayotgan energiya okimiga son jihatidan teng bo'lgan va energiya uzatilishi yo'nalishiga tik yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
To'lqin intensivligi	The intensity of the wave	To'lqin tomonidan uzatilayotgan energiya oqimi zichligining vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati
Kogerent to'lqinlar	Coherent waves	Fazalar farqi o'zgarmasdan saqlanadigan to'lqinlar
Interferensiya	Interference	Kogerent to'lqinlar qo'shilishi tufayli yuzaga kelgan natijaviy to'lqinlarning fazoning bir qismida kuchayib, boshqa qismlarida esa susayib ketishi hodisasi
Turg'un to'lqinlar	Fixed stations	Bir xil amplituda va chastotaga ega bo'lgan ikki qarama-qarshi yassi to'lqinlarning to'qnashuvi natijasida yuzaga keladigan to'lqinlar
Turg'un to'lqinlar dastaligi	Support for fixed stations	Turg'un to'lqin amplitudasi o'zining maksimal qiymatiga erishadigan nuqtasi
Tovush to'lqinlari (tovush)	Sound waves (sound)	16-20000 Gs oralig'idagi chastotaga ega bo'lgan elastik to'lqinlar
Bel	Bel	Tovush balandligi birligi
Doppler effekti	Doppler effect	Tebranishlar manbai va qabul qiluvchi (priyomnik) larning bir-biriga nisbatan harakatlanishi tufayli qabul qiluvchi tomonidan qayd qilingan tebranishlar chastotasining tebranishlar manbaidagi chastotaga nisbatan o'zgarishi hodisasi
Poynting vektori	Poynting vector	Elektromagnit energiyasi oqimi zichligi vektori
Nur dastasi	Light switch	YOrug'lik to'lqini energiyasi tarqalayotgan chiziqli
Yorug'lik oqimi	Light	Kuzatuvchi xissiyoti tufayli baholanayotgan yorug'lik energiyasi oqimi
Kandela (kd)	Candela (KD)	YOrug'lik kuchi deya ataluvchi fizikaviy kattalikning SI sistemasida qabul qilingan birligi (o'zbek tilida ba'zi adabiyotlarda bu birlik “sham” deb ham yuritiladi)
Lyumen (lm)	Lumens (lm)	YOrug'lik oqimi deya ataluvchi fizikaviy kattalikning SI sistemasida qabul qilingan birligi. U miqdor jihatidan 1 kd yorug'lik kuchiga ega bo'lgan izotrop manbaning nurlanishida 1 steradianga teng fazoviy burchak orqali tarqatadigan yorug'lik oqimiga teng.
Yoritilganlik	Light	Sirtga tushayotgan yorug'lik oqimining shu sirt yuzasiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Yorqinlik	Brightness	YOrug'lik manbai sirti tomonidan har tomonga tarqalayotgan yorug'lik oqimining shu sirt yuzasiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Ravshanlik	The clarity	Berilgan yo'nalishda yoritilayotgan sirt yorug'lik kuchining yoritilishi

		layotgan sirt tekisligiga tik yo'nalgan tekislikka proeksiyasi yuzasiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Yorug'likning to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqalishi qonuni	A line of light the law spread across the	Optik jihatdan bir jinsli bo'lgan muhitda yorug'lik nuri to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqalishini isbotlovchi ilmiy xulosa. Bu xulosa Fermi prinsipi bilan tushuntiriladi
Tushish burchagi	Angle of fall	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nuri tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va tushgan nur orasidagi burchak
Qaytish burchagi	Back angle	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nurining tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va qaytgan nur orasidagi burchak
Sinish burchagi	Angle	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nurining tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va singan nur orasidagi burchak
Gyuygens Prinsipi	Huygens principle	t vaqt lahzasida to'lqin fronti o'tgan sirtning barcha nuqtalarini ikkilamchi to'lqinlar manbaida deb qarash mumkin, vaqt lahzasidagi ikkilamchi front holati esa ikkilamchi to'lqinlar tarqatuvchi sirt bilan ustma-ust tushadi.
Kogerentlik	Coherency	Bir necha tebranish va to'lqinlar jarayonlarining bir vaqtning o'zida sodir bo'lishi
Monoxromatik to'lqin	Monochrome wave	Ma'lum va o'zgarmas chastotali to'lqin
Yorug'lik difraksiyasi	Light diffraction	Yorug'lik to'lqin tabiati bilan bog'liq bo'lgan va yorug'likning keskin bir jinsli bo'lmagan muhit orqali tarqalishida kuzatiladigan hodisa
Fraunhofer difraksiyasi	Fraunhofer diffraction	Parallel nurlarda kuzatiladigan difraksiya hodisasi
Frenel qonuni	Frank Act of	To'lqin sirtidagi zonalar shunday joylashganki, bunda har bir zona chekkasidan tebranishlar amplitudasi aniqlanadigan nuqtagacha bo'lgan masofalar bir-biridan λ ga teng oraliq bilan farq qiladi (λ – to'lqinning tarqalayotgan muhitdagi uzunligi)
Difraksion panjara	Difraksion grid	Ko'p miqdordagi bir xil bo'lgan va bir-biridan bir xil masofada joylashgan tirgishlar to'plami
Reley kriteriysi	Starting with the criteria for	Agar bir manbadan (chiziqdan) hosil bo'lgan difraksion manzara markaziy maksimumi boshqa manba difraksion manzarasining birinchi minimumi bilan mos tushsa, shu ikkita bir xil nuqtaviy manba yoki ikkita spektr chiziqlari tasvirlari ajraladi (ajrata olish mumkin)
Golografiya	Holo Intenferen-sion	manzarani qayd qilishga asoslanib biror bir predmetdan qaytgan yorug'lik to'lqini shaklini fiksirlash va qayta tiklashning maxsus usuli
Yorug'lik dispersiyasi	Dispersion of light	Modda sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqini uzunligiga bog'liqligi tufayli sodir bo'ladigan hodisa
Qutblangan yorug'lik	Polarizing light	Tebranishlar yo'nalishi ma'lum bir qoidaga ko'ra tartiblangan yorug'lik nuri
Qutblagich	Polarizator	Tabiiy (qutblanmagan) nurni yassi qutblangan nurga aylantirib beruvchi pribor
Qutblanish darajasiga teng bo'lgan kattalik	The degree of polarity equal size	$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$, bunda $I_{\max}$ va $I_{\min}$ mos holda qutblagich o'tkazayotgan qisman qutblangan nur maksimal va minimal intensivliklari
Bryuster burchagi	Brewster angle	Qaytgan nur yassi qutblanib qoladigan tushish burchagi
Oddiy nur	ordinary light	Ikki marta sindirilganidan keyin singan nurlarning xossalari sinish qonuniga bo'ysunadigani
Murakkab nur	equal size	Ikki marta sindirilganidan keyin singan nurlarning xossalari sinish qonuniga bo'ysunmaydigan

ELEKTR

O'zbekcha	Inglizcha	Ta'rifi
Fizikaviy tushunchalar	Physical concepts	
Elektr zaryadi	Electric charge	Zarralar elektromagnit o'zaro ta'siri intensivligini aniqlovchi

		fizikaviy kattalik
Elektrik izolyasiyalangan sistema	Electrical isolation system	CHegarasidan zaryadlangan zarralar o'ta olmaydigan sistema
Elektr zaryadining saqlanishi qonuni	Law of the stored electric charge	Elektrik izolyasiyalangan sistemada zaryadlar yig'indisi o'zgarasligini izohlovchi qonun
Nuqtaviy zaryad	Roughest charge	Geometrik o'lchamlari undan boshqa zaryadlangan jismlargacha bo'lgan masofaga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan zaryadlangan jism
Kulon qonuni	Coulomb law	Bo'shliqda joylashgan ikkita qo'zg'almas nuqtaviy zaryadlar orasida vujudga keladigan elektromagnit o'zaro ta'sir kuchini tavsiflovchi qonun
Berilgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi	A given point on the electric field	Elektr maydonining berilgan nuqtasiga kirib qolgan qo'zg'almas birlik zaryadga shu maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchga son jixatidan teng bo'lgan fizikaviy vektor kattalik
Bo'shliqdagi elektrostatik maydon uchun Gauss teoremasi	Electrostatic field in the cavity for Gauss theorem	Ixtiyoriy berk sirt bo'ylab maydon kuchlanganligi vektori E ning oqimi shu sirt ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisini ϵ_0 ga nisbatiga teng $E = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$
Ikki nuqtaviy zaryadlar o'zaro ta'sir potensial energiyasi	Two of the roughest charges interaction potential energy	$W_p = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r}$
Elektr maydonning berilgan nuqtadagi potentsiali	The point of view of the electric field potential	SHu nuqtaga joylashgan birlik musbat zaryadning potensial energiyasiga teng bo'lgan skalyar kattalik: $\varphi = \frac{W_p}{q}$
Potensiallar farqining kuchlanganlik orqali ifodalanishi	Two of the roughest charges interaction potential energy	$\varphi_1 - \varphi_2 = \int E dl$
Kuchlanganlikning potensial orqali ifodalanishi	Potential gexpressed	$\vec{E} = -grad\varphi$
Elektrostatik induksiya	Electrostatic induction	Tashqi elektr maydoni ta'sirida musbat va manfiy ishorali zaryadlarning qarama-qarshi tomonlariga ko'chishi tufayli moddada xususiy elektr maydonining yuzaga kelishi hodisasi
Elektr dipol momenti	The electric dipole moment	Zaryadning zaryadlar orasidagi masofaga ko'paytmasiga son jihatidan teng bo'lgan, dipolning manfiy zaryadidan musbat zaryadigacha bo'lgan radius-vektor bo'ylab yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
D vektori uchun Gauss teoremasi	D vector of Gauss' theorem	Berk sirt bo'ylab elektr induksiyasi vektori oqimi shu sirt bilan qamrab olingan erkin zaryadlar yig'indisiga teng
Elektr sig'imi	Elektoin potentsial	Jismningzaryadlanganidan so'ng fazoda elektr maydoni hosil qila olishi qobiliyatini tavsiflovchi fizikaviy kattalik
Zaryadlangan kondensator energiyasi	Electrical capacity	Kondensatorni zaryadlash uchun bajarish lozim bo'lgan ish: $W = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C}$
Elektr toki	Electric shock	Zaryadlangan zarralarning tartiblangan harakati
Tok kuchi	Current strength	Birlik vaqt oralig'i mobaynida qaralayotgan sirt bo'ylab oqib o'tgan zaryad miqdoriga teng bo'lgan fizikaviy kattalik: $I = \frac{dq}{dt}$
Elektr yurituvchi kuch	Acting on electric power	Birlik musbat zaryadni ko'chirishda tashqi kuchlar bajargan ishga son jihatidan teng bo'lgan fizikaviy kattalik: $E = \frac{A}{q}$
Om qonuni	Ohm's law	Bir jinsli bo'lgan o'tkazgichdan oqayotgan tok kuchi I o'tkazgich uchlaridagi potensial tushishi U ga to'g'ri proporsionalligini

		ko'rsatuvchi qonun: $I = \frac{U}{R}$ (R – o'tkazgich qarshiligi)
R elektr qarshiligiga ega bo'lgan zanjirning bir qismida dt vaqt oralig'i mobaynida elektr tokining bajargan elementar ishi	An electric resistance R chain in a time interval dt performed during the electric shock ELEMENTARY	$dA = I^2 R t$
Kirxgofning birinchi qoidasi	The first rule of Kirxgof	Zanjirning tarmoqlangan nuqtasida tok kuchlarining algebratik yig'indisi nolga teng (bunda tarmoqlanish nuqtasiga keluvchi va ketuvchi toklar qarama-qarshi ishoralar bilan olinishi lozim)
Kirxgofning ikkinchi qoidasi	Kirxgofning second rule	O'tkazgichlardan iborat ixtiyoriy berk konturdagi EYUKlar yig'indisi bu konturning alohida kismlaridagi tok kuchining shu qism qarshiligiga ko'paytmalari yig'indisiga teng: $\sum E_i = \sum I_i R_i$

MAGNITEZM

O'zbekcha	Inglizcha	Ta'rif
Fizikaviy tushunchalar	Physical concepts	
Bio-Savar-Laplas qonuni	Bio-Savar-Laplas law	I tok oqayotgan dl uzunlikdagi o'tkazgich elementidan r radius vektor bilan aniqlanuvchi ma'lum bir nuqtada hosil qilgan magnit maydon induksiyasi vektorini miqdoriy va yo'nalish jihatidan aniqlab beruvchi qonun
Magnit	Magnet	Magnit maydoni ta'sirida magnitlanib qola oladigan modda
Magnitlanish J	Magnetizing J	Magnitning magnitlanish tavsifi bo'lib, u birlik hajm magnit momentiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
Muhitning magnit singdiruvchanligi μ	Environmental magnetic μ	Fazoni makrotoklar bilan to'ldirilganda magnit maydon induksiyasi (muhitning molekulyar toklari maydoni hisobiga) bo'shliqdagiga nisbatan necha marta ortishini ko'rsatuvchi fizikaviy kattalik
Magnit maydon kuchlanganligi	The magnetic field strength	Makrotoklar magnit maydoni tavsifi: $H = \frac{B}{\mu_0} - J$
Amper qonuni	Law Ampere	I tok oqayotgan dl uzunlikdagi o'tkazgichga elementi B induksiya magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi kuch dF ni miqdoriy va yo'nalish jihatidan aniqlab beruvchi qonun: $d\vec{F} = I[d\vec{l} \times \vec{B}]$
Magnit kuchi	Magnetic force	B induksiya magnit maydonida U tezlik bilan harakatlanuvchi q zaryadga ega bo'lgan jismga magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi kuch: $\vec{F} = q[\vec{U} \times \vec{B}]$
Lorens kuchi	Lorenz force	B induksiya magnit maydoni va E kuchlanganlikka ega bo'lgan elektr maydonida U tezlik bilan harakatlanuvchi q zaryadga ega bo'lgan jismga ta'sir qiluvchi natijaviy kuch: $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{U} \times \vec{B}]$
Elektromagnit induksiya	Electromagnetic induction	O'tkazgichdan yasalgan berk konturda shu kontur bilan chegaralangan sirt bo'ylab magnit induksiya oqimi vaqt oralig'i mobaynida o'zgarishida elektr toki hosil bo'lishi hodisasi
Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni	Faradey the law of electromagnetic induction	Konturdagi elektromagnit induksiya EYUK magnit oqimini o'zgartirish usuliga bog'liq emas va son jihatidan shu kontur bilan chegaralangan sirt bo'ylab magnit oqimi o'zgarishi tezligin-

		ing teskari ishora bilan olingan qiymatiga teng: $E_i = -\frac{d\Phi}{dt}$
Kontur induktivligi L	inductive contour L	Magnit oqimi va tok orasidagi proporsionallik koeffitsienti (konturning o'zida induksion toklar yuzaga keltira olishi qobiliyati)
O'zinduksiya EYUK	Induction thing	Konturdagi tok kuchi o'zgarishi tezligiga to'g'ri proporsional va ishorasi qarama-qarshi bo'lgan fizikaviy kattalik: $E_i = -L\frac{dI}{dt}$
Magnit maydoni energiyasi	Magnetic field energy	SHu maydonni yuzaga keltirish uchun bajarilishi lozim bo'lgan ishga teng bo'lgan fizikaviy kattalik: $W = \frac{LI^2}{2}$
Elektromagnit to'lqin	Electromagnetic waves	O'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarining o'zaro bog'liq ravishda fazoda tarqalishi
Tebranish konturi	Vibration contour	Erkin elektromagnit tebranishlar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan g'altak va kondensatorlardan iborat elektr zanjiri
Erkin elektromagnit tebranishlar davri uchun Tomson formulasi	Thomson formulae for the electromagnetic period	$T = 2\pi\sqrt{LC}$
O'zgaruvchan tok	Alternating current	Vaqt mobaynida o'zgaradigan elektr toki
To'liq elektr qarshilik yoki impedans	Full electrical resistance or impedance	$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
O'zgaruvchan tokning oniy quvvati	Changing a snapshot of current capacity	Kuchlanish va tok kuchi oniy qiymatlarining ko'paytmasi $P(t) = I(t) \cdot U(t)$
Issiqlikdan nurlanish	Heat radiation	Atom va molekularlar issiqlik harakati hisobiga sodir bo'ladigan elektromagnitnurlanish
Lyuminessensiya	Luminescence	Ichki (issiqlik) energiyasidan tashqari har qanday energiya hisobiga sodir bo'ladigan lektromagnit nurlanish
Jismning chiqara olish qobiliyati (energetik yorqinlikning spektral zichligi)	The ability to remove an object (Energy is usually bright spectral density)	Birlik chastotalar intervalida jism sirtining birlik yuzasidan chiqayotgan energiya oqimi
Jismning yuta olish qobiliyati	The subject is the ability to swallow	Jism tomonidan uning sirti birlik yuzasiga birlik chastotalar intervalida tushayotgan yorug'lik energiyasi oqimining qancha qismi yutilishini ko'rsatuvchi o'lchamsiz kattalik: $\alpha_{(v,t)} = \frac{d\Phi_v'}{d\Phi_v}$, bu erda $d\Phi_v'$ - yutilgan oqim, $d\Phi_v$ - tushayotgan oqim
Absolyut qora jism	Absolute blacke body	O'ziga tushyotgan barcha chastotalar nurlanishini to'la yutadigan jism, ya'ni uning uchun $\alpha_{(v,t)} = 1$
Kulrang jism	Gray body	YUtish qobiliyati birdan kichik, lekin hamma chastotalar uchun bir xil qiymatli bo'lgan jism, ya'ni $R' = \sigma T^4$
Kirxgof qonuni	Law Kirhgof	CHiqarish va yutish qobiliyatlari nisbati jism tabiatiga bog'liq emas, u barcha jismlar uchun chastota va haroratning bir xil (universal) funksiyasidir
Stefan-Bolsman qonuni	Stefan Bolsman law	Absolyut qora jismning energetik yoritilganligi uning haroratining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional: $R = \sigma T^4$, bu erda σ - o'zgarmas kattalik
Vin siljish qonuni	Vin's law	Muvozanat holatidagi nurlanish spektriga nurlanayotgan jism absolyut haroratiga teskari proporsional bo'lgan energiya maksimumi mos keladigan to'lqin uzunligi: $\lambda_m = b/T$, bunda b -

		Vin doimiysi.
Reley–Jins formulasi	Relay-Jins equation	$f(\nu, T) = \frac{2\pi^2}{c^2} kT$, bu erda $f(\nu, T)$ – Kirxgof funksiyasi, ν – chastota, c – yorug'likning bo'shliqdagi tezligi, k – Bolsman doimiysi, T – harorat. Bu munosabat faqatgina katta to'lqin uzunliklari uchungina tajriba ma'lumotlari bilan mos keladi
Kvant	Quantum	Modda tomonidan nurlanayotgan yoki yutilayotgan energiyaning chekli porsiyasi. U nurlanish chastotasiga to'g'ri proporsional: $E = h\nu$, bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Dj s – Plank doimiysi
Plank formulasi	Planck's equation	Kirxgof funksiyasini aniqlovchi formula $f(\nu, T) = \frac{2\pi^2 \nu^3}{c^2} \left(\frac{h\nu}{e^{-\frac{h\nu}{kT}}} - 1 \right)$
Tashqi fotoelektr effekti	Photoelektrical effect	YOrug'lik nuri ta'sirida moddadan elektronlarning uzilib chiqishi hodisasi
Eynshteynning fotoeffekt uchun formulasi	Einstein's equation for mirages	Fotoeffekt hodisasida energiya saqlanishi qonunini ifodalovchi formula: $h\nu = A_{chiq} + \frac{mU_m^2}{2}$, bu yerda m – elektron massasi, U_m – uzilib chiqqan elektronlarning maksimal tezligi, A_{chiq} - elektronning chiqish ishi, ν – tushayotgan fotonning nurlanish chastotasi.
Foton	Photon	Elektromagnit nurlanish kvanti; massasiz va spini 1 ga teng bo'lgan neytral elementar zarra; zaryadlangan zarralar orasidagi elektromagnit o'zaro ta'sir uzatuvchisi.
Balmerning umumlashgan formulasi	Balmes general equation	Vodorod atomi spektrini ifodalovchi formula: $\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, bu erda ν – spektral chiziq chastotasi, m va n – butun sonlar, $m=1, 2, \dots, 6$ (chiziqlar seriyasi tartibi), $n=m+1, m+2, \dots$, $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ – Ridberg doimiysi
Borning birinchi postulati	Born in the first postulat	Ichki energiyaning ma'lum kvantlangan qiymatlariga mos keluvchi atom statsionar holatlarining mavjudligini ta'kidlovchi ilmiy faraz
Borning ikkinchi postulati (chastotalar qoidasi)	Born the second postulat (frequencies policy)	Atomning bir statsionar holatdan boshqa statsionar holatga o'tishi shartlarini izohlovchi ilmiy faraz
Kvant sonlari	Quantum numbers	Kvant sistemalari (atom yadrosi, atom, molekula va boshqalar) va alohida subatom zarralarni tavsiflovchi fizikaviy kattaliklarning mumkin bo'lgan diskret qiymatlarini aniqlovchi butun yoki kasr sonlar
De-Broyl to'lqini	De-Broiler wave	Materiyaning universal zarra-to'lqin dualizmining namoyon bo'lishi: har qanday energiya va impuls ega zarraga to'lqin uzunligi $\lambda_{DB} = \frac{h}{p}$ va chastotasi $\nu = \frac{E}{h}$ ga teng de-Broyl to'lqini deb ataluvchi to'lqin mos keladi. Bu erda h – Plank doimiysi. De-Broyl to'lqinlari ehtimollik to'lqinlari deb izohlanadi; ularning mavjudligi haqida 1924 yilda L.de Broyl fikr bildirgan. Bu fikr xususan elektronlar difraksiyasini kuzatish orqali tasdiqlangan.
To'lqin paketi	Wave packet	CHastotalari bo'yicha bir-biridan kam farqlanuvchi to'lqinlar

		superpozitsiyasi
Gruppaviy tezlik	When issuing speed	To'lqin paketi amplitudasi maksimal bo'lgan nuqtaning ko'chish tezligi
To'lqin funksiyasi (psi-funksiya)	Wave func-tion (Psi-function)	Holat vektori. Kvant mexanikasida sistema holatini ifodalovchi va ehtimollikni va uni tavsiflovchi fizikaviy kattaliklar o'rtacha qiymatlarini topishga imkon beruvchi asosiy kattalik. To'lqin funksiyasi modulining kvadrati berilgan holat ehtimolligiga teng, shuning uchun to'lqin funksiyasini ehtimollik amplitudasi deb ham atashadi.
To'lqin funksiyasining normirovka sharti	Wave function provided	Butun fazo bo'ylab to'lqin funksiya moduli kvadratidan olingan integral 1 ga teng: $\int \psi^* \psi V = 1$
To'lqin funksiyalari superpozitsiya prinsipi	Principle of the wave functions of the super position	Agar ψ_1 va ψ_2 lar zarraning qandaydir ikkita holatini ifodalovchi to'lqin funksiyalari bo'lsa, u holda bu funksiyalarning ixtiyoriy chiziqli kombinatsiyasi $C_1 \psi_1 + C_2 \psi_2$ ham shu zarraning qandaydir boshqa holatini ifodalovchi to'lqin funksiyasi hisoblanadi (C_1 va C_2 lar ixtiyoriy kompleks sonlar).
Geyzenbergning no-anqlik prinsipi	Principle of Uncertainty Heyzenberg	Mikrozarra bir vaqtning o'zida ma'lum bir koordinata (x, y, z) va ma'lum bir mos impuls (p_x, p_y, p_z) ga ega bo'la olmaydi. Bu kattaliklarning noaniqligi quyidagi shartlarga bo'ysunadi: $\Delta x \Delta p_x \geq h$, $\Delta y \Delta p_y \geq h$, $\Delta z \Delta p_z \geq h$.
Shredinger tenglamasi	Shredinger equation	Norelyativistik kvant mexanikasining asosiy tenglamasi. Bu tenglama kuch maydonidagi zarra to'lqin funksiyasini aniqlaydi va $U(x, y, z, t)$ funksiyasi bilan ifodalanadi: $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + U\psi = i\hbar \frac{d\psi}{dt}$ bu yerda m – zarra massasi, i – mavhum birlik, Δ – Laplas operatori.
Statsionar holatlar uchun SHredinger tenglamasi	Fixed cases equation SHredinger	Statsionary $U(x, y, z)$ kuch maydoni uchun SHredinger tenglamasi $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U)\psi$; bu yerda E – zarraning to'liq energiyasi
Tunnel effekti	Tunnel effect	Zarraning potensial to'siq orqali o'tishi hodisasi
Potensial to'siqning shaffoflik koeffitsienti	Engel's coefficient of transparency of the potential	To'siqdan o'tgan de-Broyl to'lqini amplitudasi moduli kvadratining to'siqqa tushayotgan de-Broyl to'lqini amplitudasi moduli kvadratiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik: $D = \frac{ A_{o't} ^2}{ A_{tush} ^2}$
Nolinchi energiya	Zero energy	Garmonik ossillyator energiyasining mumkin bo'lgan eng kichik qiymati: $E_0 = \frac{1}{2\hbar\omega}$
Orbital kvant soni l	Orbital quantum numbers	Berilgan bosh kvant soni n uchun $l=0, 1, \dots, (n-1)$ qiymatlarni qabul qiluvchi va atomdagi impuls momentini aniqlovchi butun son
Magnit kvant soni m_l	Magnetic quantum number m_l	Berilgan l soni uchun $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ qiymatlarni qabul qiluvchi va elektronning ma'lum yo'nalishga impuls momenti proektsiyasini aniqlovchi butun son
Spin	Spin	Mikrozarraning kvant tabiatiga ega va zarraning butunligicha harakati bilan bog'liq bo'lmagan xususiy harakat miqdori momenti; Plank doimiysiga karrali qiymatlarda butun $(0, 1, 2, \dots)$

		yoki yarim butun bo'lish mumkin($1/2, 3/2, \dots$).
Magnit spin kvant soni	The magnetic spin quantum number	Tashqi magnit maydoniga spin proeksiyasini aniqlaydi
Pauli prinsipi	Pauli principle	Tabiatning fundamental qonuni. Unga ko'ra kvant sistemasida ikkita (yoki undan ko'p) yarim butun spinga ega bo'lgan aynan bir xil zarralar bir xil holatda joylasha olmaydilar.
Molekulyar kristallar	molecular crystals	Panjara tugunlarida ma'lum bir tartibda orientatsiyalangan, bir-birlari bilan Van-der-Vaals kuchlari bilan ta'sirlashuvchi molekulalar joylashgan kristallar
Fermi-Dirak taqsimoti funksiyasi	Fermi-Dirac distribution function	Turli energiyaga ega bo'lgan holatlar bo'yicha elektronlar taqsimotini ifodalovchi funksiya: $f(E) = \frac{1}{e^{\frac{E-E_F}{kT}} + 1}$, bu yerda k – Bolsman doimiysi, T – harorat, E_F –Fermi sathi.
Yarim o'tkazgichlar	Semiconductors	Normal haroratlarda $10^{-5} \div 10^8 \text{ Om}\cdot\text{m}$ diapazonidagi solishtirma qarshiligiga ega bo'lgan, lekin harorat ortishi bilan bu parametri tez kamayuvchi moddalar
Kovak	Hole	Elektronning o'tkazuvchanlik sohasiga o'tishi natijasida valent sohasida hosil bo'lgan vakant joy
n –tipdagi yarim o'tkazgich	n -type semiconductor	Elektron mexanizmlilik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan kirishmali yarim o'tkazgich
p –tipi yarim o'tkazgich	p -type semiconductor	Kovak mexanizmlilik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan kirishmali yarim o'tkazgich
$p - n$ o'tish	$p - n$ transition	Kristallning kirishmali o'tkazuvchanlik tiplari bilan farqlanuvchi ikki sohasi oralig'i chegarasidagi yupqa qatlam
Massa atom birligi (m.a.b.)	Atomic mass unit (m.a.b.)	Massaning yadro fizikasida yadrolar massalarini taqqoslash maqsadida qabul qilingan hosilaviy birligi. ${}^1_6\text{C}^{12}$ izotopi massasining $1/12$ qismiga teng bo'lgan qiymati bilan aniqlanadi: $1 \text{ m.a.b.} \sim 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Yadro massasining defekti	Nuclear mass defect	YAdroni tashkil qilgan nuklonlar massalari yig'indisidan yadro massasining ayirmasini tavsiflovchi fizikaviy kattalik
Radioaktivlik	Radioactivity	Atom yadrolarining o'z-o'zidan elementar zarralar chiqarib boshqa yadrolarga aylanishi
Emirilish doimiysi	Decay constant	Berilgan radiaktiv moddaning vaqt birligi mobaynidagi emirilishi ehtimolligiga teng bo'lgan o'zgarmas miqdor
Yarim emirilish davri	Half-decay period	boshlang'ich holatdagi yadrolar miqdorining teng yarmi emirilishi uchun zarur bo'lgan vaqt oralig'i
Radioaktiv preparat aktivligi	Preparat activity radioactive	Birlik vaqt oralig'i mobaynidagi preparatdagi parchalanishlar soni
Yadro reaksiyasi	Nuclear reaction	Atom yadrosining elementar zarra yoki boshqa yadro bilan kuchli o'zaro ta'sirlashishi natijasida boshqa bir yadro (yoki yadrolar)ga aylanishi jarayoni
Kritik massa	Critical mass	Bo'linayotgan moddaning zanjir bo'linish reaksiyasi boshlanadigan minimal massasi

VI. Fizika fanidan nazorat savollari

Fizika fanidan oraliq nazorat savollari

1. Kirish.
2. Fizikaning boshqa fanlar bilan aloqasi.
3. O'lchov birliklari.
4. Moddiy nuqta kinematikasi. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziql, egri chiziqli va aylana buylab harakati.
5. Tabiat kuchlari va ularning turlari.
6. Noinertsial sanoq sistemalari. Inertsiya kuchlari. Impuls va uning saqlanish qonuni.
7. Ish va quvvat.
8. Energiya. energiyaning saqlanish qonuni.
9. Klassik mexanikaning cheklanganligi to'g'risida.
10. Aylanma harakat dinamikasi.
11. Suyuqlik harakati.
12. Tebranishlar va to'liqlar.
13. Molekular - kinetik nazariya asoslari va uni tajribalarda tasdiqlanishi.
14. Moddalarning tuzilishi. Suyukliklar va qattiq jismlar orasidagi ayrim o'xshashliklar
15. Ideal gaz qonunlari.
16. Ideal gaz molekular - kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Issiqlik harakati. Issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi.
17. Gazlarda ko'chish hodisalari.
18. Suyuqliklar va qattiq jismlarning tuzilish xususiyatlari.
19. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlikdan kengayishi. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlik sig'imlari.
20. Fazaviy holatlar diagrammasi.
21. Suyuqliklarning qaynashi.
22. Real gazlar. Van-der-Vaals teoremasi.
23. Termodinamik parametrlar.
24. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi asosiy qonunlari.
25. Elektrostatika, zaryadlanish, musbat va manfiy zaryad, Kulon qonuni.
26. Elektr maydon va uning kuchlanganligi, kuchlanganlik chiziqlari.
27. Ostragradskiy- Gauss teoremasi.
28. Elektr toki, Om qonuni, E.Yu.K, kuchlanish.
29. Kontakt potentsiallar ayirmasi. Volta qonunlari.
30. Elektronlar emissiyasi.
31. Yarim o'tkazgichlarda, gazlarda va suyuqliklarda tok.
32. Doimiy magnit va aylanma tok.
33. Bio-Savar-Laplas qonuni.
34. Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch. Amper qonuni.
35. Magnit moddalarning turlari.
36. Elektromagnit induksiya hodisasi. O'z va o'zaroinduksiya.
37. Elektromagnit garmonik tebranishlar.
38. Elektromagnit to'liqlar. Umov vektori.
39. Yorug'likning tabiati. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.
40. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.
41. Asosiy fotometrik kattaliklar.
42. Yorug'lik dispersiyasi.
43. Yorug'likning yutilishi.

Tayanch soʻzlar

1. Harakat.
2. Tekis harakat.
3. Notekis harakat.
4. Sanoq sistemasi.
5. Moddiy nuqta.
6. Tezlik.
7. Tezlanish.
8. Oʻrtacha tezlik.
9. Oʻrtacha tezlanish.
10. Burchak tezlik.
11. Burchak tezlanish.
12. Ilgarilanma tezlikning burchak tezlikka bogʻliqligi.
13. Ilgarilanma tezlanishning burchak tezlanishga bogʻliqligi.
14. Aylanish davri.
15. Tebranish chastotasi.
16. Massa.
17. Kuch.
18. Nyutonning birinchi qonuni.
19. Nyutonning ikkinchi qonuni.
20. Nyutonning uchinchi qonuni.
21. Elastiklik kuchi.
22. Ishqalanish kuchi.
23. Butun olam tortishish kuchi.
24. Ogʻirlik kuchi.
25. Jismning ogʻirligi.
26. Noinertsial sanoq sistemalari.
27. Inertsia kuchlari.
28. Impuls.
29. Impulsning saqlanish qonuni.
30. Massa markazi.
31. Ish.
32. Quvvat.
33. Energiya.
34. Energiyaning saqlanish qonuni.
35. Geyzenbergning noaniqliklar munosabati.
36. Kuch momenti.
37. Impuls momenti.
38. Inertsia momenti.
39. Aylanma harakat qilayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi.
40. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuni.
41. Impuls momentining saqlanish qonuni.
42. Uzlaksizlik tenglamasi.
43. Bernulli tenglamasi.
44. Oqim nayi.
45. Oqim chizigʻi.
46. Tebranish.
47. Garmonik tebranish.
48. Matematik mayatnik.
49. Soʻnuvchi tebranish.

50. Majburiy tebranish.
51. Rezonans.
52. To'liq jarayon.
53. To'liqlar interferentsiyasi.
54. Kogerent to'liq.
55. Ideal gaz.
56. Boyle-Mariot qonuni.
57. Gey-Lyussakning birinchi qonuni.
58. Gey-Lyussakning ikkinchi qonuni.
59. Molekular massa.
60. Avogadro qonuni.
61. Dalton qonuni.
62. Klayperon tenglamasi.
63. Mendeleev - Klayperon tenglamasi.
64. Universal gaz doimmiysining fizik ma'nosi.
65. Ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
66. Molekular - kinetik nazariya.
67. Ichki energiya.
68. Issiqlik harakati.
69. Issiqlik miqdori.
70. Issiqlik sig'imi.
71. O'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi.
72. O'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'imi.
73. Kristall panjara.
74. Ion panjarali kristallar.
75. Atom panjarali kristallar.
76. Molekular panjarali kristallar.
77. Metall panjarali kristallar.
78. Amorf jismlar.
79. Ko'chish hodisasi.
80. Diffuziya.
81. Fik tenglamasi.
82. Issiqlik o'tkazuvchanlik.
83. Fure tenglamasi.
84. Ovushqoqlik.
85. Qovushqoqlik uchun Nyuton tenglamasi.
86. Bug'lanish issiqligi.
87. Klapeyron-Klauzius tenglamasi.
88. To'yingan bug'.
89. Joule-Tomson effekti.
90. Musbat Joule-Tomson effekti.
91. Manfiy Joule-Tomson effekti.
92. Kritik temperatura.
93. Kritik izoterma.
94. Kritik hajm.
95. Kritik bosim.
96. Qotish.
97. Erish.
98. Bug'lanish.
99. Qaynash.
100. Van-der-Vaals tenglamasi.

101. Qaytar jarayon.
102. Qaytmas jarayon.
103. Termodinamika.
104. Termodinamikaning birinchi asosiy qonuni.
105. Puasson tenglamasi.
106. Termodinamikaning ikkinchi asosiy qonuni.
107. Karno tsikli.
108. Elektrlanish.
109. Zaryad.
110. Elektr dipoli.
111. Kulon qonuni.
112. Elektr maydon.
113. Elektr maydonining kuchlanganligi.
114. Zaryadning saqlanish qonuni.
115. Kuchlanganlik chiziqlari.
116. Bir jinsli elektr maydoni.
117. Nobirjinsli elektr maydoni.
118. Ostragradskiy-Gauss teoremasi.
119. Elektrostatik maydon kuchlarining ishi.
120. Potentsial.
121. O'tkazgichning elektr sig'imi.
122. Kondensator.
123. Elektrostatik maydon energiyasi.
124. Elektrostatik maydon energiyasi zichligi.
125. Qutblanish nima.
126. Pezoelektrik effekt.
127. Segnetoelektrik.
128. Elektr toki.
129. Tok kuchi.
130. Elektr yurituvchi kuch.
131. Kuchlanishi.
132. Om qonuni.
133. O'tkazgichning qarshiligi.
134. Zanjirning bir jinsli bo'lmagan qismi uchun Om qonuni.
135. Ichki qarshilik.
136. Tashqi qarshilik.
137. Joule-Lents qonuni.
138. Kirxgofning birinchi qoidasi.
139. Kirxgofning ikkinchi qoidasi.
140. Generatsiya; rekombinatsiya.
141. Aralashali utkazuvchanlik.
142. Donorli aralashma.
143. Aktseptorli aralasha.
144. Elektron emissiya.
145. Avtoelektron emissiya.
146. To'yinish toki.
147. Ionlarning harakatchanligi.
148. Elektrolit.
149. Kation.
150. Anion.
151. Elektroliz.

152. Faradeyning birinchi qonuni.
153. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti.
154. Faradeyning ikkinchi qonuni.
155. Ionning kimyoviy ekvivalenti.
156. Faradey doimiysining fizik ma'nosi.
157. Ionlashish potentsiali.
158. Nomustaqil gaz razryadi.
159. Mustaqil gaz razryadi.
160. Miltillama razryad.
161. Toj razryadi.
162. Uchqun razryad.
163. Magnit maydoni.
164. Magnit momenti.
165. Magnit induktsiya.
166. Magnit induktsiya vektori.
167. Bio-Savar-Laplas qonuni.
168. Lorents kuchi.
169. Elektromagnit induktsiya.
170. Induktsiya-E.YU.K..
171. O'zinduktsiya.
172. O'zaroinduktsiya.
173. Magnit maydon energiyasi.
174. Diamagnetik nima.
175. Paramagnetik nima.
176. Ferromagnetik nima.
177. Elektromagnit tebranish.
178. Tebranish konturi.
179. Elektromagnit to'lqin.
180. Geometrik optika.
181. Nur.
182. Gomotsentrik dasta.
183. Qo'shma nuqtalar.
184. Kollinear moslik.
185. Yorug'lik nuri.
186. Nur dastasi.
187. Yorug'likning qaytish qonuni.
188. Yorug'likning sinish qonuni.
189. Absolyut sindirish ko'rsatkichi.
190. Optikaviy zichroq modda.
191. Chegaraviy burchak.
192. To'la ichki qaytish.
193. Sindiruvchi burchak.
194. Og'dirish burchagi.
195. Yorug'likning dispersiyasi.
196. Normal dispersiya.
197. Anomal dispersiya.
198. Linza.
199. Qalin linza.
200. Yupqa linza.
201. Yig'uvchi linza.
202. Sochuvchi linza.

Fizika fanidan yakuniy nazorat savollari

1. Kirish.
2. Fizikaning boshqa fanlar bilan aloqasi.
3. O'lchov birliklari.
4. Moddiy nuqta kinematikasi. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziql, egri chiziqli va aylana buylab harakati.
5. Tabiat kuchlari va ularning turlari.
6. Noinertsial sanoq sistemalari. Inertsiya kuchlari. Impuls va uning saqlanish qonuni.
7. Ish va quvvat.
8. Energiya. energiyaning saqlanish qonuni.
9. Klassik mexanikaning cheklanganligi to'g'risida.
10. Aylanma harakat dinamikasi.
11. Suyuqlik harakati.
12. Tebranishlar va to'liqlar.
13. Molekular - kinetik nazariya asoslari va uni tajribalarda tasdiqlanishi.
14. Moddalarning tuzilishi. Suyukliklar va qattiq jismlar orasidagi ayrim o'xshashliklar
15. Ideal gaz qonunlari.
16. Ideal gaz molekular - kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Issiqlik harakati. Issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi.
17. Gazlarda ko'chish hodisalari.
18. Suyuqliklar va qattiq jismlarning tuzilish xususiyatlari.
19. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlikdan kengayishi. Qattiq va suyuq jismlarning issiqlik sig'imlari.
20. Fazaviy holatlar diagrammasi.
21. Suyuqliklarning qaynashi.
22. Real gazlar. Van-der-Vaals teoremasi.
23. Termodinamik parametrlar.
24. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi asosiy qonunlari.
25. Elektrostatika, zaryadlanish, musbat va manfiy zaryad, Kulon qonuni.
26. Elektr maydon va uning kuchlanganligi, kuchlanganlik chiziqlari.
27. Ostragradskiy- Gauss teoremasi.
28. Elektr toki, Om qonuni, E.Yu.K, kuchlanish.
29. Kontakt potentsiallar ayirmasi. Volta qonunlari.
30. Elektronlar emissiyasi.
31. Yarim o'tkazgichlarda, gazlarda va suyuqliklarda tok.
32. Doimiy magnit va aylanma tok.
33. Bio-Savar-Laplas qonuni.
34. Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch. Amper qonuni.
35. Magnit moddalarning turlari.
36. Elektromagnit induksiya hodisasi. O'z va o'zaroinduksiya.
37. Elektromagnit garmonik tebranishlar.
38. Elektromagnit to'liqlar. Umov vektori.
39. Yorug'likning tabiati. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.
40. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.
41. Asosiy fotometrik kattaliklar.
42. Yorug'lik dispersiyasi.
43. Yorug'likning yutilishi.
44. Yorug'lik interferentsiyasi. Interferometrlar.

45. Yorug'lik ifraksiyasi. Gyuygens-Frenel prinsipi.
46. Yorug'likning qutblanishi. Tabiiy va qutblangan yorug'lik.
47. Nurning ikkilanib sinishi.
48. Qutblovchi prizmalar. Malyus qonuni.
49. Atom tuzilishining Rezerford modeli. Bor postulatlar.
50. Lyuminesentsiya, uning turlari va qo'llanilishi.
51. Fotoeffekt hodisasi. Tashqi fotoeffekt qonunlari. Eynshteyn formulasi.
52. Kompton effekti.
53. Atom yadrosining tarkibi. YAdroning massa va zaryad soni
54. Izotoplar.
55. Radioaktivlik. Radioaktiv emirilish qonunlari.
56. Yadroviy reaksiyalar.
57. Yadroning bog'lanish va solishtirma bog'lanish energiyasi.
58. Yadrolarning bo'linishi. Zanjir reaksiya.

Tayanch so'zlar

1. Harakat.
2. Tekis harakat.
3. Notekis harakat.
4. Sanoq sistemasi.
5. Moddiy nuqta.
6. Tezlik.
7. Tezlanish.
8. O'rtacha tezlik.
9. O'rtacha tezlanish.
10. Burchak tezlik.
11. Burchak tezlanish.
12. Ilgarilanma tezlikning burchak tezlikka bog'liqligi.
13. Ilgarilanma tezlanishning burchak tezlanishga bog'liqligi.
14. Aylanish davri.
15. Tebranish chastotasi.
16. Massa.
17. Kuch.
18. Nyutonning birinchi qonuni.
19. Nyutonning ikkinchi qonuni.
20. Nyutonning uchinchi qonuni.
21. Elastiklik kuchi.
22. Ishqalanish kuchi.
23. Butun olam tortishish kuchi.
24. Og'irlik kuchi.
25. Jismning og'irligi.
26. Noinertsial sanoq sistemalari.
27. Inertsia kuchlari.
28. Impuls.
29. Impulsning saqlanish qonuni.
30. Massa markazi.
31. Ish.
32. Quvvat.
33. Energiya.
34. Energiyaning saqlanish qonuni.
35. Geyzenbergning noaniqliklar munosabati.

36. Kuch momenti.
37. Impuls momenti.
38. Inertsiya momenti.
39. Aylanma harakat qilayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi.
40. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuni.
41. Impuls momentining saqlanish qonuni.
42. Uzlaksizlik tenglamasi.
43. Bernulli tenglamasi.
44. Oqim nayi.
45. Oqim chizig`i.
46. Tebranish.
47. Garmonik tebranish.
48. Matematik mayatnik.
49. So`nuvchi tebranish.
50. Majburiy tebranish.
51. Rezonans.
52. To`lqin jarayon.
53. To`lqinlar interferentsiyasi.
54. Kogerent to`lqin.
55. Ideal gaz.
56. Boyle-Mariot qonuni.
57. Gey-Lyussakning birinchi qonuni.
58. Gey-Lyussakning ikkinchi qonuni.
59. Molekular massa.
60. Avogadro qonuni.
61. Dalton qonuni.
62. Klayperon tenglamasi.
63. Mendeleev - Klayperon tenglamasi.
64. Universal gaz doimmiysining fizik ma`nosi.
65. Ideal gaz molekular-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
66. Molekular - kinetik nazariya.
67. Ichki energiya.
68. Issiqlik harakati.
69. Issiqlik miqdori.
70. Issiqlik sig`imi.
71. O`zgarmas bosimdagi issiqlik sig`imi.
72. O`zgarmas hajmdagi issiqlik sig`imi.
73. Kristall panjara.
74. Ion panjarali kristallar.
75. Atom panjarali kristallar.
76. Molekular panjarali kristallar.
77. Metall panjarali kristallar.
78. Amorf jismlar.
79. Ko`chish hodisasi.
80. Diffuziya.
81. Fik tenglamasi.
82. Issiqlik o`tkazuvchanlik.
83. Fure tenglamasi.
84. Ovushqoqlik.
85. Qovushqoqlik uchun Nyuton tenglamasi.
86. Bug`lanish issiqligi.

87. Klapeyron–Klauzius tenglamasi.
88. To'yingan bug'.
89. Joul-Tomson effekti.
90. Musbat Joul-Tomson effekti.
91. Manfiy Joul-Tomson effekti.
92. Kritik temperatura.
93. Kritik izoterma.
94. Kritik hajm.
95. Kritik bosim.
96. Qotish.
97. Erish.
98. Bug'lanish.
99. Qaynash.
100. Van-der-Vaals tenglamasi.
101. Qaytar jarayon.
102. Qaytmas jarayon.
103. Termodinamika.
104. Termodinamikaning birinchi asosiy qonuni.
105. Puasson tenglamasi.
106. Termodinamikaning ikkinchi asosiy qonuni.
107. Karno tsikli.
108. Elektrlanish.
109. Zaryad.
110. Elektr dipoli.
111. Kulon qonuni.
112. Elektr maydon.
113. Elektr maydonining kuchlanganligi.
114. Zaryadning saqlanish qonuni.
115. Kuchlanganlik chiziqlari.
116. Bir jinsli elektr maydoni.
117. Nobirjinsli elektr maydoni.
118. Ostragradskiy-Gauss teoremasi.
119. Elektrostatik maydon kuchlarining ishi.
120. Potentsial.
121. O'tkazgichning elektr sig'imi.
122. Kondensator.
123. Elektrostatik maydon energiyasi.
124. Elektrostatik maydon energiyasi zichligi.
125. Qutblanish nima.
126. Pezoelektrik effekt.
127. Segnetoelektrik.
128. Elektr toki.
129. Tok kuchi.
130. Elektr yurituvchi kuch.
131. Kuchlanishi.
132. Om qonuni.
133. O'tkazgichning qarshiligi.
134. Zanjirning bir jinsli bo'lmagan qismi uchun Om qonuni.
135. Ichki qarshilik.
136. Tashqi qarshilik.
137. Joul-Lents qonuni.

138. Kirxgofning birinchi qoidasi.
139. Kirxgofning ikkinchi qoidasi.
140. Generatsiya; rekombinatsiya.
141. Aralashali utkazuvchanlik.
142. Donorli aralashma.
143. Aktseptorli aralasha.
144. Elektron emissiya.
145. Avtoelektron emissiya.
146. To'yinish toki.
147. Ionlarning harakatchanligi.
148. Elektrolit.
149. Kation.
150. Anion.
151. Elektroliz.
152. Faradeyning birinchi qonuni.
153. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti.
154. Faradeyning ikkinchi qonuni.
155. Ionning kimyoviy ekvivalenti.
156. Faradey doimiysining fizik ma'nosi.
157. Ionlashish potentsiali.
158. Nomustaqil gaz razryadi.
159. Mustaqil gaz razryadi.
160. Miltillama razryad.
161. Toj razryadi.
162. Uchqun razryad.
163. Magnit maydoni.
164. Magnit momenti.
165. Magnit induksiya.
166. Magnit induksiya vektori.
167. Bio-Savar-Laplas qonuni.
168. Lorents kuchi.
169. Elektromagnit induksiya.
170. Induksiya-E.YU.K..
171. O'zinduksiya.
172. O'zaroinduksiya.
173. Magnit maydon energiyasi.
174. Diamagnetik nima.
175. Paramagnetik nima.
176. Ferromagnetik nima.
177. Elektromagnit tebranish.
178. Tebranish konturi.
179. Elektromagnit to'lqin.
180. Umov vektori.
181. Geometrik optika.
182. Nur.
183. Gomotsentrik dasta.
184. Qo'shma nuqtalar.
185. Kollinear moslik.
186. Yorug'lik nuri.
187. Nur dastasi.
188. Yorug'likning qaytish qonuni.

189. Yorug'likning sinish qonuni.
190. Yorug'likning mustaqillik qonuni.
191. Chiziq bo'ylab tarqalish qonuni.
192. Absolyut sindirish ko'rsatkichi.
193. Optikaviy zichroq modda.
194. Chegaraviy burchak.
195. To'la ichki qaytish.
196. Sindiruvchi burchak.
197. Og'dirish burchagi.
198. Yorug'likning dispersiyasi.
199. Normal dispersiya.
200. Anomal dispersiya.
201. Linza.
202. Qalin linza.
203. Yupqa linza.
204. Yig'uvchi linza.
205. Sochuvchi linza.
206. Optikaviy sistemalarning nuqsonlari.
207. Aberratsiya.
208. Sferik aberratsiya.
209. Xromatik aberratsiya.
210. Astigmatizm.
211. Distorsiya.
212. Koma.
213. Lupa.
214. Lupaning kattalashtirishi.
215. Mikroskop.
216. Mikroskopning kattalashtirishi.
217. Yorug'lik oqimi.
218. Yorug'lik kuchi.
219. Fazoviy burchak.
220. Yoritilganlik.
221. Yorituvchanlik.
222. Ravshanlik.
223. Buger qonuni.
224. Yorug'lik interferentsiyasi.
225. Yorug'lik difraktsiyasi.
226. Frenel zonalari.
227. Gyuygens printsipi.
228. Gyuygens-Frenel printsipi.
229. Yorug'likning qutblanishi.
230. Tabiiy yorug'lik.
231. Qutblangan yorug'lik.
232. Oddiy nur.
233. G'ayrioddiy nur.
234. Kristallning optik o'qi.
235. Malyus qonuni.
236. Issiqlik nurlanishi.
237. Nurlanish qobiliyati.
238. Yutilish qobiliyati.
239. Absolyut qora jism.

240. Kirxgof qonuni.
241. Reley-Djins formulasi.
242. Plank formulasi.
243. Stefan-Boltsman qonuni.
244. Vin qonuni.
245. Optik pirometriya.
246. Atom tuzilishining Tomson modeli.
247. Atom tuzilishining Rezerford modeli.
248. Borning birinchi postulati.
249. Borning ikkinchi postulati.
250. Borning uchinchi postulati.
251. Pauli printsipi.
252. Lyuminesentsiya.
253. Fluorestsentsiya.
254. Fosforestsentsiya.
255. Fotolyuminesentsiya.
256. Rentgenolyuminesentsiya.
257. Radiolyuminesentsiya.
258. Katodolyuminesentsiya.
259. Elektroluminesentsiya.
260. Xemilyuminesentsiya.
261. Rentgenolyuminesentsiya.
262. Tribolyuminesentsiya.
263. Ionolyuminesentsiya.
264. Stoks qoidasi.
265. Antistoks lyuminesentsiya.
266. Fotoeffekt.
267. Tashqi fotoeffekt.
268. Ichki fotoeffekt.
269. Fotoeffektning qizil chegarasi.
270. Eynshteyn formulasi.
271. Kompton effekti.
272. Proton.
273. Neytron.
274. Izotop.
275. Radioaktivlik.
276. Alfa-nurlar.
277. Betta-nurlar.
278. Gamma-nurlar.
279. Sun'iy izotop.
280. Ekzoenergetik reaksiya.
281. Yemirilish doimiysi.
282. Alfa emirilishda siljish qonuni.
283. Beta-emirilishda siljish qonuni.
284. Yadroning bog'lanish energiyasi.
285. Yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi.
286. Massa defekti.
287. Zanjir reaksiya.
288. Ko'payish koeffitsienti.

VII. “Fizika” fanidan test-savollari

1. Diffuziya - ...

A) ionlarning issiqlik harakati tufayli moddalarning konsentratsiyasi katta joydan konsentratsiyasi kichik joyga o'z-o'zidan ko'chishidir

B) molekularning tashqi ta'sir tufayli moddalarning konsentratsiyasi katta joydan konsentratsiyasi kichik joyga o'z-o'zidan ko'chishidir

*C) molekularning issiqlik harakati tufayli moddalarning konsentratsiyasi katta joydan konsentratsiyasi kichik joyga o'z-o'zidan ko'chishidir

D) molekullarning tashqi ta'sir tufayli moddalarning konsentratsiyasi kichik joydan konsentratsiyasi katta joyga o'z-o'zidan ko'chishidir

2. $Sv = \text{const}$ nima?

*A) uzluksizlik tenglamasi

B) Bernulli tenglamasi

C) Nyuton tenglamasi

D) Eynshteyn tenglamasi

3. Ionlantiruvchi nurlanishlarga kiradilar: a) radioto`lqinlar; b) ko`rinuvchi yorug`lik; v) uzun ultrabinafsha; g) rentgen va gamma nurlanish; d) neytronlar, protonlar, alfa zarralar oqimlari; e) ultratovush nurlanishi

A) hammasi

*B) v, g, d

C) a, b, v

D) a, g, d, e

4. Materialga qo'yilgan yuklanish ortishi bilan uning molekularlari mos xoldagagi yo'nalishlar bo'yicha to'g'irlanib, namuna uzunligi ...

A) kamayadi

B) o'zgarmaydi

*C) oshadi

5. Oddiy suyuqliklar (a yoki b), tuzilishi jihatidan esa (x yoki y) hisoblanadi

a) izotropdir; b) anizotropdir

x) amorf jism; y) qattiq jism

*A) a, x

B) b, u

C) a, u

D) b, x

6. Suyuqliklar juda oz (a yoki b) va katta (x yoki u) ega:

a) sigiluvchanlikka; b) elastiklikka

x) zichlikka; u) egiluvchanlikka

A) b, u

*B) a, x

C) a, u

D) b, x

7. Sirt taranglik ko'effitsienti shu sirtni hosil qilgan ishga ...

A) teskari proporsional

B) kvadratika to'g'ri proportsional

*C) to`g`ri proporsional

D) kvadratika teskari proporsional

8. Sirt taranglik koeffitsienti shu sirtning yuziga ...

*A) teskari proporsional

B) to`g`ri propoportsional

C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) kvadratiga teskari proportsional

9. Sirt taranglik koeffitsienti sirt taranglik kuchlariga ...

A) teskari proportsional

*B) to'g'ri proportsional

C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) kvadratiga teskari proportsional

10. Sirt taranglik koeffitsienti kontur uzunligiga ...

A) to'g'ri proportsional

B) kvadratiga to'g'ri proportsional

C) kvadratiga teskari proportsional

*D) teskari proportsional

11. CHegaraviy burchak nolga intilganda suyuqlik monoqatlam hosil qilguncha yoyiladi, buni ... deyiladi

*A) ideal ho'llash

B) ho'llash

C) ho'llamaslik

D) gidrofillik

12. Elektr maydon energiyasining zichligi elektr maydon kuchlanganligining

A) kvadratiga teskari proportsional

*B) kvadratiga to'g'ri proportsional

C) to'g'ri proportsional

D) teskari proportsional

13. Magnit maydon energiyasining zichligi magnit maydon kuchlanganligining

A) kvadratiga teskari proportsional

*B) kvadratiga to'g'ri proportsional

C) to'g'ri proportsional

D) teskari proportsional

14. Elektromagnit maydon energiyasining zichligi elektr maydon kuchlanganligining

A) kvadratiga teskari proportsional

B) to'g'ri proportsional

*C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) teskari proportsional

15. Elektromagnit maydon energiyasining zichligi magnit maydon kuchlanganligining

A) kvadratiga teskari proportsional

B) to'g'ri proportsional

*C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) teskari proportsional

16. Tok kuchi zaryadga ...

A) teskari proportsional

B) kvadratiga to'g'ri proportsional

C) kvadratiga teskari proportsional

*D) to'g'ri proportsional

17. Elektr maydonida joylashtirilgan dielektrikning qutblanishi holatiga maydon ... o'zgarishi ta'sir etadi

*A) kuchlanganligining

B) kuchlanishining

C) chastotasining

D) kuvvatining

18. Dielektrikning qutblanish (a yoki b) yolg'iz undagi molekulalar elektr momentlarining (x yoki u) bilan xarakterlab bo'lmaydi, chunki bu kattalik (l yoki m) bog'liq bo'ladi

a) darajasi;

b) koeffitsienti

x) yig'indisi; u) ayirmasi

l) hajmiga; m) yuzasiga

A) a, u, m

B) b, x, l

*C) a, x, l

D) b, u, m

19. Dielektrik singdiruvchanlik unda vujudga kelgan elektr maydon kuchlanganligiga ...

*A) to'g'ri proportsional

B) teskari proportsional

C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) kvadratiga teskari proportsional

20. Dielektrik singdiruvchanlik vakuumda hosil bo'lgan elektr maydon kuchlanganligiga ...

A) to'g'ri proportsional

*B) teskari proportsional

C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) kvadratiga teskari proportsional

21. Elektromagnit nazariyani kim yaratdi?

A) M.Faradey

B) I.Nyuton

*C) J.K.Maksvell

D) X.K.Ersted

22. Zanjirning bir kismi uchun Om qonuniga muvofik tok kuchi kuchlanishga ...

A) teskari proportsional

*B) to'g'ri proportsional

C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) kvadratiga teskari proportsional

23. Zanjirning bir kismi uchun Om qonuniga muvofik tok kuchi karshilikka ...

A) to'g'ri proportsional

*B) teskari proportsional

C) kvadratiga to'g'ri proportsional

D) kvadratiga teskari proportsional

24. Molekulalarning issiqlik harakati tufayli moddalarning konsentratsiyasi katta joydan konsentratsiyasi kichik joyga o'z o'zidan ko'chishi - ...

A) filtratsiya

*B) diffuziya

C) passiv transport

D) engillashtirilgan diffuziya

25. Uzlaksizlik tenglamasini ko'rsating

A) $vSQ = \text{const}$

*B) $vS = \text{const}$

C) $I = U/R$

D) $nqv = I$

26. Relaksatsiya - ...

A) molekulalarning "utrok yashash vaqtining eng uzuni"

B) ionlarning "utrok yashash vaqtining urtachasi"

*C) molekulalarning "o'troq yashash vaqtining urtachasi"

D) atomlarning "utrok yashash vaqtining urtachasi"

27. Bir-biridan biror masofada joylashgan ikkita teng, lyokin karama-karshi ishorali nuqtaviy elektr zaryadlaridan iborat sistemaga ... deb ataladi.

A) multipol

*B) elektr dipoli

C) magnon

D) bozon

28. Elektr zaryadini tashuvchilarning bir tamonga tartibli harakati ... deb ataladi.

*A) elektr toki

B) elektr maydoni

C) elektr energiyasi

D) elektr maydoning energiyasi

29. Impedans kuydagi kattaliklarga bog'liq: a) aktiv qarshilik - R , b) induktiv qarshilik - x_L v) sig'im qarshilik - x_C

A) xech kaysisiga

B) faqat a

C) faqat a), b)

*D) hammasiga

30. Ko'chish xodisaga quyidagilar kiradi: a) diffuziya; b) kovushkoklik; v) issiqlik utkazuvchanlik;

A) faqat a

*B) hammasi

C) faqat a), b)

D) b), v)

31. Molekular harakat protsesida ruy beradigan bir modda zarrachalarining boshka modda zarrachalari orasiga kirib borishi ... deyiladi.

A) issiqlik utkazuvchanlik

B) elektr utkazuvchanlik

*C) diffuziya

D) kovushkoklik

32. To'liq uzunligi bilan chastota qanday boglanishga ega?

A) $\lambda = v/n$

B) $\lambda = 2c/v$

*C) $\lambda = c/v$

D) $\lambda = n/c$

33. Yassi to'liq intensivligi , tovush to'liq bosimi bilan quyidagi kurinishda boglangan:

A) $I = p/\rho c$

B) $I = p^2/(2\rho c)^{1/2}$

C) $I = 2p^2/\rho c$

*D) $I = p^2/2\rho c$

34. Stoks qonunini formulasini kursating:

*A) $F_{\text{shk}} = 6\pi n r v$

B) $F_{\text{shk}} = \pi n r v$

C) $F_{\text{shk}} = \pi n r^2 v$

D) $F_{\text{shk}} = 6\pi n r / v^2$

35. Moddiy nuqtaning impulsi momenti nuqta impulsi bilan undan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa ... teng

A) nisbatiga

*B) kupaytmasiga

C) ayirmasiga

D) yig'indisiga

36. Kogerent to'liqlar qanday to'liqlar?

A) bir muxitli to'liqlar

B) yuqori amplitudali to'liqlar

*C) bir fazali to'liqlar

D) past chastotali to'liqin

37. Aylanish o'qigacha bo'lgan masofa ikki marta oshsa, nuqtaning inertsia momenti qanday o'zgaradi?

*A) to'rt marta ortadi

B) ikki marta ortadi

C) ikki marta kamayadi

D) turt marta kamayadi

38. YOpishqoqlik uchun Stoks formullasiga kiruvchi kattaliklarni kursating: a) radius – r ; b) tezlik – v ; v) sirt taranglik koeffitsenti - σ ; g) massa – m ; d) yopishkoklik - η .

A) hammasi

B) b), v), g)

C) v), g), d)

*D) fakat a), b), v)

39. Koinotda kechuvchi barcha o'zgarishlar ... deyiladi

A) fazoviy o'zgarish

*B) harakat

C) tebranish

D) fazoviy utish

40. Absolyut qattiq jism nima?

A) ixtiyoriy ikki nuqta orasidagi masofa o'zgarmas koladigan odam organi

B) tashki kuchlar ostida o'z shaklini o'zgartirmaydigan jism

C) tashki kuchlar ostida o'z shaklini o'zgartirmaydigan odam organi

*B) ixtiyoriy ikki nuqta orasidagi masofa o'zgarmas koladigan jism

41. Radius-vektorning burilish burchagidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga ... deyiladi

A) tezlik

*B) burchak tezlik

C) tezlanish

D) burchak tezlanish

42. Burchak tezlikdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga ... deyiladi

A) tezlik

B) tezlanish

*C) burchak tezlanish

D) burchak tezlik

43. Radius-vektor bilan moddiy nuqtaga qo'yilgan kuchning kupaytmasi ... deyiladi.

A) inertsia momenti

B) ish

*C) kuch momenti

D) impuls

44. Kuch momenti nima?

A) radius-vektor bilan moddiy nuqtaga qo'yilgan kuchning nisbati

B) radius-vektor kvadrati bilan moddiy nuqtaga qo'yilgan kuchning kupaytmasi

*C) radius-vektor bilan moddiy nuqtaga qo'yilgan kuchning kupaytmasi

D) radius-vektor kvadrati bilan moddiy nuqtaga qo'yilgan kuchning nisbati

45. Inertsia momenti nima?

A) moddiy nuqta massasi bilan aylana o'qidan nuqtagacha bo'lgan masofa kvadratining nisbati

B) moddiy nuqta massasi bilan aylana o'qidan nuqtagacha bo'lgan masofaning kupaytmasi

*C) moddiy nuqta massasi bilan aylana o'qidan nuqtagacha bo'lgan masofa kvadratining kupaytmasi

D) moddiy nuqta massasi bilan aylana o'qidan nuqtagacha bo'lgan masofaning nisbati

46. Moddiy nuqta massasi bilan aylana o'qidan nuqtagacha bo'lgan masofa kvadratining kupaytmasiga ... deyiladi

- A) impuls momenti
- B) moment
- C) kuch momenti
- *D) inertsia momenti

47. Jismga ta'sir etuvchi barcha tashki kuchlar momentlarining yig'indisi nolga teng bolsa, bu jismning impuls momenti o'zgarmay koladi. Bu - ...

- A) impulsning saklanish qonuni
- B) kuch momentining saklanish qonuni
- C) energiyaning saklanish qonuni
- *D) impuls momentining saklanish qonuni

48. Ko'zgalmas aylanish o'qiga ega bo'lgan va shu o'qqa nisbatan momentlar hosil kiluvchi qattiq jism ... deyiladi

- A) sterjen
- B) kuch richagi
- C) tezlik richagi
- *D) richag

49. Laminar oqimda suyuqlikning okish tezligi trubaning ... maksimal bo'ladi

- A) devorlarida
- *B) o'qida
- C) devorlari atrofida
- D) o'qi atrofida

50. Truba orqali oqib utayotgan suyuqlik hajmi trubaning radiusining to'rtinchi darajasiga va bosimlar farkiga to'g'ri proportsional, suyuqlik qovushoqligiga va trubaning uzunligiga teskari proportsional. Bu - ... qonuni

- *A) Puazeyl
- B) Om
- C) Malyus
- D) Nyuton

51. Viskozimetriya deb ... ulchash usullarining tuplamiga aytiladi

- A) sirt taranglikni
- B) Reynolds sonini
- *C) kovushoklikni
- D) oqim tezligini

52. Temperaturasi o'zgarmaganda biror suyuqlik sirt qatlamini hosil kilish uchun sarflangan ishning shu sirt yuziga nisbati bilan aniklanadigan kattalikka ... deyiladi

- *A) sirt taranglik
- B) kovushoklik
- C) Reynolds soni
- D) kritik Reynolds soni

53. $Q=dU+A$. Bu -

- A) termodinamikaning II asosiy qonuni
- B) Nyuton qonuni
- C) Puazeyl qonuni
- *D) termodinamikaning I asosiy qonuni

54. Energiyaning birlik yuzadan vaqt birligi ichida utuvchi mikdori ... deyiladi

- A) oqim
- B) oqim kuchi
- C) energiya oqimi
- *D) intensivlik

55. Diffuziya, issiqlik utkazuvchanlik, elektr utkazuvchanlik, kovushoklik - bo'lar ... xodisalaridir

- A) transport
- B) aktiv transport
- C) passiv transport
- *D) ko'chish

56. Diffuziya - ...

- *A) molekular jarayonda ruy beradigan bir modda zarrachalarining boshka modda zarrachalari orasiga kirib borishi
- B) molekular jarayonda ruy beradigan aralashma tarkibidan bir modda zarrachalarining ajralishi
- C) molekular jarayonda ruy beradigan bir modda zarrachalarining boshka modda zarrachalari orkali yutilishi
- D) bir modda zarrachalarining boshka modda zarrachalari orasiga kirib borishi natijasida ichki energiyaning o'zgarishi

57. Elektromagnit nazariyasini kim yaratdi?

- *A) Maksvell
- B) Eynshteyn
- C) Bor
- D) Plank

58. O'lchash deb nimaga aytiladi?

- A) tirik organizmning ulchamlarini texnik vositalar bilan taqqoslashga.
- *B) texnik vositalar yordamida fizik kattaliklarning qiymatini tajribda topishga.
- C) biologik sistemaning ulchamlarini boshka texnik vositalar bilan taqqoslashga.
- D) biologik sistemaning va tirik organizmning ulchamlarini etalon bilan taqqoslashga.

59. O'lchashning nechta xil usullari mavjud?

- A) bevosita, bilvosita
- B) nisbiy va bevosita
- *C) bevosita, bilvosita, va qo'shma
- D) bilvosita va absolyut

60. ... deb tegishli fizik kattalikni mikdoriy baxolash uchun kelishuvga muvofik asos sifatida kabul kilingan fizik kattalikka aytiladi.

- A) fizik kattalik
- B) kattalik
- C) birlik
- *D) fizik kattalikning birligi

61. Moddiy nuqtaning aylanish o'qiga nisbatan impuls momenti deb ... son jihatdan teng bo'lgan kattalikni aytiladi.

- A) moddiy nuqta impulsi bilan aylanish o'qi uzunligini kupaytmasiga
- B) impuls bilan aylanish o'qigacha bo'lgan masofaning kupaytmasiga
- *C) moddiy nuqta impulsi bilan shu nuqtadan aylanish o'qigacha
- D) moddiy nuqta markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofaning kupaytmasiga.

62. Impuls momentining saklanish qonunining ifodasini aniklang.

- A) $Iv = \text{const}$;
- *B) $Jw = \text{const}$;
- C) $Iw^2 = \text{const}$;
- D) $Iw^3 = \text{const}$;

63. O'zining fazodagi yo'nalishini xech bir maxsus moslamalarsiz saklab koladigan aylanish o'qlariga ... deyiladi.

- A) o'qlar;
- B) erkin o'qlar;
- *C) erkin aylanish o'qlari;

D) aylanma o'qlar

64. Mexanik sistemaning vaziyatini ifodalovchi erkin o'zgaruvchilar ... deb ataladi.

A) erkinlik darajalari soni;

*B) erkinlik darajalari;

C) erkin o'zgaruvchilar soni;

D) mexanik sistemaning darajalari soni.

65. Takrorlanuvchi harakatlar yoki holat o'zgarishlariga ... deyiladi.

A) to'lqinlar;

B) garmonik tebranishlar;

*C) tebranishlar;

D) mexanik tebranishlar;

66. Tebranma harakatlar vaqtga bog'liq xolda sinus yoki kosinus qonuniga asosan o'zgarsa bunday tebranishlar ... deyiladi.

*A) garmonik tebranishlar;

B) mexanik tebranishlar;

C) sinusoidal tebranishlar;

D) angarmonik tebranishlar;

67. Tebranishlar davrini aniklash formulasini kursating:

A) $T=7\pi/\omega_0$;

B) $T=2\pi^2/\omega_0$;

C) $T=(2\pi/\omega_0)/2$;

*D) $T=2\pi/\omega_0$;

68. Sistemada davriy qonun asosida o'zgaruvchi tashki kuch ta'sirida vujudga keluvchi tebranishlar ... deyiladi

*A) majburiy tebranishlar;

B) garmonik tebranishlar;

C) avtotebranishlar;

D) sunuvchi tebranishlar;

69. CHastota deb nimaga aytiladi?

A) vaqt birligidagi to'lqinlar soniga;

B) vaqt birligidagi tebranishlar va to'lqinlar soniga;

*C) vaqt birligidagi tebranishlar soniga;

D) tebranishlar uchun ketgan soniga;

70. Tashki o'zgaruvchan kuchlar ta'siridan xoli bo'lgan biror sistemada mavjud bo'lgan sunmas tebranishlar ... deyiladi.

A) majburiy tebranishlar;

B) mexanik tebranishlar;

*C) avtotebranishlar;

D) garmonik tebranishlar;

71. Garmonik tebranishlar - ...

*A) tebranma harakatlari vaqtga bog'liq xolda sinus yoki kosinus qonuniga asosan o'zgaradigan tebranishlardir

B) harakatlari vaqtga bog'liq xolda sinus yoki kosinus qonuniga asosan o'zgaradigan tebranishlardir

C) tebranma harakatlari vaqtga bog'liq bulmaggan xolda sinus yoki kosinus qonuniga asosan o'zgaradigan tebranishlardir

D) tebranma harakatlari vaqtga bog'liq xolda fakat kosinus qonuniga asosan o'zgaradigan tebranishlardir

72. Mexanik to'lqin deb fazoda tarkaluvchi va o'zi energiya eltuvchi ... aytiladi.

A) fizik galayonlanishlarga

B) elektr galayonlanishlarga

C) mexanik tebranishlarga

*D) mexanik galayonlanishlarga

73. Biror yuza orkali kuchirilgan energiyaning shu energiyanı kuchirish uchun ketgan vaqt oraligiga nisbati... deyiladi.

A) oqim

*B) energiya oqimi

C) diffuziya

D) ko`chish

74. To`lqin manbai bilan ko`zatuvchining bir-biriga nisbatan harakatlanishi natijasida ko`zatuvchi kabul kilaetgan to`lqin chastotalarining o`zgarishiga... deyiladi.

A) chastotalar o`zgarishi effekti

B) Dopplerning chastotalar o`zgarishi effekti

*C) Dopler effekti

D) Fik qonuni

75. Real suyuqlik okkanda uning ayrim qatlamlari bir-biriga shu qatlamlarga urinma kurinishda o`zaro ta`sirlashish xodisasi ... deyiladi.

*A) ichki ishkalanish va kovushoklik

B) sirt taranglik

C) kavitatsiya

D) fluktuatsiya

76. Suyuqliklarning okishida Nyuton tenglamasining kurinishini aniklang:

A) $F_{\text{uuk}} = \frac{dv}{dx} S$

B) $F_{\text{uuk}} = \eta S$

*C) $F_{\text{uuk}} = \eta \frac{dv}{dx} S$

D) $F_{\text{uuk}} = \rho \eta \frac{dv}{dx} S$

77. Jism nuqtalari vaziyatlarining o`zaro bir-biriga nisbatan o`zgarishi tufayli uning ul-chamlari va shaklining o`zgarishiga ... deyiladi.

A) elastik deformatsiya

*B) deformatsiya

C) cho`zilish

D) koldik deformatsiya

78. Agar kuch ta`siri tuxtagandan sung qattiq jismda koldik deformatsiya kolmasa, bu ... deformatsiya deyiladi.

A) plastik

B) cho`zilish

*C) elastik

D) poelastik

79. Agar tashki kuchlar ta`siri tuxtagandan sung ham deformatsiya saklansa, u xolda bu deformatsiya ... deyiladi.

A) elastik

B) cho`zilish

*C) plastik

D) koldik

80. Deformatsiyaga quyidagilar kiradi. a) egilish; b) burilish; v) cho`zilish; g) siqilish; d) siljish

A) a), b), v)

B) b), v), g)

*C) hammasi

D) v), g), d)

81. Guk qonunining formulasini ko'rsating.

*A) $\sigma = \varepsilon E$

B) $\sigma = \varepsilon / E$

C) $\sigma = E / \varepsilon$

D) $\sigma = \varepsilon E^2$

82. Jismning buzilishi oldidan jismga qo'yilgan eng katta yuklanish bilan aniqlanuvchi kuchlanish jismning ... deyiladi.

A) buzilish chegarasi

B) sinish chegarasi

*C) mustaxkamlik chegarasi

D) oralik chegarasi

83. Impuls momentining saqlanish qonuni

A) impuls momenti kvadrati bilan burchak tezlik kupaytmasi o'zgarmas kattalikdir

B) impuls momenti kvadrati bilan burchak tezlik kvadrati kupaytmasi o'zgarmas kattalikdir

*C) impuls momenti bilan burchak tezlik kupaytmasi o'zgarmas kattalikdir

D) impuls momenti kubi bilan burchak tezlik kupaytmasi o'zgarmas kattalikdir

84. Tebranishlar davri ...

*A) moddiy nuqtaning aylanani to'liq aylanish uchun ketgan vaqt

B) jismning aylanani to'liq aylanish uchun ketgan vaqt

C) moddiy nuqtaning doirani to'liq aylanish uchun ketgan vaqt

D) moddiy nuqtaning doirani yarim aylanish uchun ketgan vaqt

85. Absolyut qora jism - ...

A) ayrim chastotalar uchun yutilish koeffitsienti birga teng bo'lgan jismlar

B) barcha chastotalar uchun yutilish koeffitsienti birdan kichik bo'lgan jismlar

C) ayrim chastotalar uchun yutilish koeffitsienti birdan katta bo'lgan jismlar

*D) barcha chastotalar uchun yutilish koeffitsienti birga teng bo'lgan jismlar

86. Kirxgof qonuniga binoan absolyut qora jism yoritilganligi uning nurlanish qobiliyatiga

....

*A) to'g'ri proporsional

B) teskari proporsional

C) kvadratiga to'g'ri proporsional

D) kvadratiga teskari proporsional

87. Kirxgof qonuniga binoan absolyut qora jism yoritilganligi uning nur yutish qobiliyatiga

....

A) to'g'ri proporsional

B) kvadratiga to'g'ri proporsional

*C) teskari proporsional

D) kvadratiga teskari proporsional

88. Vinning siljish qonuniga binoan absolyut qora jism yoritilganlik spektral zichligining maksimumi uning temperaturasi

A) to'g'ri proporsional

B) kvadratiga to'g'ri proporsional

*C) teskari proporsional

D) kvadratiga teskari proporsional

89. YOpishqoklik koeffitsienti son jihatdan ichki ishkalanish kuchiga teng bo'ladi, qachonki: 1) $dv/dx=1$, 2) $S=0$, 3) $S=1$, 4) $dv/dx=0$, 5) $S=F$ bulsa

A) 2, 4

B) 3, 4

*C) 1, 3

D) 1, 5,

90. Entropiya va termodinamik extimollik qanday bog'liq? 1) Boltsman doimiysi, 2) termodinamik extimollik, 3) termodinamik extimollikning logarifmi, 4) erkin energiya, E) boglangan energiya

A) 2, 4

*B) 1, 3

C) 4

D) 2

91. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini aniklang:

A) $\beta = M/2I$;

B) $\beta = 2M/I$;

C) $\beta = T/I$;

*D) $\beta = M/I$;

92. Izotermik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni: 1) $T = \text{const}$, 2) $p = \text{const}$, 3) $Q = A$, 4) $Q = \Delta U$, 5) $Q = \Delta U + A$

A) 2, 4

*B) 1, 3

C) 1, 5

D) 1, 4

93. Atom statsionar holatda: 1) energiya yutadi va chikaradi, 2) energiya chikarmaydi, 3) energiya yutmaydi, 4) foton nurlatadi, 5) foton yutadi

*A) 2, 3

B) 4, 5

C) 1

D) 1, 2, 3

94. Alfa emirilishda hosil bo'ladigan elementning tartib nomeri va yadro massa sonini kursating: 1) $Z-2$, 2) $Z+2$, 3) Z , 4) $A+2$, 5) $A-4$

A) 2, 4

*B) 1, 5

C) 3, 4

D) 3, 5

95. Diffuziya xodisasi nimalarning harakati bilan yuzaga keladi va uning mohiyati nimada?

1) elektronlarning harakati, 2) molekulalarning xaotik harakati, 3) massa kuchadi, 4) impuls kuchadi, 5) modda yopishadi

A) 1, 4

B) 1, 5

*C) 2, 3

D) 2, 4

96. Interferentsiya - bu kogerent to'lqinlarning ustma-ust tushishi natijasida to'lqinlarning: 1) kuchayishi, 2) susayishi, 3) o'zgarmasligi, 4) sunishi, 5) ortda kolishi

A) 3

*B) 1, 2

C) 4, 5

D) 2, 4

97. Alfa-zarracha kaysi elementar zarralardan tuzilgan? 1) proton, 2) neytron, 3) ikkita proton, 4) ikkita neytron, 5) elektron

A) 1, 2

*B) 3, 4

C) 3, 4, 5

D) 2, 3

98. Musbat zaryadlangan zarralarni kursating: 1) elektron, 2) proton, 3) neytron, 4) pozitron, 5) alfa

A) 1, 5

B) 1, 3

C) faqat 5

*D) 2, 4, 5

99. Lazer nurlanishining xossalari kursating: 1) kogerentlik, 2) monoxromatiklik, 3) anik yo`nalishga ega, 4) izotrop, 5) qutblangan

A) 1, 2, 4

B) 2, 4, 5

*C) 1, 2, 3, 5

D) 1, 2

100. Entropiya nimaga bog`liq? 1) erkin energiya, 2) boglangan energiya, 3) issiqlik miqdori, 4) temperatura, 5) ish

A) 1, 3

*B) 2, 4

C) 5, 4

D) 2, 5

101. Ko`chish xodisasida qanday fizikaviy xarakteristikalar uzatiladi? 1) massa, 2) impuls, 3) energiya, 4) zaryad, 5) ionlar, 6) elektronlar

A) 5, 6

*B) 1, 2, 3, 4

C) 3, 6

D) 3, 5

102. Diffuziyada modadalar qanday yo`nalish kuchadi? 1) zichlik kamayish, 2) zichlik ortishi, 3) kontsentratsiya kamayish, 4) kontsentratsiya ortishi, 5) magnit maydon

A) 2, 4

B) 3, 5

C) 3, 4

*D) 1, 3

103. E vektorlari va, demak N vektorlari ham to`liq anik tyokisliklarda yotgan elektromagnit to`lqin - ... deyiladi.

A) qutblangan to`lqin

*B) yassi qutblangan to`lqin

C) qutblanmagan to`lqin

D) kundalang to`lqin

104. Moddaning sindirish koeffitsienti deb nimaga aytiladi?

*A) vakuumdagi yoruglik tarkalish tezligining, shu moddada tarkalish tezligiga nisbatiga

B) moddada yoruglik tarkalishi tezligining vakuumda tarkalish tezligiga nisbatiga

C) yoruglikning ma'lum bir burchak ostida sinishiga

D) yoruglikning ma'lum bir burchak ostida utishiga

105. Bir xil temperaturada energetik yorituvchanlik spektral zichligining monoxromatik yutilish koeffitsientiga nisbati istalgan jismlar uchun, shular katorida absolyut qora jism uchun ham bir xildir. Bu kimning qonuni?

A) Vin

B) Stefan-Boltsman

*C) Kirxgof

D) Plank

106. Stefan-Boltsman qonunining kurinishi qanday?

A) $R_e = \sigma T^3$

B) $R_e = \sigma T^2$

*C) $Re = \sigma T^4$

D) $Re = \sigma T$

107. Vinning siljish qonunining formulasi qanday?

A) $\lambda_{\max} = b/T^2$

*B) $\lambda_{\max} = b/T$

C) $\lambda_{\max} = pT/b$

D) $\lambda_{\max} = 2pb/T$

108. Laminar oqimda har bir qatlamdagi tezlik ... bo`ladi

A) notekis

*B) bir xil

C) tekis o`zgaruvchan

D) notekis o`zgaruvchan

VIII. O`quv dasturi

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Руйхатга олинди

№ БД-2

2012 йил "14" март

Ўзбекистон Республикаси

Олий ва ўрта махсус таълим

вазирлигининг

2012 йил "14" март даги

сонли буйруғи билан

тасдиқланган



Handwritten signature in blue ink: N. Xodiev

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 100000 – Гуманитар соҳа

Таълим соҳаси: 140000 –Нофизик бакалаврият
йўналишлари учун

Таълим йўналиши: 5420100-Биология, 5420200- Биоинформатика,
5440200-Механика, 5440400-Кимё, 5440500-
География, 5440600- Гидрометеорология, 5460100-
Математика, 5460200-Статистика, 5480100-Амалий
математика ва информатика, 5521900-Информатика ва
ахборот технологиялари, 5850200-Экология ва
табиатдан фойдаланиш, 5420500- Ихтиология, 5420600
Биофизика, 5420700-Биокимё, 5420800-Генетика,
5440700- Геология, фойдали қазилмалар конларини
кидириш ва башорат қилиш, 5441000-Геофизика,
5441100-Гидрогеология, 5441200-Геохимё,
минералогия ва петрография, 5441300-
Тупрокшунослик, 5441500-Табиий бирикмалар кимёси
5441600-Экалогик кимё, 5441700-Электромимё,
5441800-Сув омборлари гидрологияси

Тошкент – 2012

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими ўқув-методик бирлашмалари фаолиятини мувофиқлаштирувчи кенгашнинг 20¹⁴ йил «6» сентябр даги «1» -сон мажлис баёни билан маъқулланган

Фаннинг ўқув дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

- | | |
|------------------------|---|
| Абдурахмонов У. | Умумий физика, физикани ўқитиш услубияти ва атмосфера физикаси кафедраси мудири, физика математика фанлар доктори, профессор. |
| Зохидова М. А. | Умумий физика, физикани ўқитиш услубияти ва атмосфера физикаси кафедраси доценти, физика математика фанлари номзоди. |
| Абдуллаев Р. М. | Умумий физика, физикани ўқитиш услубияти ва атмосфера физикаси кафедраси доценти, физика математика фанлари номзоди. |

Такризчилар:

- | | |
|-------------------------|--|
| Камолхўжаев Ш.М. | Тошкент Давлат Техника университети педагогика фанлари доктори, профессор. |
| Умаров А. В. | Тошкент Темир йўл муҳандислар институти физика кафедрасининг мудири, техника фанлари доктори, профессор. |

Фаннинг ўқув дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Илмий-методик кенгашида тавсия қилинган (20¹⁴ йил «25» октябрь даги «2»-сонли баённома).

Кириш

Физика, бошқа табиий фанлар каби, бизни ўраб олган моддий дунёнинг объектив хоссаларини ўрганади. Физика сўзи грекча бўлиб, табиат демакдир. Физика материя ҳаракатининг энг умумий (механик, иссиқлик, электромагнит ва ҳ.к.) формаларини ва уларнинг бир-бирларига айланишларини ўрганади. Ҳаракатнинг физикада ўрганиладиган формалари ҳаракатнинг олий ва анча мураккаб бўлган ҳамма формаларида (химиявий, биологик ва бошқа жараёнларда) иштирок этади ва уларнинг ажралмас қисмидир. Масалан, Ер ва осмон жисмларининг ҳаммаси, химиявий жихатдан сода ёки мураккаблиги, тирик ёки ўликлигидан қатъий назар, физика кашф этган бутун дунё тортишиш қонунига бўйсунди. Ҳамма жараёнлар, уларнинг махсус химиявий, биологик ёки бошқа характерда бўлишидан қатъий назар, физика аниқлаган қонунга - энергиянинг сақланиш қонунига бўйсунди.

Ушбу дастур умумий физиканинг асосий ҳодисалари, қонунлари, қонуниятларини ўрганиш, уларнинг техникада ва ҳаётда қўлланиши, табиатдаги жараёнларни ҳаётга таъсирини камрайд.

Ўқув фанинг мақсади ва вазифалари

Умумий физика фанининг асосий мақсади талабаларни асосий физик ҳодисалар, уларнинг механизмлари, қонуниятлари ва амалий қўлланишлари билан таништиришдир. Умумий физика фанининг асосий вазифаси талабаларда илмий-амалий дунёқарашни, яъни физикавий ҳодисаларнинг табиатини тўғри тасаввур қилиш, табиий фанлар соҳасида қўйилган ҳар бир аниқ вазифалар мазмунини умумий физика қонунлари билан боғлаш; асосий физикавий ўлчов асбоб-ускуналарида фойдалана билиш; физика фанининг ривожда ўзбек алломаларининг қўшган ҳиссаларидан ғурурланишни шакллантиришдир; талабаларнинг мустақил ишлаш малакасини, таҳлилий мулоҳаза юритиш қобилитини, шунингдек асосий ва қўшимча адабиётлардан фойдаланиш маҳоратини ўстириш.

Фан бўйича талабаларнинг билимига, кўникма ва малакасига қўйиладиган талаблар

Асосий физика қонунлари ва уларнинг формулаларини, асосий физик принципларнинг маъноси, мазмуни, ҳаракат қонуниятлари ва уларнинг графикларини таҳлил қилиш. Физик катталикларининг маъносини, бирликларини ва уларни таққослашни, асосий физик қонун ва принципларни механик ҳодисаларга қўллай билиш. Физик тажрибалар, намоёишлар ва ҳодисаларни физик қонун ва принциплари асосида тавсифлаш. Физикада қўлланилидиган физик қонунлар, принциплар, идеаллаштирилган моделлар ва схемаларнинг қўлланилиш чегарасини билиши керак.

Умумий талаб даражасидаги масалаларни ечиш ва таҳлил қилиш. Физикавий масала ва тажриба натижаларини ҳар хил ўлчов системаларида ҳисоблашда математик ҳисоблаш усуллари қўллай билиш ўқувига эга бўлиш.

Физик қонун ва формулаларни ностандарт масалаларга тадбиқ этиш **кўникмаларига эга бўлиши керак.**

Оддий механик лаборатория ишларини созлашни, ўлчашни бажаришни ва натижаларни ҳисоблашни, эксперимент ҳатоликларини ҳисоблаш ва тажриба сифатини хулосалашни билишлари керак. Тажрибаларда ишлатиладиган ўлчов асбобларидан тўғри ва аниқ фойдаланиш **малакаларига эга бўлиши керак.**

Фаннинг бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги

Умумий физика фанининг аниқ чегарасини кўрсатиш мумкин эмас. Чунки, ҳозирги замон фанида предметларaro боғланиш кенг ривожланган. Мазкур фан математика, биология, кимё, география, геодезия, фалсафа каби қатор фанлар билан ўзаро узвий боғлиқдир. Шу сабабли табиий фанлар оралиғида янги илмий йўналишлар вужудга келган. Масалан, кимё физикаси, биофизика, геофизика, геоакустика ва бошқа йўналишлар шулар жумласидандир. Фанни эгаллашда элементар математика курсини билишлари ҳамда дифференциал ва интеграл тушунчаларга эга бўлишлари керак. Ҳаракатнинг олий, анча мураккаб формаларини бошқа фанлар – химия, биология ва бошқалар ўрганади. Шунинг учун физика фанини 1-курс талабаларига 2-семестрдан ўқитилиши мақсадга мувофиқ.

Фаннинг ишлаб чиқаришдаги ўрни

Бошқа ҳамма фанлар сингари физиканинг тараққиётига ҳам кишиларнинг амалий эҳтиёжлари сабаб бўлди. Практиканинг талаблари янги физик кашфиётларга сабаб бўлади, бу кашфиётлар эса, техниканинг янада тараққий қилиши учун асос бўлади. Биринчи қарашда жуда ҳам назарий ва абстракт бўлиб туюлган физик кашфиётларнинг маълум вақт ўтгандан кейин техниканинг ҳилма -хил муҳим соҳаларида ишлатила бошлаганини кўрсатувчи мисоллар оз эмас.

Фанни ўқитишдаги замонавий ахборот ва педагогик технологиялар

Фан замонавий педагогик технологиянинг “Ақлий ҳужумлар”, “Танқидий тафаккур”, “Фикрлай оласанми?”, “Бумеранг”сингари методлари орқали ҳамда слайдлар, мультимедиа намоишлари, умумий физика бўлимлари бўйича диафильмлар, мавзулар бўйича анимацион ҳаракатлар, кўргазмали рангли фотосуратлар, кинофильмлардан фойдаланиш орқали ўқитилади.

АСОСИЙ ҚИСМ

Фаннинг назарий машғулотлари мазмуни

Физика фани ва унинг вазифаси. Умумий физиканинг физиканинг бошқа бўлимлари билан боғлиқлиги. Фанни ўрганишдаги муаммолар, услубий кўрсатмалар.Фанни ўрганишда электрон дарсликлар ва мультимедиялардан фойдаланиш. Интернет тизимидан фойдаланиш ва улардан олинадиган маълумотларни ўрганиш хусусиятлари. Предметларaro боғланиш. Умумий физиканинг бошқа табиий фанларни ўрганишдаги роли.

Механика

Моддий нукта кинематикаси. Илгариланма ва айланма ҳаракатда тезлик ва тезланиш. Механикада кучлар. Ньютон қонунлари. Импульс. Импульснинг сақланиш қонуни. Кучларнинг иши. Кучларнинг потенциал майдони. Кинетик ва потенциал энергия. Потенциал эгри чизиклар ва мувозанат. Механикадаги энергиянинг сақланиш қонуни. Шарларнинг эластик ва ноэластик тўқнашишлари. Кимёвий реакцияларда атомларнинг содда тўқнашишларига мисоллар.

Галилей-Ньютон механикасидаги нисбийлик қонидаси. Махсус нисбийлик назарияси тўғрисидаги тушунча.

Мутлоқ қаттиқ жисмнинг илгариланма ва айланма ҳаракати. Массалар маркази. Қаттиқ жисмнинг инерция моменти. Импульс моменти, куч моменти. қаттиқ жисм айланма ҳаракати динамикасининг асосий тенгламаси. Импульс моментининг сақланиш қонуни. Айланаётган қаттиқ жисмнинг кинетик энергияси. Гироскоплар.

Қаттиқ жисмларнинг эластик хоссалари. Эластик деформация турлари: чўзилиш, силжиш, буралиш, эгилиш. Гук қонуни. Қолдиқ деформация. Чўзилиш диаграммаси.

Суюқлик ҳаракатига механика қонунларини қўллаш. Идеал суюқликнинг оқиши. Бернули тенгламаси, қовушоқ суюқликнинг оқиши.

Тебранишлар. Гармоник осциллятор. Эркин тебранишлар тенгламаси. Математик ва физик маятник. Гармоник осциллятор энергияси. Бир хил йўналишдаги тебранишлар спектри. Фурье теоремаси тўғрисида тушунча. Сўнувчи ва мажбурий тебранишлар. Резонанс.

Тўлқинлар. Югурма тўлқин тенгламаси. Тўлқин тенгламаси. Тўлқинларнинг эластик муҳитда тарқалиши. Турғун тўлқинлар. Доплер эффекти.

Молекуляр физика

Газларнинг молекуляр-кинетик назарияси. Идеал газ модели. Газлар кинетик назариясининг асосий тенгламаси. Энергиянинг эркинлиги даражалари бўйича тақсимланиши. Газларнинг иссиқлик сиғимлари. Кучлар майдонидаги газ. Больцман тақсимооти. Максвеллнинг тақсимоот қонуни. Ўртача катталиклар. Эркин югуриш йўлининг ўртача узунлиги. Кўчиш ҳодисалари: газларда диффузия, қовушоқлик ва иссиқлик ўтказувчанлик. Паст босимдаги газларнинг хоссалари. Ўта сийраклашган газлар.

Молекулалараро ўзаро таъсир кучлари тўғрисида тушунча. Реал газнинг ҳолат тенгламаси. Критик ҳолат. Жоуль-Томсон ҳодисаси. Газларни суюлтириш. Термодинамик мувозанат. Ички энергия. Термодинамика қонунлари. Адиабатик жараён. Пуассон тенгламаси. Қайтар ва қайтмас жараёнлар. Карно цикли. Энтропия ҳақида тушунча.

Қаттиқ жисм. Идеал кристалл панжарадаги атомларнинг жойлашишида узоқ тартиб. Кристаллардаги атомлараро боғланишнинг турлари.

Кристаллардаги атомларнинг иссиқлик тебранишлари. Фотонлар ҳақида тушунча. Кристаллар иссиқлик ўтказувчанлигининг механизми.

Суюқликлар. Суюқликларда молекулаларнинг ҳаракати. Яқин тартиб. Сирт таранглиги ва капиллярлик ҳодисалари. Фазовий мувозанат ва айланишлар. Аморф жисмлар, суюқ кристаллар ва полимер тўғрисида тушунча.

Электр ва магнетизм

Электр заряди. Заряднинг сақланиш қонуни. Кулон қонуни. Зарядларнинг бўшлиқдаги электр майдони. Электр майдон кучланганлиги. Майдонлар суперпозицияси. Кучланганлик векторининг оқими. Гаусс теоремаси. Электростатик майдон кучларининг иши. Потенциал. Электр сиғими. Конденсаторлар. Электр майдон энергияси.

Диэлектрикларда электр майдони. Диэлектрик сингдирувчанлик. қутбланиш вектори. Диэлектрик сингдирувчанлик, электр қабул қилувчанлик ва атом қутбланувчанлиги ўртасидаги боғланиш. Диэлектриклар учун Гаусс теоремаси. Электр силжиш вектори. Пьезоэлектриклар ва сегнетоэлектриклар тўғрисида тушунча.

Ўзгармас электр токи қонунлари. Тармоқланган занжирлар, Кирхгоф қоидалари.

Токларнинг бўшлиқдаги магнит майдони. Ток элементларининг ўзаро таъсири, Ампер қонуни. Магнит майдонининг индукцияси ва кучланганлиги, Био-Савар қонуни. Лоренц кучи. Магнит диполь моменти. Муҳитнинг магнит сингдирувчанлиги. Диа-, пара-, ферромагнетизм. Магнит майдон оқими. Электромагнит индукция ҳодисаси, Фарадей қонуни. Ленц қоидаси, ўзиндукция. Магнит майдон энергияси.

Электр ва магнит майдонларининг ўзаро айланиши. Уюрмавий электр майдони, Фуко токлари. Силжиш токлари тўғрисида тушунча, Максвелл тенгламалари (интеграл кўринишда).

Электр контуридаги тебранишлар. Ўзгарувчан ток. Ўзгарувчан ток занжиридаги сиғим ва индуктивлик.

Газларда электр токи. Плазма ва унинг асосий тавсифномалари. Зарядланган зарраларнинг электр ва магнит майдонларидаги ҳаракати, Холл эффекти. Электрон микроскопнинг тузилиши. Зарядланган зарралар тезлаткичи. Металларнинг классик электрон назарияси ва унинг қўлланиш чегаралари. Қаттиқ жисмдаги энергиявий сатҳлар.

Металлар, ярим ўтказгичлар ва диэлектрикларда электр ўтказувчанликнинг ҳароратга боғлиқлиги. Ўта ўтказувчанлик тўғрисида тушунча.

Электроннинг чиқиш иши. Термоэлектрон эмиссия. Электрон лампалар. Термоэлектрик ҳодисалар.

Оптика

Электромагнит тўлқинлар шкаласи. Электромагнит тўлқинларни ҳосил қилишнинг асосий услублари. Ёруғликни тавсифловчи катталиклар ва уларнинг бирликлари.

Ёруғлик интерференцияси. Когерент тўлқинлар. Ёруғликнинг юпқа пластинкалардан қайтишдаги интерференцияси. Голография тўғрисида тушунча. Интерференция асбоблари ва уларни қимёда қўлланилиши. Ёруғлик дифракцияси. Гюйгенс-Френель қондаси. Френель зоналари. Френель дифракциясига содда мисоллар. Ёруғликнинг сочилиши, Релей формуласи. Фраунгофер дифракцияси. Дифракция панжараси. Рентген нурларининг дифракцияси.

Ёруғликнинг қутбланиши. Ёруғликнинг қайтишда ва синишда қутбланиши, Брюстер қонуни. Ёруғликнинг анизотроп муҳит орқали ўтиши, иккиланма нур синдириш. Сунъий иккиланма нур синдириш, Керр эффекти. қутбланиш текислигининг айланиши. қутблагич асбобларидан моддани ўрганишда фойдаланиш.

Ёруғликнинг ютилиши ва дисперсия. Бугер қонуни. Дисперсиянинг элементар назарияси.

Иссиқлик нурланиши. Мутлоқ қора жисм. Кирхгоф қонуни. Стефан-Больцман ва Вин қонунлари. Иссиқликни ўлчовчи оптик асбоблар.

Атом ва ядро физикасининг элементлари

Иссиқлик нурланишининг квант характери. Планк формуласи. Ташқи фотоэффект, А.Г.Столетов ишлари. Фотонлар энергияси ва импульси, Эйнштейн тенгламаси. Ёруғликнинг босими, П.Н.Лебедев ишлари.

Модданинг тўлқин хусусиятлари, Де-Бройль гипотезаси. Микроразрлар тўлқин хусусиятларининг амалий исботи. Ноаниқлик қондаси.

Атом учун Бор назарияси. Бор постулатлари. Франк ва Герц тажрибаси. Атом спектри. Ридберг доимийси ва унинг физикавий маъноси. Спин тўғрисида тушунча. Бор назариясининг қамчиликлари.

Кўп электронли атомлар. Ишқорий металлларнинг спектрлари. Рентген нурлари. Узлукли ва узлуксиз спектрлар. Мозли қонуни.

Элементар зарралар. Зарраларнинг асосий тавсифномалари, уларни ҳосил қилиш ва қайд этиш усуллари. Элементар зарраларнинг ҳозирги замон тизими. Элементар зарраларнинг ўзаро таъсир турлари. Атом ядросининг таркиби, ядродаги нуклонларнинг ўзаро таъсири. Табиий ва сунъий радиоактивлик. Энг содда ядро реакциялари. Ядроларнинг бўлиниши, занжир реакциялар.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Ушбу машғулот тури ўқув йили давомида талабаларни мустақил ишлашига тегишли бўлиб, ўқув дастуридаги бўлимлар бўйича масалалар ечиш улардан тегишли хулосалар чиқариш орқали амалга оширилади.

1.Механика.

2. Молекуляр физика

3. Электр ва магнетизм
4. Оптика
5. Атом ва ядро физикасининг элементлари

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар ечиш орқали янада бойитадилар. Шунингдек дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида талабалар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш орқали талабалар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўгазмали қуроллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

Лаборатория ишларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Ушбу машғулот тури ўқув дастуридаги бўлимларга тегишли лаборатория ишларини бажариш, физик қурилмалар билан бевосита танишиш, юқори аниқликда натижалар олиш, тажриба натижаларини ҳисоблаш, графиклар чизиш ва тегишли хулосалар чиқариш орқали амалга оширилиб, ҳар бир лаборатория иши жорий назорат орқали тегишли баллар билан баҳолаб борилади.

Физика фанининг тегишли бўлимлари бўйича қуйидаги лаборатория ишлари тавсия этилади:

1. Оғирлик кучининг тезланишини маятник ёрдамида топиш.
2. Қаттиқ жисмларнинг зичлигини гидростатик тортиш воситасида топиш.
3. Эластиклик модулини эгилишдан топиш.
4. Қаттиқ жисмнинг инерция моментини динамик усулда аниқлаш.
5. Тасодикий ҳодисалар тақсимланишининг нормал қонунини ўрганиш (кичик танлашлар ва энг кичик квадратлар методи).
6. Товуш тезлигини интерференция усули билан аниқлаш.
7. Буғланишнинг яширин иссиқлигини аниқлаш.
8. Ҳавонинг иссиқлик сиғимлари нисбати C_p / C_v ни топиш.
9. Қаттиқ жисмнинг иссиқлик сиғимини топиш.
10. Суюқликларнинг ички ишқаланиш коэффицентини Стокс усули билан топиш.
11. Ўзгармас ток кўприги ёрдамида қаршиликларни ўлчаш.
12. Кичик қаршиликларни ўлчаш ва ўтказгичларнинг солиштирма қаршилигини аниқлаш.
13. Ер магнит майдони кучланганлигининг горизонтал ташкил этувчисини Тангенс-буссоль ёрдамида аниқлаш.
14. Электролитик ванна ёрдамида электростатик майдонларни ўрганиш.
15. Ўзгарувчан ток кўприги ёрдамида конденсатор сиғимини аниқлаш.
16. Гальваник элементининг электр юритувчи кучини компенсация усули билан аниқлаш.
17. Термопарани ўрганиш.
18. Чўғланма лампанинг қаршилиги ва қувватини аниқлаш.

19. Миснинг электрохимёвий эквивалентини аниқлаш.
20. Ўзгарувчан ток учун Ом қонунини текшириш.
21. Ярим ўтказгичли диод ва транзисторни осциллограф ёрдамида ўрганиш.
22. Линзаларнинг фокус масофасини аниқлаш.
23. Суюқликларнинг синдириш кўрсаткичини Аббе рефрактометри ёрдамида аниқлаш.
24. Дифракцион панжарани ўрганиш ва ёруғликнинг тўлқин узунлигини топиш.
25. Кучсиз эритмаларнинг синдириш кўрсаткичини ЛИР-2 интерферометри ёрдамида аниқлаш.
26. Ярим сояли кутблагич воситасида эритмадаги шакарнинг концентрациясини ўлчаш.
27. Спектрометр ёрдамида симоб ва неон атоми спектрларини ўрганиш.

Изоҳ: Талаба фанни ишчи дастурида тегишли йўналиш ўқув режасида кўрсатилган соатларга мос ҳолда ўқитувчи тавсиясига биноан 4 - 12 тагача лаборатория ишларини бажариши лозим.

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни.

Тавсия этилаётган мустақил иш мавзулари бевосита талабалар томонидан бажарилиб, унинг назорати реферат ёзиш, танланган мавзу бўйича маъруза қилиш, барча талабалар иштирокида ўзаро савол-жавоблар, ҳамда мустақил иш мавзуларини талабанинг назарий билимларини назорат қилишнинг асосий турларидан ҳисобланган оралиқ баҳолаш саволларига киритиш орқали ҳам амалга оширилиб, талабалар билими мунтазам равишда жорий баҳолаш орқали амалга оширилади.

Талаба мустақил ишни тайёрлашда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади:

- дарслик, ўқув қўлланмалар ва ўқув-услубий мажмуа бўйича фан боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- махсус адабиётлар бўйича фан бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- фан мавзулари бўйича реферат ёзиш;
- фан мавзулари бўйича маъруза қилиш;
- танланган мавзу бўйича ўзаро савол-жавоблар ўтказиш;

Мустақил иш учун қуйидаги топшириқларни бажариш тавсия этилади:

- 1.Эркин тушиш, юқорига тик отилган жисм ҳаракати, юқорига кўтарилиш ва тушиш вақтлари ўртасида қандай муносабат мавжуд?
 - 2.Ньютон қонунларини таърифланг ва формулаларини ёзинг. Югураётган одам қоқилиб кетса, ўз ҳаракати йўналишида йиқилишини, тойиб кетганда эса ҳаракат йўналишига қарама- қарши йўналишда йиқилишини қандай тушунтириш мумкин? Бунда Ньютоннинг қайси қонунидан фойдаланилади? Жисмларнинг тушиши ернинг тортишиши туфайли содир бўлади. Бу иборадаги ноаниқлик нимадан иборат? Ньютоннинг учунчи қонунидан фойдаланиб тушунтиринг.
 - 3.Инерциал ва ноинерциал санок тизимлари. Галлелийнинг нисбийлик пиринципи.
 - 4.Табиатдаги кучлар таснифи (классификацияси) Эластиклик, ишқаланиш ва тортишиш кучлари. Қуйидаги ходисани тушунтиринг. Агар двигателнинг тортишиш кучи узлуксиз таъсир этиб турса, нима учун йўлнинг горизонтал қисмида поезднинг тезлиги чексиз ортиб бормади?
- Битта жисмни экваторда ва кутбда пружинали ва ричагли тарозида тортиб кўришди. Асбобларнинг кўрсатиши қандай?
- 5.Оғирлик кучи ва оғирлик. Вазнсизлик ҳолати. Ер атрофидаги орбита бўйлаб ҳаракатланаётган космик кема ичида ўт олдирадиган гугурт чўпи ёнадими? Нима учун?

- 6.Иш, қувват, энергия. Энергиянинг айланиш ва сақланиш қонуни. Юкни, А баландликга кўтаришди, сўнгра горизонтал сирт бўйлаб А масофага силжитишди. қайси ҳолда сарф қилинган иш кўп? Жисмнинг сиртга нисбатан ишқаланиш коэффиценти ва ҳавонинг қаршилиги эътиборга олинмасин.
- 7.Молекуляр – кинетик назариянинг асосий қоидалари.
- 8.Молекуланинг массаси ва ўлчамлиги.
- 9.Қандай қонунларга бўйсинувчи газ идеал газ деб аталади.
- 10.Температуралар термодинамик шкаласи мутлоқ нолининг физик маъносини тушунтиринг.
- 11.Электр зарядини яратиш ёки йўқотиш мумкинми? Нима учун?
- 12.Бир моль электронларнинг йиғинди заряди нимага тенг?
- 13.Майдон кучланганлиги билан потенциал ўртасидаги боғланиш формуласини келтириб чиқаринг.
- 14.Ясси конденсатор сиғим формуласини келтириб чиқаринг
- 15.Нима учун электр майдонга жойлаштирилган ўтказгич ичида кучланганлик (Е) нолга тенг?
- 16.Электр майдонида жойлашган сегнетоэлектрик учун ясалган гистерезис сиртмоғи қандай физик катталиклар ўртасидаги боғланишни акс эттиради?
- 17.Металларда , ўтказувчи эритмаларда ва газларда электр токи деганда нимани таъсаввур этасиз?
- 18.Нима сабабдан ўтказгичдан ток ўтканда қизийдику, хона девори ичидаги ток ўтказувчи симлар эса қизиб кетмайди?
- 19.Ток ўтаётган ўтказгичлар ўзаро таъсирлашадилар.Нима учун?
- 20.Диа-, пара-, ферромагнетиклар деб қандай моддаларга айтилади? Улар қандай магнитланадилар?
- 21.Узоқ масофаларга электр энергиясини узатишда нима учун трансформаторлардан фойдаланилади?
- 22.Электроннинг солиштира заряди Томсон томонидан аниқланган.Бу усулнинг моҳиятини тушунтиринг.
- 23.Саноатда ишлатиладиган ўзгарувчан ток частотаси 50 Гц. Частотанинг бу қиймати қандай мулоҳазаларга асосланиб танланган.
- 24.Максвелл назариясининг содда кўринишидан электромагнит тўлқин тарқалиш тезлигини келтириб чиқаринг.
- 25.Ёруғлик тўлқини. Ёруғлик интерференциясининг максимум ва минимум шартлари .

26. Нима учун одатдаги ёруғлик манбалари когерент тўлқинлари нурлантирмайдилар.
27. Ёруғлик дисперцияси. Физикавий ва группавий тезлик .
28. Қутбланган .ёруғлик. Малюс қонуни.
29. Муз парчаси ёрдамида қоғозни ёқиб юбориш мумкинми?
30. Ҳаво билан сув бутунлай бошқача кимёвий тузилишга эга, лекин очик осмоннинг ранги денгиз рангига ўхшайди. Нега бундай?
31. Сунъий иккиланма нур синдириши ва ундан қандай мақсадларда фойдаланиш мумкин?
32. Иссиқлик нурланиши . Кирхгоф қонуни.
33. Стефен-Больцман қонуни . Вин қонуни.
34. Релей Жинс формуласи ва унинг камчилиги.
35. Бор постулотларининг физик маъноси нимадан иборат? Франк ва Герц тажрибаси.
36. Водород атоми учун Борнинг элементар назарияси.
37. Де-Бройль гипотезияси. Модданинг тўлқин хусусиятлари. Шредингер тенгламаси.
38. Мажбурий нурланиш. Лазерлар.
39. Ядро кучларининг табиати.
40. Радиоактивлик. Ядро реакцияси.

Изоҳ: Фанни ишчи дастурида тегишли йўналиш ўқув режасида кўрсатилган соатларга мос ҳолда мустақил иш ҳажми белгиланади.

Дастурнинг информацион-услубий таъминоти

Ўқув дастуридаги мавзуларни ўтишда таълимнинг замонавий методларидан кенг фойдаланиш, ўқув жараёнини янги педагогик технологиялар асосида ташкил этиш самарали натижа беришидан келиб чиқиб, тегишли мавзулар бўйича фойдаланиш имконияти бўлган техник воситалар ёрдамида намойиш тажрибалари, фанга тегишли қонуниятларни акс эттирувчи ўқув фильмлари, кўргазмалар материаллар ва янги педагогик технологиялардан фойдаланиш назарда тутилган.

Тавсия этилаётган намойиш тажрибалари:

1. Моддий нуктанинг ва қаттиқ жисмнинг динамикаси
2. Суюқликлар ва газларнинг механикаси.
3. Механик тебранишлар ва тўлқинлар.
4. Молекуляр физика ва термодинамика.
5. Электр ва магнетизм.

6. Электромагнит индукция.
7. Электр тебранишлар ва тўлқинлар.
8. Ёруғликнинг тўла ички қайтиши. Нуртола оптикиси мавзулари бўйича намоиш тажрибаларини кўрсатиш.
9. Ёруғликнинг интерференцияси ва дифракцияси ходисасига тегишли намоиш экспериментларини кўрсатиш.
10. Оптик квант генераторининг ишлаш принципи билан таништириш.
11. Фанга тегишли плакатлардан фойдаланиш.

Электрон дарсликлар ва интернет материалларидан фойдаланиш:

1. Анимацион ролик (<http://www.upscale.utoronto.ca>. ва <http://tictal.ua.es>)
2. Физика “Физикон”.
3. “Physics online”
4. Физикада ўқув кинофильмлари (Э.Г.Хасанов ва бошқалар)
5. Кўргазмалар рангли расмлар (<http://www.hordwareanalysis.com>.)

Фойдаланиладиган асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар рўйхати **Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар**

1. И.В. Савельев . Умумий физика курси. Москва. : Астрель. 2004.
2. Д.В. Сивухин. Умумий физика курси. Москва. : физ. мат. лит. 2002.
3. А.А. Грибов, Н.И. Прокофьева. “Основны физики”. М. Гордарина. 1998.
4. М.Исмоилов, П. Хабибуллаев, М. Халилун. «Физика курси». Т. Ўзбекистон. 2000.
5. В.С. Волькенштейн. Умумий физика курсидан масалалар тўплами. 2001. Санкт-Петербург. “Книжный мир”.
6. И. Бўрибоев, Р. Каримов. Электр ва магнетизмдан физпрактикум. Университет. Т. 2002й.

Қўшимча адабиётлар

- 7 С.П. Стрелков. Механика. Тошкент.: Ўқитувчи. 1977.
- 8 А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. Молекуляр физика. Тошкент. Ўқитувчи. 1978.
9. Э.Г. Калашников. Электр. Тошкент.: Ўқитувчи. 1979.
10. Г.С. Лансберг. Оптика. Тошкент.: Ўқитувчи, 1981.
11. И.А. Радченко. Молекулярная физика. Москва.: Наука, 1982.
12. У.Абдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов Электростатика. Т. Университет. 1993.
13. У.Абдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов. Қўзғалмас зарядлар электр майдонидаги ўтказгичлар ва диэлектриклар. Т. Университет. 1994.
14. У.Абдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов. Ўзгармас электр токи ва унинг магнит майдони. Моддаларнинг магнит хоссалари. Т. Университет. 1996.
15. М.А. Магруппов, М.М Русак, Б.Ж. Юсупов. Механика. Молекуляр физика ва термодинамика асослари. Т. Университет 1996
16. У.Абдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов. Электромагнит индукция, электр ва магнит майдонларида зарядланган зарраларнинг ҳаракати, электромагнит тебранишлар. Т. Университет. 2002.

17. Б.Д. Юсупов. Fizika fanini o'qitish jarayonida zamonaviy ta'lim metodlarini qo'llash. Metodik kўrsatma. T. Universitet. 2005.
18. U. Abdurahmonov, M.N. Zohidova, A.A. Mo'minov, B.D.Yusupov, ELEKTR (uslubiy qo'llanma). T. Universitet. 2010
19. Анимацион ролик(<http://www.upscale.utoronto.ca>. va [html,http://tical.ua.es](http://tical.ua.es))
20. Физика "Physicon".
21. "Phusics onlian"
22. Физикада ўқув кинофильмлари (Э.Г.Хасанов ва бошқалар)
23. Кўргазмали рангли расмлар ([http://www.hord Wareandlysis.com](http://www.hordWareandlysis.com).)
24. www.physicon.ru - "Молекулярная физика на компьютере"
25. www.cultinfo/fulltext/1/008/077/561/htm
26. www.en/edu.ru. Портал

IX. Ishchi dastur

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI

«TASDIQLAYMAN»

Ro'yxatga olindi: _____

O'quv ishlari bo'yicha prorektor

№ _____

_____ dots. S.U.Xo`janiyazov

“ _____ ” _____ 2017 yil

“ _____ ” _____ 2017 yil

FIZIKA

fanidan

ISHCHI O'QUV DASTURI

Yo`nalishi: Amaliy matematika va informatika

Urganch – 2017

Ishchi o'quv rejada ajratilgan umumiy soat:	146 soat
Auditoriya soati:	72 soat
Ma'ruza soati:	24 soat
Amaliy mashgulotlar soati:	24 soat
Laboratoriya mashgulotlar soati:	24 soat
Mustaqil ishlar soati:	74 soat
Semestr	V

Ishchi dastur O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2015 yil 2 fevraldagi 32-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan va BD – 58109 – 3.14 raqami bilan ro'yxatga olingan o'quv dasturi asosida tuzuldi.

Aminov U.A. – UrDU “Fizika” kafedrası dotsenti

Ismailov Sh.K. UrDU “Fizika” kafedrası dotsenti.

Fanning ishchi o'quv dasturi “Fizika” kafedrasining 2017 yil “___” _____ dagi “___” – son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **prof. Qutliyev U.O.**

Fanning ishchi o'quv dasturi Fizika-matematika fakulteti kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2017 yil “___” _____ dagi “___” – sonli bayonnoma).

Fakultet dekani: _____ **dots. Xujamov J.U.**

1. Fanning ahamiyati, uning maqsadi va masalalari

Fizika, boshqa tabiiy fanlar kabi, bizni o'rab olgan moddiy dunyoning ob'ektiv xossalarini o'rganadi. Fizika so'zi grekcha bo'lib, tabiat demakdir. Fizika materiya harakatining eng umumiy (mexanik, issiqlik, elektromagnit va h.k.) formalarini va ularning bir-birlariga aylanishlarini o'rganadi. Harakatning fizikada o'rganiladigan formalari harakatning oliy va ancha murakkab bo'lgan hamma formalarida (ximiyaviy, biologik va boshqa jarayonlarda) ishtirok etadi va ularning ajralmas qismidir. Masalan, Yer va osmon jismlarining hammasi, himiyaviy jixatdan soda yoki murakkabligi, tirik yoki o'likligidan qat'iy nazar, fizika kashf etgan butun dune tortishish qonuniga bo'ysunadi. Hamma jarayonlar, ularning maxsus ximiyaviy, biologik yoki boshqa xarakterda bo'lishidan qat'iy nazar, fizika aniqlagan qonunga - energiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi.

Ushbu dastur umumiy fizikaning asosiy hodisalari, qonunlari, qonuniyatlarini o'rganish, ularning texnikada va hayotda qo'llanishi, tabiatdagi jarayonlarni hayotga ta'sirini qamraydi.

O'quv faning maqsadi va vazifalari

Umumiy fizika fanining asosiy maqsadi talabalarni asosiy fizik hodisalar, ularning mexanizmlari, qonuniyatlari va amaliy qo'llanishlari bilan tanishtirishdir. Umumiy fizika fanining asosiy vazifasi talabalarda ilmiy-amaliy dunyoqarashni, ya'ni fizikaviy hodisalarning tabiatini to'g'ri tasavvur qilish, tabiiy fanlar sohasida qo'yilgan har bir aniq vazifalar mazmunini umumiy fizika qonunlari bilan bog'lash; asosiy fizikaviy o'lchov asbob-uskunalaridan foydalana bilish; fizika fanining rivojida o'zbek allomalarining qo'shgan hissalaridan g'ururlanishni shakllantirishdir; talabalarining mustaqil ishlash malakasini, tahliliy mulohaza yuritish qobiliyatini, shuningdek asosiy va qo'shimcha adabiyotlardan foydalanish mahoratini o'stirish.

Fan bo'yicha talabalarining bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

Asosiy fizika qonunlari va ularning formulalarini, asosiy fizik printsiplarini ma'nosi, mazmuni, harakat qonuniyatlari va ularning grafiklarini tahlil qilish. Fizik kattaliklarining ma'nosini, birliklarini va ularni taqqoslashni, asosiy fizik qonun va printsiplarni mexanik hodisalarga qo'llay bilish. Fizik tajribalar, namoyishlar va hodisalarni fizik qonun va printsiplari asosida tavsiflash. Fizikada qo'llaniladigan fizik qonunlar, printsiplar, ideallashtirilgan modellar va sxemalarning qo'llanilish chegarasini belgilash.

Umumiy talab darajasidagi masalalarni echish va tahlil qilish. Fizika masala va tajribalar natijalarni har xil o'lchov sistemalarida hisoblashda matematik hisoblash usullarini qo'llay bilish o'quviga ega bo'lish. Fizik qonun va formulalarni nostandart masalalarga tadbqiq etish.

Oddiy mexanik laboratoriya ishlarini sozlashni, o'lchashni bajarishni va natijalarni hisoblashni, eksperiment hatoliklarini hisoblash va tajriba sifatini xulosalashni bilishlari kerak. Tajribalarda ishlatiladigan o'lchov asboblaridan to'g'ri va aniq foydalanish.

Fanning boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi

Umumiy fizika fanini aniq chegarasini ko'rsatish mumkin emas. Chunki hozirgi zamon fanida predmetlararo bog'lanish keng rivojlangan. Mazkur fan matematika, biologiya, kimyo, geografiya, geodeziya, falsafa kabi qator fanlar bilan o'zaro uzviy bog'liqdir. SHu sababli tabiiy fanlar oralig'ida yangi ilmiy yo'nalishlar vujudga kelgan. Masalan, kimyo fizikasi, biofizika, geofizika, geoakustika va boshqa yo'nalishlar shular jumlasidandir. Fanni egallashda elementar matematika kursini bilishlari hamda differentsial va integral tushunchalarga ega bo'lishlari kerak. Harakatning oliy, ancha murakkab formalarini boshqa fanlar – ximiya, biologiya va

boshqalar o'rganadi. SHuning uchun fizika fanini 1-kurs talabalariga 2-semestrda o'qitilishi maqsadga muvofiq.

Fanning ishlab chiqarishdagi o'rni

Boshqa hamma fanlar singari fizikaning taraqqiyotiga ham kishilarning amaliy ehtiyojlari sabab bo'ldi. Praktikaning talablari yangi fizik kashfiyotlarga sabab bo'ladi, bu kashfiyotlar esa, texnikaning yanada taraqqiy qilishi uchun asos bo'ladi. Birinchi qarashda juda ham nazariy va abstrakt bo'lib tuyulgan fizik kashfiyotlarning ma'lum vaqt o'tgandan keyin texnikaning hilm-xil muhim sohalarida ishlatila boshlaganini ko'rsatuvchi misollar oz emas.

Fanni o'qitishdagi zamonaviy axborot texnologiyalar

Fan zamonaviy slaydlar, multimedia namoyishlari, umumiy fizika bo'limlari bo'yicha diafil'mlar, mavzular bo'yicha animatsion harakatlar, ko'rgazmali rangli fotosuratlar, kinofilmlardan foydalanish orqali o'qitiladi.

Fanni o'qitishdagi zamonaviy pedagogik texnologiyalar

Fan zamonaviy pedagogik texnologiyaning "Aqliy hujumlar", "Tanqidiy tafakkur", "Fikrlay olasanmi?", "Bumerang" va shu singari metodlari orqali o'qitiladi.

2. "Fizika" fanidan ma'ruzalar kursi

№	Ma'ruzalar mavzulari	ajrat. soat
1	Kirish. O'lchov birliklari. Fizikaning boshqa fanlar bilan bog'liqligi, o'lchov birliklari sistemalari. Kinematika asoslari, moddiy nuqta. Moddiy nuqta, yul, ko'chish, harakat turlari, tezlanish. Dinamikaning asosiy qonunlari, Nyutonning I, II va III qonunlari, kuch turlari.	2
2	Ish, energiya, kinetik va potentsial energiya. Klassik mexanikaning cheklanganligi to'g'risida. Noaniqliklar printsiplari. Qattiq jismning aylanma harakati. Aylanayotgan jismning kinetik energiyasi, kuch momenti, inertsia momenti. Tebranishlar va to'lqinlar, tebranishlar va ularning turlari. To'lqin, bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar, to'lqinlar interferentsiyasi.	2
3	Molekular fizika, moddaning tuzilishi, molekular kinetik nazariyaning asosiy qoidalar. Ideal gaz qonunlari. Ideal gaz kinetik nazariyasi. Molekular kinetik nazariyaning asosiy qoidalar. Gazlarda, suyuq va qattiq jismlarda ko'chish, deformatsiya.	2
4	Suyuqliklar va qattiq jismlarning tuzilishi Fazoviy xolatlar diagrammasi. Uchlanma nuqta. Fazoviy o'zgarishlar. Real gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasi, qaynash, kondensatsiya	2
5	Termodinamik parametrlar. Termodinamikaning I va II asosiy qonunlari. Entropiya.	2
6	Elektrostatika, zaryadlanish, musbat va manfiy zaryad, Kulon qonuni, kuchlanganlik, Ostragradskiy- Gauss teoremasi. Elektr toki, Om qonuni, E.YU.K, kuchlanish, kontakt potentsiallar ayirmasi. Elektronlar emissiyasi, Volta qonunlari, yarim o'tkazgichlarda va suyuqliklarda tok.	2
7	Elektromagnetizm asoslari. Doimiy magnit va aylanma tok, Bio-Savar-Laplas qonuni, Amper qonuni.	2
8	Elektromagnit induksiya. O'z- va o'zaroinduksiya. Elektr tebranishlar va elektromagnit to'lqinlar	2

9	Geometrik optika qonunlari. YOrug'likning tabiati, yorug'likning qaytishi va sinishi, dispersiya. Asosiy fotometrik kattaliklar, yorug'likning yutilishi, Buger qonuni	2
10	YOrug'likning to'lqin xususiyatlari. YOrug'likning interferentsiyasi va difraksiyasi, interferometr, yorug'likning ikkilanib sinishi, qutblanish tekisligining aylanishi, Malyus qonuni	2
11	Atom fizikasi elementlari. Atom tuzilishining Bor postulatlar. Nurlanish turlari, fotoeffekt, lyuminestsentsiya, lyuminestsentsiya turlari, Kompton effekti.	2
12	Atom yadrosi, radioaktivlik, izotoplar, tabiiy radioaktivlik, atom yadrosining bog'lanishi, bo'linish va sintez reaksiyalari.	2
	Jami	24 s

3. Amaliy mashg'ulotlar

№	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari	ajrat. soat
1	Mexanikaning fizik asoslari. Kinematika va dinamika bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, Volkenshteyn, 1 – 2 § lari.	2
2	Volkenshteyn, Qattiq jismning aylanma harakati va gaz va suyuqliklar mexanikasi bo'limlariga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 3 – 4 § lari.	2
3	Molekular-kinetik nazariya va termodinamikaning fizik asoslari bo'limlariga doir masalalar echish Volkenshteyn, 5 §.	2
4	Real gazlar bo'limiga doir masalalar echish Volkenshteyn, 6 §.	2
5	To'yingan bug'lar va suyuqliklar va qattiq jismlar bo'limiga bo'limlariga doir masalalar echish Volkenshteyn, 7 - 8 §lari.	2
6	Garmonik tebranishlar va to'lqinlar bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 12 §	2
7	Akustika bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 13 §	2
8	Elektromagnetizm bo'limiga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 9–11 § lar	2
9	Elektromagnit to'lqinlar va tebranishlar bo'limlariga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 14 §	2
10	Geometrik va to'lqin optikasi bo'limlariga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 15 – 16 § lar	2
11	Yorug'likning kvant nazariyasi va zarrachalarning to'lqin xossalari, Bor atomi va Rentgen nurlanishi bo'limlariga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 19 va 20 § lar	2
12	Radioaktivlik, yadroviy reaksiyalar va elementar zarrachalar bo'limlariga doir masalalar echish, Volkenshteyn, 21 – 23 § lar.	2
	JAMI	24 s

4. Laboratoriya mashg'ulotlari

№	Laboratoriya mashg'ulotlari mavzulari	ajrat. soat
1	Havfsizlik texnikasi qonun va qoidalari	2
2	Mexanika: Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash	4
3	Molekular fizika: Stoks usuli bilan suyuqliklarning qovushoqlik koeffitsientini aniqlash.	4

4	Elektr va magnetizm: Uitsen ko`prigi yordmida o`tkazgichlar qarshiligini aniqlash.	4
5	Optika: Yig`uvchi va sochuvchi linzalarning fokus masofasini aniqlash.	6
6	Atom va yadro gizikasi: Moddalarning radioaktivligini radiometr yordamida aniqlash	4
	Jami	24 s

5. Mustaqil ta'lim mavzulari

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	ajrat. soat
1	Materiya tuzilishining hozirgi zamon tasavvurlari.	2
2	Fizika fanining boshqa fanlar bilan aloqasi.	2
3	Modda tuzilishi to`g`risidagi tasavvurlarning rivojlanishi.	2
4	Modda tuzilishi to`g`risidagi Qadimiy Markaziy Osiy allomalarining tasavvurlari.	4
5	Universal gaz doimiysining fizik ma`nosi.	2
6	Termodinamikaning birinchi asosiy qonunining qo`llanilishi.	2
7	Termodinamikaning ikkinchi asosiy qonunining qo`llanilishi.	2
8	Qattiq jism termodinamikasi.	2
9	Segnetoelektriklar.	2
10	Yupqa plastinkalardagi interferentsiya.	4
11	Frenel zonalari. Frenel difraksiyasi.	2
12	Fraungofer difraksiyasi.	2
13	Dispersiyaning elementar nazariyasi.	2
14	Vavilov-Cherenkov nurlanishi.	2
15	Yorug`likning ikkiga ajralib sinishidagi qutblanishi.	4
16	Malyus qonuni.	2
17	Optik pirometrlar.	2
18	Molekulalar va ularning energetik sathlari.	2
19	Yorug`likning kombinatsion sochilishi.	4
20	Atomning energetik sathlari.	2
21	Radiolokatsiya.	4
22	Fotonlar va uning energiyasi.	2
23	Kvazizarrachalar.	4
24	Yadro reaktorlari.	4
25	Difraksion panjara.	4
26	Fazoviy panjaralardagi difraksiya.	2
27	Vulf-Bregg formulasi.	2
28	Rentgenostrukturaviy tahlil haqida tushuncha.	4
	JAMI	74 s

6. «Fizika» fanidan reyting ishlanmasi va baholash mezonlari Reyting ishlanmasi

t/r	Nazorat turlari	Soni	Ball	Jami
-----	-----------------	------	------	------

							ball
1	J.B		Haftalar				
			JB ₁	JB ₂	JB ₃	JB ₄	
			VI	XI	XIII	XVI	
1.1.	Amaliy mashg'ulotlarida qatnashish	1	1x10=10				10
1.2.	Laboratoriya mashg'ulotlarida qatnashish	2		2x5=10		2x5=10	20
1.2.	TMI-yozma referat tayyorlash.	1			1x10=10		10
Jami:			10	10	10	10	40
2	O.B						
2.1.	Yozma ish(3 savol)	1	1 savol – 10 ball 2 savol – 10 ball 3 savol – 10 ball				30
3	Ya. B						
3.1.	Yozma ish (3 savol)	1	1 savol – 10 ball 2 savol – 10 ball 3 savol – 10 ball				30
Jami:							100

JN natijalari gurux jurnallari va qaydnomaga butun sonlarda (0 – 10 ballgacha) qo'yiladi.

Ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlar mavjud fanlarda

Nazorat	JN-1	JN-2	JN-3	JN-4	ON	YAN	Jami
Maksimal ball	10	10	10	10	30	30	100

Joriy nazorat – talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda, tajriba, seminar va amaliy mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, suhbat, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin. Semestr davomida to'rt marta JN o'tkaziladi. Har bir joriy nazorat 10 ballik mezon asosida baholanadi, qolgan uchta JN, har bittasida 10 ballik mezon asosida baholanadi.

T/p	Мезонлар	Балл
1	- savolga atroflicha, aniq va to'g'ri javoblar yozilgan bo'lsa; - o'quv rejadani tashqari (zamonaviy) materiallardan xabardorligi bilinib tursa; - qonun va qoidalar, nazariyalar, tushunchalar va tasavvurlar, formula va reaksiya tenglamalari to'g'ri va aniq yozilgan bo'lsa; - bayonda ilmiy xatoliklarga yo'l qo'yilmay, material mazmunining ilmiy va mantiqiyliqi saqlangan holda puxta yozilgan bo'lsa; - bayonda orfografik va grammatik kamchiliklar uchramasa.	9-10
2	- savolga yozilgan javoblar o'quv dasturi talablari doirasi bilan cheklangan, ammo to'g'ri bo'lsa; - javobda ilmiylik buzilmagan, bayon mazmunida mantiq saqlangan bo'lsa; - qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya tenglamalarida xatoliklar uchramasa; - bayonda orfografik va grammatik xatolar uchramasa.	7-8
3	-savolga javob o'quv dasturi talablariga mos kelmasa, ya'ni tor doirada yoritilgan bo'lsa; -qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya	5-6

	tenglamalarida ba'zi xatoliklar uchrasa; -bayonda ba'zi orfografik va grammatik xatolar uchrasa.	
4	-savolga javob juda tor doirada yoritilgan bo'lsa; -qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya tenglamalarida qo'pol xatoliklar uchrasa; -bayonda qo'pol orfografik va grammatik xatolar uchrasa.	3-4
5	-berilgan savolga javob yozilmasdan, boshqa savollarga javob yozilgan bo'lsa; -qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya tenglamalarida qo'pol xatoliklar uchrasa; -bayonda qo'pol orfografik va grammatik xatolar uchrasa.	1-2
6	-savolga umuman javob yozilmagan bo'lsa; -mavzuga doir hech qanday tasavvurga ega bo'lmasa.	0

Mustaqil ishdagi referat va topshiriqlarni bajarib himoya qilishi:

Talabalarning berilgan mavzular bo'yicha referatlarni bajarib topshirishi hamda himoya qilishi quyidagicha baholanadi.

1. Referatda mavzu darslik, yangi adabiyot va Internet materiallaridan foydalangan holda to'liq ochilgan, to'g'ri xulosa chiqarilgan va ijodiy fikrlari bo'lsa, belgilangan vaqtda topshirsa va himoya qilsa – 9 – 10 ball.

2. Referatda mavzu qisman yoritilgan, to'g'ri xulosa chiqarilgan, belgilangan vaqtda topshirsa va himoya qilsa – 7 – 8 ball.

3. Mavzu mohiyati yoritilgan, ammo kamchillarigi bo'lsa, belgilangan vaqtda topshirsa va himoya qilsa – 5 – 6 ball.

4. Mavzu mohiyati yoritilmagan, kamchiliklari bor bo'lsa, belgilangan vaqtda topshirsa va himoya qilmasa – 3 – 4 ball.

5. Mavzu mohiyati yoritilmagan, kamchiliklari bor bo'lsa, belgilangan vaqtda topshirmasa va himoya qilmasa – 1 – 2 ball.

6. Mustaqil ishini topshirmasa – 0 ball qo'yiladi

Har bir JN ga ajratilgan ballarining 6 balldan kam ball to'plagan talabaga qayta o'zlashtirishi uchun muhlat keyingi JN gacha va III JN ga ajratilgan ballarining 6 dan kam ball to'plagan talabaga YaN gacha qayta o'zlashtirishi uchun muhlat YaN gacha beriladi.

Talaba JN da qoniqarsiz baholansa, faqat qoniqarsiz ball olgan nazorat ballini topshirishi mumkin.

ORALIQ NAZORAT

Oraliq nazorat – semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. ON semestrda bir marta, fan hajmining taxminan 50% o'tilgandan keyin o'tkaziladi

Oraliq nazorat – 30 ballik tizim asosida baholanadi.

Kafedrada o'tiladigan barcha fanlardan oraliq nazorat (ON) o'tkazish uchun fanning xususiyatini inobatga olgan holda, o'tilgan qismi bo'yicha yozma ish o'tkaziladi.

Yozma ish uchun uchta nazariy savol yoki ikkita nazariy savol va 10 ta tayanch so'zdan билет tuziladi. Har bir savol uchun 10 balldan ajratiladi.

Oraliq baholashni o'zlashtira olmagan (16,5 balldan kam to'plagan talaba) yoki unda uzrli sababli ishtirok eta olmagan talabalarga YaN lardan bir hafta oldin bir hafta muddat ichida qayta baholashdan o'tishga ruxsat beriladi.

YAKUNIY NAZORAT

Yakuniy nazorat – semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli.

JN va ON lardan 38,5 balldan ortiq ball to'plagan talabalarga yakuniy nazorat topshirishga ruxsat beriladi.

Yakuniy nazorat 30 ballik tizim asosida baholanadi.

Yakuniy nazorat ogʻzaki yoki yozma ish shaklda oʻtkaziladi. Yozma ish uchun uchta nazariy savol yoki ikkita nazariy savol va 10 ta tayanch soʻzdan bilet tuziladi. Har bir savol uchun 10 balldan ajratiladi.

Oraliq va yakuniy nazoratda 10 ballik tizimda baholash mezonlari quyidagicha amalga oshiriladi:

Har bir savolga yozilgan javoblar quyidagi mezon asosida baholanadi:

T/p	Mezonlar	Ball
1	- savolga atroflicha, aniq va toʻgʻri javoblar yozilgan boʻlsa; - oʻquv rejadani tashqari (zamonaviy) materiallardan xabardorligi bilinib tursa; - qonun va qoidalar, nazariyalar, tushunchalar va tasavvurlar, formula va reaksiya tenglamalari toʻgʻri va aniq yozilgan boʻlsa; - bayonda ilmiy xatoliklarga yoʻl qoʻyilmay, material mazmunining ilmiy va mantiqiyliqi saqlangan holda puxta yozilgan boʻlsa; - bayonda orfografik va grammatik kamchiliklar uchramasa.	9-10
2	- savolga yozilgan javoblar oʻquv dasturi talablari doirasi bilan cheklangan, ammo toʻgʻri boʻlsa; - javobda ilmiylik buzilmagan, bayon mazmunida mantiq saqlangan boʻlsa; - qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya tenglamalarida xatoliklar uchramasa; -bayonda orfografik va grammatik xatolar uchramasa.	7-8
3	-savolga javob oʻquv dasturi talablariga mos kelmasa, yaʼni tor doirada yoritilgan boʻlsa; -qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya tenglamalarida baʼzi xatoliklar uchrasa; -bayonda baʼzi orfografik va grammatik xatolar uchrasa.	5-6
4	-savolga javob juda tor doirada yoritilgan boʻlsa; -qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya tenglamalarida qoʻpol xatoliklar uchrasa; -bayonda qoʻpol orfografik va grammatik xatolar uchrasa.	3-4
5	-berilgan savolga javob yozilmasdan, boshqa savollarga javob yozilgan boʻlsa; -qonun-qoida, nazariya, tushuncha va tasavvurlar bayonida, formula va reaksiya tenglamalarida qoʻpol xatoliklar uchrasa; -bayonda qoʻpol orfografik va grammatik xatolar uchrasa.	1-2
6	-savolga umuman javob yozilmagan boʻlsa; -mavzuga doir hech qanday tasavvurga ega boʻlmasa.	0

UMUMIY BAHOLASH

Talabaniy yakuniy nazoratda olgan ballari joriy va oraliq nazoratlardan toʻplagan ballariga qoʻshiladi. Agar bunda barcha nazorat turlaridan toʻplagan ballari, fan uchun ajratilgan ballarning 55 balldan kam boʻlmasa, talaba ushbu fanni oʻzlashtirgan hisoblanadi, agar talabaniy yakuniy nazoratda olgan ballari joriy va oraliq nazoratlardan toʻplagan ballariga qoʻshilganda, barcha nazorat turlaridan toʻplagan ballari fan uchun ajratilgan ballarning 55 balldan kam boʻlsa, talaba ushbu fanni oʻzlashtirmagan boʻlib, akademik qarzidor hisoblanadi.

Talabaniy semestr davomida fan boʻyicha toʻplagan umumiy bali har bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq toʻplagan ballari yigʻindisiga teng.

Semestr yakunida fan boʻyicha joriy, oraliq yoki yakuniy nazoratning har biri boʻyicha saralash balidan kam ball toʻplagan talabaniy oʻzlashtirishi qoniqarsiz (akademik qarzidor) hisoblanadi.

Akademik qarzidor talabalarga semestr tugaganidan keyin qayta oʻzlashtirish uchun muhlat beriladi. Shu muddat davomida fanni oʻzlashtira olmagan talaba, fakultet dekani tavsiyasiga koʻra belgilangan tartibda rektorning buyrugʻi bilan talabalar safidan chetlashtiriladi.

Talaba nazorat natijalaridan norozi boʻlsa, fan boʻyicha nazorat natijalari eʼlon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin.

Nazorat	JN-1	JN-2	JN-3	JN-4	ON	YAN	Jami
---------	------	------	------	------	----	-----	------

Maksimal ball	10	10	10	10	30	30	100
Saralash ball	5,5	5,5	5,5	5,5	16,5	16,5	55
Nazorat haftasi	6	9	11	13	16	18	

7. Adabiyotlar.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'lanmalar

1. И.В.Савельев . Умумий физика курси. Москва. : Астрель. 2004.
2. Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Москва. : физ. мат. лит. 2002.
3. А.А.Грибов, Н.И. Прокофьева. “Основны физики”. М. Гордарина. 1998.
4. М.Исмоилов, П. Хабибуллаев, М. Халилун. «Физика курси». Т. Ўзбекистон. 2000.
5. В.С.Волькенштейн. Умумий физика курсидан масалалар тўплами. 2001. Санкт-Петербург. “Книжный мир”.
6. И.Бўрибоев, Р.Каримов. Электр ва магнетизмдан физпрактикум. Университет. Т. 2002й.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. СП. Стрелков. Механика. Тошкент.: Ўқитувчи. 1977.
2. А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. Молекуляр физика. Тошкент. Ўқитувчи. 1978.
3. Э.Г. Калашников. Электр. Тошкент.: Ўқитувчи. 1979.
4. Г.С. Лансберг. Оптика. Тошкент.: Ўқитувчи, 1981.
5. И.А. Радченко. Молекулярная физика. Москва.: Наука, 1982.
6. УАбдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов Электростатика. Т. Университет. 1993.
7. УАбдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов. Қўзғалмас зарядлар электр майдонидаги ўтказгичлар ва диэлектриклар. Т. Университет. 1994.
8. УАбдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов. Ўзгармас электр токи ва унинг магнит майдони. Моддаларнинг магнит хоссалари. Т. Университет. 1996.
9. М.А.Магруппов, М.М Русак, Б.Ж. Юсупов. Механика. Молекуляр физика ва термодинамика асослари. Т. Университет 1996
10. У.Абдурахмонов, М. М Русак, Б.Ж. Юсупов. Электромагнит индукция, электр ва магнит майдонларида зарядланган зарраларнинг ҳаракати, электромагнит тебранишлар. Т. Университет. 2002.
11. Б.Д. Юсупов. Fizika fanini o'qitish jarayonida zamonaviy ta'lim metodlarini qo'llash. Методик кўрсатма. Т. Университет. 2005.
12. U.Abdurahmonov, M.N. Zohidova, A.A. Mo'minov, B.D.Yusupov, ELEKTR (uslubiy qo'llanma). Т. Университет. 2010
13. Анимацион ролик (<http://www.upscale.utoronto.ca>. ва [html,http:tical ua .es](http://html.tical.ua.es))
14. Физика “Physicon”.
15. ”Phusics onlian”
16. Физикада ўқув кинофильмлари (Э.Г.Хасанов ва бошқалар)
17. Кўргазмалар рангли расмлар ([http://www.hord Wareandlysis com.](http://www.hordWareandlysis.com))
18. www.physicon.ru - "Молекулярная физика на компьютере"
19. www.cultinfo./fulltext/1/008/077/561/htm
20. www.en/edu.ru. Портал

X. Prezentatsiyalar

Моддий нуқта динамикаси

1. Ньютон қонунлари. Масса ва куч.
2. Ҳаракат миқдорининг ўзгариш қонуни (импульс).
3. Табиатдаги кучлар.
4. Инерциал ва ноинерциал санок системалари. Инерция кучлари.

- Келтирилган тажриба далилларини умумлаштириш **Ньютоннинг иккинчи қонуни** мазмунини ҳосил қилади :
- **жисмнинг F куч таъсирида олган тезланиши ҳам куч сингари йўналган бўлиб, катталиги жиҳатидан кучга пропорционал ва жисмнинг массасига тескари пропорционалдир:**

$$\vec{a} \sim \frac{\vec{F}}{m} \quad \text{ёки} \quad \vec{F} \sim m\vec{a}.$$

Пропорционаллик коэффициентини k ни киришиб, қуйдагича ёзамиз:

$$\vec{F} = km\vec{a} \quad (1)$$

- Умуман, физик формулада бу формулага кирувчи физик катталиклардан бирининг ўлчов бирлиги аниқланаётган бўлса, пропорционаллик коэффициентини бирга тенг деб қабул қилиш мумкин. Шундай қилиб, (1) формулада $k=1$ деб олиб, формулани шундай ёзиш мумкин:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

1. Ньютон қонунлари. Масса ва куч

Ньютоннинг биринчи қонуни (инерция қонуни): ҳар қандай жисм унга бошқа жисмлар таъсир қилмагунча ўзининг тинч ҳолатини ёки тўғри чизиқли текис ҳаракатини сақлайди.

Жисмлар ўзларининг тинчлик ҳолатини ёки тўғри чизиқли текис ҳаракатини мақлаш қобилияти **инерция** дейилади. Тажрибанинг кўрсатишича, бир хил таъсир қилинганда турли жисмлар ўзларининг тезликларини турлича ўзгартирар экан, яъни *айни бир хил таъсир турли жисмларга турлича тезланиш беради*. Бинобарин, жисмнинг олган тезланишининг катталиги фақат таъсир катталигига эмас, шу билан бирга жисмнинг баъзи хусусий хосасига ҳам боғлиқ бўлар экан. Жисмнинг бу хосаси **масса** деб аталадиган физик катталик билан характерланади. Ана шу маънода масса жисмнинг инерция ўлчовидир дейиш мумкин.

Масса асосий физик катталиклардан биридир. Масса жисмнинг фақат инерциясининггина эмас, шу билан бирга унинг гравитацион (тортилиш) хосаларини ҳам характерлайди. Бундан ташқари масса жисмнинг “энергия тутувчанлигини” ҳам характерлайди.

Ўзаро таъсирлашаётган жисмларга қўйилган кучлар орасидаги муносабатни **Ньютоннинг учинчи қонуни (таъсир ва акс таъсир қонуни)** ифодалайди:

ўзаро таъсир қилувчи икки жисм бир-бирига катталиги жиҳатдан тенг ва йўналиши қарама-қарши бўлган кучлар билан таъсир қилади:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}, \quad (3)$$

бу ерда $\vec{F}_{12}$ — биринчи жисмнинг иккинчи жисмга таъсир кучи $\vec{F}_{21}$ — иккинчи жисмнинг биринчи жисмга таъсир кучи.

Ньютон қонунларига асосланган кучнинг таърифи:

куч жисмларнинг ўзаро таъсирини характерловчи физик катталик бўлиб, бундан

2. Ҳаракат миқдори (импульс) нинг ўзгариш қонуни

Жисм массасининг унинг тезлигига кўпайтмаси **жисмнинг ҳаракат миқдори (импульси)** дейилади.

Ҳаракатлантирувчи кучнинг унинг таъсир вақтига кўпайтмаси **куч импульси** дейилади.

Ньютоннинг иккинчи қонунидан фойдаланиб вақтнинг айна пайти учун жисмнинг ҳаракатлантирувчи кучи, массаси ва тезланишининг қийматларини аниқлаш мумкин. Бироқ кўпинча бу характеристикаларни вақтнинг олдиндан берилган ихтиёрий пайти учун аниқлаш зарур бўлиб қолади. Бундай ҳисоблар учун Ньютоннинг иккинчи қонунининг ифодаларидан бири **ҳаракат миқдорининг ўзгариш қонунидан** фойдаланилади.

Бирор t вақт оралиғида аввал $\vec{v}_0$ тезлик билан ҳаракатланаётган m массали жисмга ўзгармас $\vec{F}$ куч таъсир қилаётган бўлсин. Бу куч жисмга доимий $\vec{a}$ тезланиш беради ва бунинг натижасида жисм вақт оралиғининг охирида $\vec{v}$ тезлик олади. Бунда Ньютоннинг иккинчи қонунига кўра шундай ёзиш мумкин:

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

ёки

$$\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0. \quad (4)$$

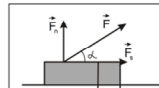
Агар жисмга бир эмас бир неча куч таъсир қилаётган бўлса, у ҳолда куч уларнинг **натижавий кучи** деб тушуниш керак. (4) формула **ҳаракат миқдорининг ўзгариш қонунини** ифодалайди: **жисмга таъсир қилаётган ўзгармас кучнинг импульси жисм ҳаракат миқдорининг ўзгаришига тенгдир.**

5-ma'ruza: Ish va energiya

1. Ish va quvvat.
2. Kinetik va potentsial energiya.
3. Energiyaning saqlanish qonuni.

1. Ish va quvvat

Agar, jism to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan bo'lsa va unga ko'chish yo'nalishi bilan α burchak hosil qilgan doimiy $\vec{F}$ kuch ta'sir etsa, shu kuchning bajarigan **ishi** kuchning harakat yo'nalishiga proektsiyasini kuch qo'yilgan nuqtaning siljishiga ko'paytmasiga tengdir (13 - rasm).



13 - rasm. F kuchi ta'sirida to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jismining ko'chishi.

$$A = F_s \cdot S = F \cdot S \cdot \cos \alpha. \quad (2.1)$$

Umumiy hollarda, kuch moduli va yo'nalishi bo'yicha o'zgarib turishi mumkin.

O'zgaruvchan kuch bajarigan ishini aniqlash uchun, bosib o'tilgan yo'lni shunday kichik bo'lakchalarga bo'lamizki, ularning har birini to'g'ri chiziqdan iborat va ulardagi ta'sir kuchni o'zgarimas deb hisoblaymiz (14-rasm).

U holda elementar ish

$$dA_i = r_{Si} d\alpha_i = r_i d\alpha_i \cos \alpha_i. \quad (12.2)$$

O'zgaruvchan kuchning MN ko'chishida bajarigan ishi

$$A = \int_M^N F_s dS_i = \int_M^N F_i dS_i \cos \alpha_i, \quad (12.3)$$

ga teng bo'ladi. Bu integralni hisoblash uchun F_s kuchning S traektoriya bilan bog'liqligini bilish zarur. Bu kuchning bajarigan ishi S traektoriya ostidagi maydon yuziga tengdir.

Agar jism to'g'ri chiziqli harakat qilsa, ta'sir etuvchi kuch va α - burchak o'zgarmas bo'ladi.

SHu sababli

$$A = F \cos \alpha \int_M^N dS = F \cdot S \cos \alpha$$

ga ega bo'lamiz. Bu erda S - jismining bosib o'tgan yo'li. (12.3) - ifodadan:

$\alpha < \frac{\pi}{2}$ bo'lganda, kuchning bajarigan ishi musbat bo'ladi,

$\alpha > \frac{\pi}{2}$ bo'lganda, kuchning bajarigan ishi manfiy,

2. Kinetik va potentsial energiya

Kinetik energiya jism mexanik harakatining o'lchovidir va bu harakatni vujudga keltirish uchun bajarilgan ish bilan baholanadi.

Agar $\vec{F}$ kuch tinch turgan jisimga ta'sir etib, unga $\vec{U}$ harakat tezligini bersa, u holda u ish bajarib jismining harakat energiyasini shu bajarilgan ish miqdoriga oshiradi. SHunday qilib, bu bajarilgan ish jismining kinetik energiyasining oshishiga olib keladi.

$$dA = dW_k$$

Nyuton II qonunining skalyar formasidan foydalansak

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

bajarilgan ishini quyidagicha ifodalashimiz mumkin.

$$dA = F \cdot dS = m \frac{dv}{dt} \cdot dS$$

$v = \frac{dS}{dt}$ bo'lgani uchun;

$$dA = m dv \cdot \frac{dS}{dt} = m v \cdot dv = dW_k$$

To'la kinetik energiya ifodasi esa

$$W_k = \int_0^v m v \cdot dv = m \cdot \int_0^v v \cdot dv = \frac{mv^2}{2}$$

ga teng bo'ladi.

SHunday qilib v - tezlik bilan harakatlanayotgan, m - massali jismining kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{mv^2}{2}, \quad (13.1)$$

ga teng ekan. Kinetik energiya m - massaga bog'liq bo'lishi bilan harakat tezligi funktsiyasi hamdir.

Potentsial energiya - umumiy mexanik energiyaning bir qismi bo'lib, jismlarning bir-biriga nisbatan qanday holatda turishi va ular orasidagi ta'sir kuchlarining xarakteriga bog'liqdir.

Kuchning potentsial maydonida turgan jism W_n - potentsial energiyaga ega bo'ladi.

Odatda jismining ma'lum bir holatdagi potentsial energiyasini nol deb hisoblab, hisob boshini belgilashadi. Boshqa holatdagi energiya hisob boshidagi holatga nisbatan aniqlanadi. SHuning uchun ayrim vaqtlarda potentsial energiyalar farqi degan tushunchadan foydalaniladi.

Jisimga qo'yilgan konservativ kuchlar bajarigan ish, shu jism potentsial energiyasini o'zgarishiga tengdir.

$$dA = -dW_n, \quad (13.2)$$

Bunda potentsial energiya **sarf bo'lishi natijasida ish bajarilgani uchun** minus ishora paydo bo'ladi. Bajarilgan ish $dA = Fdr$ bo'lgani uchun

$$Fdr = -dW_n. \quad (13.3)$$

Agarda $W_n(r)$ - funktsiya aniq bo'lsa, kuchning moduli va yo'nalishini aniqlash mumkin.

$W_n(r)$ funktsiyaning aniq ko'rinishi kuch maydonining xarakteri bilan aniqlanadi. Masalan, Er sirtidan h balandlikka ko'tarilgan jismining potentsial energiyasi

$$W_n = \int dW_n = \int_0^h P dl = mgh, \quad (13.4)$$

ga tengdir.

Bu erda potentsial energiya h balandlikdan tushayotgan m massali jismining bajarigan ishiga tengdir.

3. Energiyaning saqlanish qonuni

Energiyaning saqlanish qonuni – ko'pgina tajribaviy ma'lumotlarning umumlashgan natijasidir. Bu qonunni miqdor jihatdan nemis vrachi YU.Mayer va nemis tabiatshunosi G.Gelmgoltslar ifodalab berishgan.

Massalari $m_1, m_2, \dots, m_n$ va $v_1, v_2, \dots, v_n$ tezlik bilan harakatlanayotgan moddiy nuqtalardan iborat bo'lgan yopiq tizimni olaylik.

Har bir moddiy nuqtaga $f_1, f_2, \dots, f_n$ teng ta'sir etuvchi ichki konservativ kuchlar va $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ teng ta'sir etuvchi tashqi kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsin.

$v \ll c$ bo'lganda, moddiy nuqtalar massalari o'zgarmaganligi sababli, ularga Nyutonning II qonunini tatbiq etish mumkin:

$$m_1 \frac{d\vec{v}_1}{dt} = \vec{f}_1 + \vec{F}_1$$

$$m_2 \frac{d\vec{v}_2}{dt} = \vec{f}_2 + \vec{F}_2$$

$$\dots \dots \dots$$

$$m_n \frac{d\vec{v}_n}{dt} = \vec{f}_n + \vec{F}_n$$

Barcha nuqtalar qandaydir dt vaqt oralig'ida $dx_1, dx_2, \dots, dx_n$ masofalarga ko'chgan bo'lsin. SHu ko'chishlarni tezlik orqali, skalyar ko'rinishda ifodalasak, quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$m_1(v_1 dv_1) - (f_1 + F_1)dx_1 = 0$$

$$m_2(v_2 dv_2) - (f_2 + F_2)dx_2 = 0$$

$$\dots \dots \dots$$

$$m_n(v_n dv_n) - (f_n + F_n)dx_n = 0$$

YOpiq tizim uchun, uning moddiy nuqtalariga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar yig'indisi nolga tengdir

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = 0$$

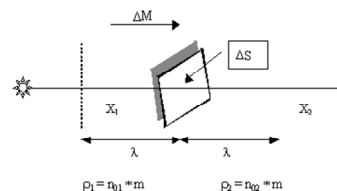
SHu sababli yuqoridagi tenglamalarni jamlasak, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\sum_{i=1}^n m_i v_i dv_i - \sum_{i=1}^n f_i \cdot dx_i = 0$$

MAVZU: KO'CHISH HODISALARI

- 1. DIFFUZIYA. FIK QONUNI.
- 2. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIGI.
- 3. QOVUSHOQLIK (ICHKI ISHQALANISH).

1. DIFFUZIYA. FIK QONUNI.



Biror gazga boshka gazni kiritib kuyib kuyilsa boshka gaz konsentratsiyasi ko'p bo'lgani uchun boshka kismiga tarkab kirisha boshlaydi. Ana shunday protsessni diffuziya deb ataladi.

Konsentratsiyasi ko'p joyidan konsentratsiyasi kam joyga kiritilgan gaz molekulalari siljishi diffo'zion oqim deb ataladi.

Konsentratsiya farki tufayli yuzaga kelgan diffo'zion oqim xisobiga gazning xamma joyida konsentratsiya farki kamayishiga va nixoyat birjinsli gaz aralashmasi xosil bulishiga olib keladi.

Agar konsentratsiya farki sun'iy yul bilan saklanib turilsa diffuziya statsionar deb ataladi.

Molekular fizika kursi utishiga ajratilgan soat oz bo'lgani uchun kuchish protsesslarning statsionalariga va undagi statsionar protsesslar koeffitsientlarini aniklashga tuxtab utamiz. SHu bilan ulardagi ayrim protsesslarga kiskacha tuxtab ulardan kelib chikadigan xulosalargagina tuxtaymiz.

Diffuziya protsessida diffuzion oqim, komponenta konsentratsiyasi gradientining teskari ishorasi bilan olingan kiymatiga proporsional. Bu konun Fik konuni deb ataladi.

Bu erda gradient biror kattalikning X uki buyicha o'zgarish tezligi tushuniladi va uni

$$\text{grad}G = \frac{dG}{dx} \quad (1)$$

Agar gaz aralashmasida komponentning konsentratsiyasini n deb belgilansa, uning X ukdagi gradientini

$$\text{grad}n = \frac{dn}{dx} \quad (2)$$

deb belgilanadi.

Buning natijasida diffuziya oqimini Fik konuniga asosan

$$I = -D \frac{dn}{dx} \quad (3)$$

bo'ladi

Agar diffuzion oqim natijasida massa oqimini ifodalasak

$$M = -D \frac{dp}{dx} \quad (4)$$

bo'ladi, unda yuzaga kelgan molekulalar oqimini esa

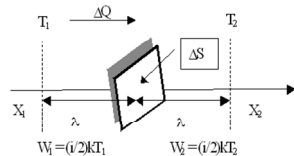
$$N = -D \frac{dn}{dx} \quad (5)$$

kurinishida ezish mumkin.

Gazga biror boshka komponent kiritilganda u gazdagi molekulalarning tartibsiz xarakati tufayli molekulalar tuknashib turadi. Kiritilgan komponent molekulalari xam xuddi shunday xarakterda harakatlanadi. SHuning uchun uning molekulalari traektoriyasi sink chizikdan iborat bo'lib molekulaning bosib utgan yulidan tuknashish natijasida siljish kichik bo'lgani uchun uning kuchishi kichik bo'ladi.

SHu sababdan xam gazlarning diffuziya xisobiga aralashishi kutilgandan sekin utadi.

2. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK.



Agar gazning bir qismi isitilganda uning kolgan qismi ma'lum vaqtdan keyin temperaturaning tenglashishiga eriydi. Bu xodisa gazning issikrok kismidan sovukrok kismiga issiklik oqimi bilan bog'lik. Gazlarda issiklik oqimining xosil bulishi issiklik utkazuvchanlik deb aytiladi. Gazning bir qismini kizdirib o'z xoliga koldirilganida issiklik utkazuvchanlik xisobiga temperaturaning xamma joyida temperatura tenglashishi nostatsionar protsess. Lekin, gazda temperatura farki sun'iy saklanib turilsa bunday issiklik utkazuvchanlikni statsionar **issiklik utkazuvchanlik** deyiladi.

- Gaz molekulari issiklik xarakati tufayli gaz egallagan xajmdagi xar kandy kesim yuzani kesib utadi. Avval kurganimizdek, temperaturalar farki o'zgaras saklanadigan X ukka perpendikular biror S yuzani tanlab olaylik va undan chapda va unda rasmdagi kabi T_1 va T_2 deb qator qilaylik $T_1 > T_2$ bulsin.
- S yuza orkali molekularlar chapdan ung ga xam, undan chapga xam utadi. Agar gazning bosimi barcha o'qlarida birday bulsa yuzaning birligidan sek ichida chapdan ungga va undan chapga kesib utuvchi molekularlar birday bo'ladi. Lekin yukori temperaturali tomondan kelaet ganlar molekularlar energiyasi sovukrok tomonidan olib kelaetgan energiyasidan ko'p bo'ladi. SHuning uchun chapdan va undan olib kelayotgan energiya farkiga teng issiklik oqimi vujudga keladi,

$$Q = -\delta \frac{dT}{dx}$$

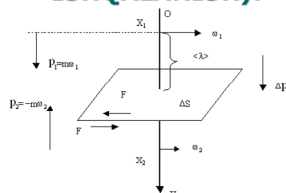
- Molekularlar harakati ichki energiya bilan bo'g'lik bolganligidan kuyidagi ifodani olamiz:

$$Q = -\frac{1}{3} n v \lambda \frac{\mu C_v}{N a} \frac{dT}{dx}$$

- bundan

$$\lambda = \frac{1}{3} n_1 v \lambda \frac{\mu C_v}{N a}$$

3. QOVUSHOQLIK (ICHKI ISHQALANISH).



Gazning trubadagi oqim tezligi turlik katamlarda turlichaligiga ishonch xosil qilish mumkin. Trubaning markazida maksimal va truba devoriga yaqinlashish bilan tezlik kamayib, trubaga yaqinlashib turgan katlamda molekula tinch turadi. Bunday oqimda impuls gazning oqimi tezligi katta katlamidan, kichik tezlik bilan harakatlanaetgan katlamiga bepiladi. Lekin buning teskari xoli xam mavjud.

Umumiy xolda,

$$L = -n \frac{dv}{dx} \quad (31)$$

Berilgan bosim sharoitida karalaetgan S yuzaga ngdan va chapdan kiruvchi kesib utuvchi molekularlar soni bir xil, lekin ularning olib utadigan impulsi turlicha ya'ni oqimi tizrok katlamdan kelaetgan molekularlar impulsi kattarak va tezligi kamrok katlamdan kelaetgan molekularlar impulsi kichikrok bo'ladi. Agar chapdan va undan yuzaga kiraetgan molekularlar soni

$$N = \frac{1}{6} n v \quad (32)$$

bulsa, ularning xar biri olib utadigan impulsi $m v'$ va bulsa, bu erda - chap tomondan S yuzaga oxirgi tuknashib kelaetgan joydagi mos tezliklar m - molekula massasi.

Unda, chapdan va undan S yuzaga kiraetgan molekularlarning kiraetgan molekularlarning impulslari

$$L_1 = \frac{1}{6} n v m v' \quad L_2 = \frac{1}{6} n v m v'' \quad (33)$$

S yuzadan olib utaetgan umumiy impuls

$$L = L_1 - L_2 = \frac{1}{6} n v m (v' - v'') \quad (34)$$

bu erda,

AYLANMA HARAKAT DINAMIKASI

1. Kuch momenti va impuls momenti.
2. Qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti. Shteyner teoremasi
3. Aylanma harakat qilayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi.
4. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuni.
5. Impuls momenti va uning saqlanish qonuni.

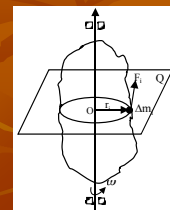
1. Kuch momenti va impuls momenti

Bir-biriga nisbatan siljmaydigan moddiy nuqtalar to'plami **qattiq jism** deb yuritiladi. Tashqi kuch ta'sirida deformatsiyalanmaydigan jism **absolyut qattiq jism** deyiladi. Ixtiyoriy shakldagi qattiq jism qo'zg'almas OZ o'q atrofida G' kuch ta'sirida aylanayotgan bo'lsin. Uning zarralari markazi OZ o'qda yotgan aylanalar chizadi. Jismni kuch qo'yilgan nuqta chizgan aylanaga urinma bo'lgan G' kuch aylantiradi. G' kuchning ta'siri faqat uning kattaligiga bog'liq bo'lmay, u qo'yilgan A nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa ga ham bog'liqdir. **aylantiruvchi kuchning kuch qo'yilgan nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa** - radius - vektorga ko'paytmasi **aylantiruvchi kuchning momenti** deb ataladi va M harfi bilan belgilanadi:

$$\vec{M} = \vec{r} \cdot \vec{F} \quad (3.1)$$

M ning moduli

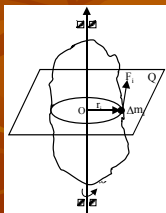
$$M = F r \sin \alpha = F l \quad (3.2)$$



3.1. - rasm

1. Kuch momenti va impuls momenti

Bir-biriga nisbatan siljmaydigan moddiy nuqtalar to'plami **qattiq jism** deb yuritiladi. Tashqi kuch ta'sirida deformatsiyanmaydigan jism **absolyut qattiq jism** deyiladi. Ixtiyoriy shakldagi qattiq jism qo'zg'almas OZ o'q atrofida G' kuch ta'sirida aylanayotgan bo'lsin. Uning zarralari markazi OZ o'qda yotgan aylanalar chizadi. Jismni kuch qo'yilgan nuqta chizgan aylanaga urinma bo'lgan G' kuch aylantiradi. G' kuchning ta'siri faqat uning kattaligiga bog'liq bo'lmay, u qo'yilgan A nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa ga ham bog'liqdir. **aylantiruvchi kuchning kuch qo'yilgan nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa - radius - vektorga ko'paytmasi aylantiruvchi kuchning momenti deb ataladi** va M harfi bilan belgilanadi:



3.1. - rasm

$$\vec{M} = \vec{r} \cdot \vec{F} \quad (3.1)$$

M ning moduli

$$M = Fr \sin \alpha = Fl \quad (3.2)$$

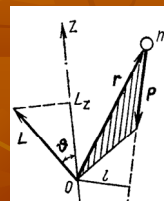
Jismning harakat tezligi, impulsi va uning fazodagi o'rini ifodalovchi radius - vektor bo'lsin (3.3-rasm). Moddiy nuqtaning berilgan 0 nuqtaga nisbatan impuls momenti deganda, radius-vektorni impuls vektoriga vektor ko'paytmasi tushuniladi:

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{p}] \quad (3.3)$$

L vektorining yo'nalishini, M ga o'xshab o'ng vint qoidasi asosida topiladi. 0 nuqtaga joylashtirilgan o'ng vint dan R yo'nalishiga burilganda vintning ilgariharakat harakati ning yo'nalishini ko'rsatadi ning moduli-ni

$$L = r p \sin(\vec{r}, \vec{p}) = lp \quad (3.4)$$

deb yozish mumkin.



3.3. - rasm

2. Qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti. Shteyner teoremasi

Qattiq jismning aylanma harakatini o'rganishda inertsia momenti tushunchasidan foydalanamiz. Qattiq jism i-elementar bo'lakchasi (Ami) bilan aylanish o'qidan nuqtagacha bo'lgan masofa (ri) kvadrating ko'paytmasi

$$I_{\text{el}} = \Delta m_i r_i^2 \quad (3.5)$$

ni i - elementar bo'lakchani OZ o'qqa nisbatan **inertsia momenti** deb ataladi (3.1-rasm). n-ta elementar bo'lakchalardan tashkil topgan sistemaning inertsia momenti elementar inertsia momentlarining yig'indisiga teng, ya'ni

$$I_z = \sum_{i=1}^n \Delta m_i r_i^2 \quad (3.6)$$

CI da inertsia momenti kg, m2 (kilogramm-metr kvadrat) larda o'lchanadi. Qattiq jism uchun (3.6) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$I = \int_V r^2 dm \quad (3.7)$$

Integral qattiq jism egallagan butun hajm bo'yicha olinadi. Jismning berilgan nuqtadagi zichligi $\rho = \text{const}$ ya'ni jism bir jinsli bo'lsa,

$$I = \rho \int_V r^2 dV \quad (3.8)$$

hosil bo'ladi.

(3.8) ifoda har qanday qattiq jismning istalgan o'qqa nisbatan inertsia momentini aniqlash imkoniyatini beradi. Misol tariqasida baozi jismlarning inertsia momentlarini aniqlashni ko'raylik.

1. Devori juda yupqa trubaning xalqa markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inertsia momenti

$$I = m R^2$$

2. Devorlari qalin trubaning markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inertsia momenti

$$I = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$$

Trubaning R1 va R2 ichki va tashqi devorlarining radiuslari.

3. Butun tsilindr (disk) ning markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inertsia momenti

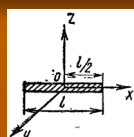
$$I = \frac{1}{2} m R^2$$

4. Butun sharning massalar markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti

$$I = \frac{2}{5} m R^2$$

5. Sferaning massalar markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti

$$I = \frac{2}{3} m R^2$$



3.4. - rasm

6. l - uzunlikdagi ingichka sterjening uzunligiga tik va massalar markazidan o'tuvchi OZ o'qqa nisbatan inertsia momenti (3.4-rasm).

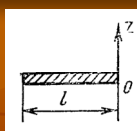
$$I = \frac{1}{12} m l^2$$

7. l uzunlikdagi ingichka sterjinning uzunligiga tik va uning bir uchidan o'tuvchi OZ o'qqa nisbatan inertsia momenti (3.5-rasm).

$$I = \frac{1}{3} m l^2$$

Agar berilgan jismning massalar markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti aniqlangan bo'lsa, bu o'qqa parallel istalgan o'qqa nisbatan inertsia momenti aniqlash uchun Shteyner teoremasidan foydalanamiz. U quyidagicha ta'riflanadi: **berilgan jismning istalgan o'qqa nisbatan inertsia momenti, I shu o'qqa parallel va S - jism massalar markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti Ic bilan jism massasining o'qlar orasidagi masofa kvadratiga ko'paytmasining yig'indisiga teng:**

$$I = I_c + m a^2 \quad (3.9)$$



3.5. - rasm

3. Aylanma harakat qilayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi

3.1-rasmga qarasak OZ o'q atrofida aylanayotgan qattiq jismning biror i-bo'lakchasining kinetik energiyasi

$$\Delta W_{ki} = \frac{\Delta m_i v_i^2}{2} \quad (3.10)$$

tenglama bilan ifodalanishini bilamiz. Bu erda Ami va, vi - mos ravishda i-bo'lakchani massasi va chiziqli tezligidir. CHiziqli tezlik bilan burchakli tezlik o'rtasidagi bog'lanishni eslasak (vi = ori) va buni (3.10) ga qo'yisak

$$\Delta W_{ki} = \frac{\Delta m_i r_i^2}{2} \omega^2 \quad (3.11)$$

hosil qilamiz.

Qattiq jism kinetik energiyasi uni tashkil etuvchi hamma bo'lakchalar kinetik energiyalarining yig'indisidan iborat

$$W_k = \sum \Delta W_{ki} = \frac{1}{2} \omega^2 \sum \Delta m_i r_i^2 \quad (3.12)$$

(3.6) ga asosan jismning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti ekanligini e'tiborga olsak

$$W_k = \frac{I \omega^2}{2} \quad (3.13)$$

ifoda hosil bo'ladi.

4. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuni

3.1-rasmdagi aylanayotgan qattiq jismning tekshirilayotgan elementar bo'lakchasi impulsining OZ o'qqa nisbatan momenti (L_{zi}) (3.4) munosabatiga asoslanib hisoblanadi (3.1-rasmga qarang).

$$L_{zi} = P_i r_i = \Delta m_i r_i \omega r_i = \Delta m_i r_i^2 \omega \quad (3.15)$$

Bu ifodani qattiq jismning barcha elementar bo'lakchalari uchun qo'llab, so'ng ularning yig'indisini olsak, jism impulsining OZ o'qqa nisbatan momentini hosil qilamiz:

$$L_z = \sum_{i=1}^n L_{zi} = \omega \sum_{i=1}^n \Delta m_i r_i^2 \quad (3.16)$$

Bunda $\omega = \text{const}$ bo'lganligi uchun yig'indi belgisidan tashqariga chiqarib yozdik. (3.16) bilan (3.6) ifodani birlashtirib

$$L_z = I_z \omega \quad (3.17)$$

ni hosil qilamiz.

SHunday qilib, qattiq jism impulsining qo'zg'almas aylanish o'qiga nisbatan momenti jismning shu aylanish o'qqa nisbatan inertsia momenti bilan burchak tezlik ko'paytmasiga teng ekan.

Ikkinchi tomondan $L_{zi} = [r_i R_i]$ ekanligini eslab, unda vaqt bo'yicha differentsiallash amalini bajarsak:

$$\frac{dL_{zi}}{dt} = \frac{d}{dt} [r_i P_i] \quad (3.18)$$

$r = \text{const}$ bo'lganda $\frac{dr_i}{dt} = 0$ ga teng deb olib bularni (3.18) ga qo'yamiz va yig'indiga o'tib quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{dL_z}{dt} = \sum_{i=1}^n [r_i F_i] = \sum_{i=1}^n M_{zi} \quad (3.19)$$

(3.17) va (3.19) ifodalarni solishtirsak

$$\frac{d}{dt} (I_z \omega) = M_z \quad \text{yoki} \quad \dot{M} = I_z \dot{\epsilon} \quad (3.20)$$

Bu erda $\epsilon = \frac{d\omega}{dt}$ teng bo'lib, burchak tezlanishdir.

(3.20) munosabat qattiq jismning qo'zg'almas o'q atrofidagi aylanma harakatning asosiy tenglamasi deb yuritiladi. U quyidagicha ta'riflanadi: *Ixtiyoriy qo'zg'almas aylanish o'qiga nisbatan jism inertsia momenti bilan burchak tezlanishning ko'paytmasi jismga ta'sir etayotgan kuchlarning shu o'qqa nisbatan momentlarining algebratik yig'indisiga teng.*

5. Impuls momenti va uning saqlanish qonuni

Aylanma harakat qonunlarini ilgarilanma harakat qonunlari bilan solishtirsak, ilgarilanma harakatdagi massa-m o'rnida aylanma harakatda I - inertsia momenti, kuch o'rnida, kuch momenti, kattaligi rol o'ynaydi.

m-massali moddiy nuqta r radiusli aylana bo'ylab v chiziqli tezlikka erishsa impuls momenti

$$L = mvr = pr \quad (3.21)$$

ga teng bo'ladi.

(3.21) tenglamadagi chiziqli tezlikni $v = \omega r$ ifoda bilan almashtirsak:

$$L = m\omega r \cdot r = mr^2 \omega$$

Bu ifodadagi $I = mr^2$ harakatlanayotgan moddiy nuqta-ning inertsia momenti ekanligini eslasak, moddiy nuqtaning impuls momenti uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$L = I\omega \quad \text{yoki} \quad \vec{L} = I\vec{\omega} \quad (3.22)$$

bu erda L yo'nalishi bilan ω ni yo'nalishi mos keladi.

Endi impuls momentining o'zgarish tezligi nimaga bog'liqligini aniqlaylik. Buning uchun inertsia momentini ($I = \text{const}$) o'zgarmas deb (3.22) tenglamadan vaqt bo'yicha hosil olamiz:

$$\frac{dL}{dt} = I \frac{d\omega}{dt} = I\epsilon \quad (3.23)$$

Bu tenglamani aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi (3.20) bilan taqqoslab

$$\frac{dL}{dt} = \dot{M} \quad (3.24)$$

munosabatni hosil qilamiz. Demak, *moddiy nuqtaning impuls momentining o'zgarish tezligi unga ta'sir qiluvchi kuch momentiga teng ekan.*

Agar kuch momenti ($\dot{M} = 0$) nolga teng bo'lsa,

$$\frac{dL}{dt} = 0 \quad (3.25)$$

hosil qilamiz. Bu ifoda

$$L = \text{const} \quad \text{yoki} \quad I\omega = \text{const} \quad (3.26)$$

bo'lgandagina bajariladi. Bu (3.25) ifoda moddiy nuqtalar sistemasi uchun, impuls momentining saqlanish qonunini xarakterlaydi: *moddiy nuqtalar berik sistemasi impulsining ixtiyoriy nuqtaga nisbatan momenti o'zgarmaydi.*

Mavzu: Ideal gaz qonunlari.

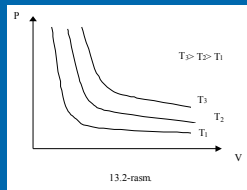
- 1. Ideal gaz qonunlari.
- 2. Molekular massa. Avogadro qonuni.
- 3. Klayperon - Mendeleev tenglamasi. Universal gaz doimiysi.

1. Ideal gaz qonunlari.

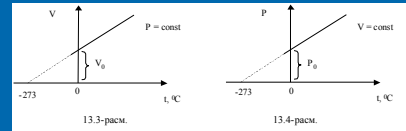
Ideal gaz deb, molekulalari o'zaro elastik sharlardek to'qnashadigan, molekulalarini o'lchamlari juda ham kichik va molekulalar orasida o'zaro taosir kuchlari xisobga olinmaydigan gazga aytiladi.

Ma'lum massali gazni holati bosim p, hajm V va temperatura T orqali ifodalanadi. Gazni holatini belgilovchi bu kattaliklarning o'zgarishiga gaz jarayonlari deyiladi. Temperatura o'zgarmas bo'lganda gaz bosimini hajmga bog'liq holda o'zgarishiga **izotermik**, bosim o'zgarmas bo'lganda gaz hajmini temperaturaga bog'liq holda o'zgarishiga **izobarik** va gazni hajmi o'zgarmas bo'lganda uni bosimini temperaturaga bog'liq holda o'zgarishiga **izoxorik** jarayon deyiladi.

Boyl-Mariott qonuni. Bir-biridan mustaqil holda 1662 yilda ingliz olimi Boyle va 1667 yilda frantsuz olimi Mariott izotermik jarayon uchun quyidagi qonunni kashf etdilar: o'zgarmas temperaturada ($t = \text{const}$) ma'lum massali gazni bosimi hajmga teskari proportsional holda o'zgaradi:



$pV = \text{const}$ (13.1)
Turli temperaturalar uchun (13.1) formulaning grafigi giperbolalardan iborat bo'ladi (13.2-rasm). Bu giperbolalarga izotermalar deyiladi.



Gey-Lyussak qonuni. 1802 yilda frantsuz fizigi Gey-Lyussak izobarik va izoxorik gaz jarayonlarini o'rganib quyidagi ikkita qonunni yaratdi.

1. Ma'lum massali gazni bosimi o'zgarmas bo'lganda ($R = \text{const}$) uni hajmi temperaturaga to'g'ri proportsional holda o'zgaradi:

$$V = V_0 (1 + \alpha t) \quad (13.2)$$

V_0 - gazni 00S temperaturadagi hajmi,

V - gazni t0S temperaturadagi hajmi,

α - gazni hajm kengayish koeffitsienti.

2. Ma'lum massali gazni hajmi o'zgarmas bo'lganda ($V = \text{const}$) uni bosimi temperaturaga to'g'ri proportsional holda o'zgaradi:

$$p = p_0 (1 + \gamma t) \quad (13.3)$$

p_0 - gazni 00S temperaturadagi bosimi,

p - gazni t0S temperaturadagi bosimi,

γ - gaz bosimining termik koeffitsienti.

1852 yilda Kelvin absolyut nol temperaturaning fizik ma'nosini ochib berdi. Absolyut nol shunday temperaturaki, bu temperaturada har qanday molekulalarning betartib issiqlik harakati to'xtaydi. Ammo absolyut nol temperaturada har qanday harakat butunlay to'xtaydi deyish noto'g'ri, chunki atomdagi elektronlar yadro atrofida aylanishda davom etadi. Hozirgi vaqtda juda kichik hajmda absolyut nol temperaturaga juda yaqin temperatura olishga ham muvaffaq bo'lindi. Lekin bunday past temperaturada ham molekulalar harakatini to'xtatish ehtimolligi sezilgani yo'q. Bunday nol suyuq gelyda kuzatilgan.

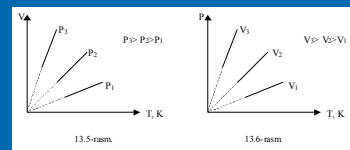
Absolyut temperatura shkalasiga o'tilganda (13.2) formula boshqacha ko'rinishni oladi:

$$V = V_0 (1 + \alpha t) = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right) = V_0 \frac{273 + t}{273} = V_0 \frac{T}{T_0}$$

00 S Kelvin shkalasida $T_0 = 273 \text{ K}$ mos kelishini xisobga olsak,

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad (13.4)$$

formula xosil bo'ladi. (13.4) formuladan Gey-Lyussak qonunini boshqa ta'rifli kelib chiqadi: gazni bosimi o'zgarmas bo'lganda uni hajmi absolyut temperaturaga to'g'ri proportsional.



Huddi shunday o'zgarish qilsak (13.3) formula ham

$$\frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0} \quad (13.5)$$

ko'rinishni oladi. Demak, (13.5) formulaga ko'ra gazni hajmi o'zgarmas bo'lganda uni bosimi absolyut temperaturaga to'g'ri proportsionaldir. (13.4) va (13.5) formulalar ham Gey-Lyussak qonunlarini ifodalaydi.

(13.4) va (13.5) formulalar ixtiyoriy T_1 va T_2 temperaturalar uchun,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{va} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ko'rinishda yoziladi. 13.5-rasmlarda ideal gaz hajmini, 13.6-rasmda ideal gaz bosimini T absolyut temperaturaga bog'lanishini ifodalovchi turli izobaralar va izoxoralar tasvirlangan.

Dalton qonuni. Partsiyal bosim deb, gazlar aralashmasidagi bir gazning o'zi beradigan bosimiga aytiladi. Gaz aralashmasidagi ikkinchi gazni partsiyal bosimini aniqlash uchun idishni yana havo bilan to'ldiramiz va idishda faqat kislorodni qoldirib boshqa gazlarni chiqarib tashlaymiz. Qolgan gaz yana idishni butun hajmini egallab R2 partsiyal bosimini hosil qiladi. Xuddi shunday usulda uchinchi va qolgan gazlarning hosil qilgan partsiyal bosimlarini ham aniqlash mumkin. 1801 yilda ingliz fizik va ximigi Dalton gaz aralashmalarini bosimi bilan aralashma tarkibiga kirgan gazlarning partsiyal bosimlari orasidagi bog'lanishni aniqladi. Bu bog'lanish Dalton qonuni deb ataladi: gaz aralashmalarini bosimi ayrim gazlarning partsiyal bosimlarining yig'indisiga teng:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n \quad (13.6)$$

2. Molekular massa. Avogadro qonuni.

Atom, molekula	$m_{\text{m}}, 10^{-27} \text{ kg}$	M
Vodorod (H)	1,67	1,008
Vodorod (H_2)	3,34	2,016
Kislorod (O_2)	53,2	31,98
Azot (N_2)	46,4	28,02
Uglerod (S)	19,9	12,00
Temir (G'e)	92,8	55,9
Qo'rg' oshin (Rv)	344	207,2

Xalqaro birliklar tizimi (SI)da modda miqdorini o'lchash uchun asosiy birlik sifatida mol qabul qilingan. 1 mol deb, moddaning nisbiy molekular massasiga teng ko'larda olingan modda miqdoriga aytiladi.

Ma'lum massali modda nechta molder iborat ekanini topish uchun uni massasini molekular massasiga nisbatini olish kerak: $\nu = m/M$. Bu erda ν mollar soni yoki modda miqdori deb ataladi.

Italiyan olimi Avogadro 1811 yilda 1mol gaz uchun quyidagi qonuni yaratdi: normal sharoitda har qanday 1mol gaz 22,4l hajmini egallaydi va unda 6,02.10²³ 1/mol dona molekula bo'ladi.

1mol moddadagi molekularlar soni, Avogadro soni deb ataladi:

$$N = \frac{m}{M} N_A \quad (13.8)$$

3. Klayperon - Mendeleev tenglamasi. Universal gaz doimiysi.

Biz yuqoridagi ideal gaz xolatini belgilovchi parametrlardan biri o'zgarish bo'lgan izotermik jarayonlarni ko'rib o'tdik. Endi gaz holatini aniqlovchi uchala parametrlar (xajm, bosim va temperatura) ham bir vaqtda o'zgaradigan jarayonni ko'rib o'tamiz. Bunday jarayonni ifodalovchi qonunni 1834 yilda frantsuz olimi Klayperon aniqladi. Klayperon 1830 yildan boshlab Peterburgda ishlagan. Klayperon, Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlarini birlashtirib gaz holat tenglamasini yaratdi.

Qandaydir m massali gazni holati V1, p1 va T1 parametrlari bilan ifodalansin. Bu gazni V2, p2 va T2 parametrlari bilan aniqlanuvchi boshqa holatga o'tkazaylik. Gazni ikkinchi holatga izotermik (T1 = sonst) va izoxorik (V2 = sonst) jarayonlar orqali o'tkazish mumkin.

1) Izotermik jarayon vaqtida gazni hajmi V2 ga o'zgarib bosim p1' bo'lib qoladi. Boyl - Mariott qonuniga asosan

$$V1p1 = V2p1'$$

bo'ladi, bundan

$$p1' = V1p1/V2$$

ekanini topamiz.

2) Izoxorik jarayon Gey-Lyussak qonuni bilan ifodalandi:

$$p1'/p2 = T1/T2$$

Keyingi formulaga yuqoridagi p1' ni ifodasini qo'yib quyidagi hosil qilamiz.

$$V1p1/V2p2 = T1/T2$$

bundan

$$V1p1/T1 = V2p2/T2$$

yoki

$$pV = \frac{m}{M}RT \quad (13.11)$$

(13.11) formulasi ixtiyoriy massali gaz uchun Klayperon - Mendeleev tenglamasi (qonuni) deyiladi. (13.11) formuladan gazni zichligi p ni aniqlash mumkin:

$$p = \frac{m}{MV}RT$$

$\frac{m}{V} = \rho$ bo'lgani uchun $p = \frac{\rho}{M}RT$ bo'ladi, bundan

$$\rho = \frac{MP}{RT} \quad (13.12)$$

Universal gaz doimiysi son qiymatini (13.10) formuladan aniqlaylik. Buning uchun 1 mol gaz normal sharoitda $R = 1,013 \cdot 10^5$ Pa bosim, $V_m = 0,02241$ m³/mol hajm, $T = 273$ K temperaturaga ega bo'lishini hisobga olamiz:

$$R = \frac{PV_m}{T} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 0,02241}{273} = 8,31 \text{ J/Kmol}$$

Klayperon-Mendeleev tenglamasi ta'rif asosida topilgan gaz qonunlarini birlashtirgani uchun u ham amaliy qonun deb ataladi. Quyida molekular-kinetik nazariya asosida ideal gazlarni nazariy o'rganamiz.

Mavzu: O'zgaruvchan tok va elektromagnit tebranishlar

Reja:

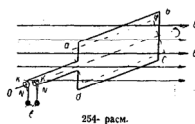
- > 1. Magnit maydonida aylanuvchi kontur. Sinusoidal o'zgaruvchan tok.
- > 2. O'zgaruvchan tokning ishi va quvvati.
- > 3. Sig'im va induktiv qarshiliklar
- > 4. Elektr tebranishlar va elektromagnit to'lqinlar
- > 5. Berk tebranish konturi. Gerts vibratori

1. Magnit maydonida aylanuvchi kontur. Sinusoidal o'zgaruvchan tokning ishi va quvvati.

Magnit maydonida aylanayotgan konturda induksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga kelishidan texnikada elektr toki olishda foydalaniladi. Magnit maydoniga perpendikular OO' o'q atrofida aylana oladigan to'g'ri burchakli yassi abcd konturini tekshiraylik (254-rasm). Magnit maydoni bir jinsli $B = \text{const}$ induksiya va kontur $\omega = \text{const}$ burchak tezlik bilan tekis aylanayotgan bo'lsin. U holda kontur bilan bog'langan Φ magnit oqimi vaqtning ixtiyoriy paytida quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Phi = BS \cos \varphi = BS \cos \omega t$$

bu erda S - kontur bilan chegaralangan yuza, $\varphi = \omega t$ esa konturning $S \perp B$ bo'lgan boshlang'ich vaziyatidan hisoblangan burilish burchagi.



Kontur aylanganida Φ oqim davriy ravishda o'zgarib turadi. SHuning uchun konturda davriy o'zgaruvchi induksiya EYUK hosil bo'ladi, bu EYUK Faradey qonuniga muvofiq quyidagiga teng:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = BS \sin \omega t$$

Bu EYUK ning ($\sin \omega t = 1$ da erishadigan) maksimal qiymati

$$\mathcal{E}_m = BS\omega$$

ga teng bulgani uchun

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \omega t \quad (1)$$

Demak, agar bir jinsli magnit maydonida o'tkazuvchan kontur tekis aylansa, unda sinus qonuni bo'yicha o'zgaruvchan EYUK vujudga keladi. Bu EYUK konturda sinusoidal o'zgaruvchan tok hosil qiladi:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}_m}{R_0} \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

bu erda $I_m = \frac{\mathcal{E}_m}{R_0}$ - tokning maksimal qiymati, R_0 - tok beriladigan

elektr zanjiri va konturning qarshiligi.

2. O'zgaruvchan tokning ishi va quvvati

O'zgaruvchan tok tebranma jarayon (garmonik tebranish) dir. SHuning uchun tebranma jarayon xarakteristikalarining nomlari o'zgaruvchan tok uchun ham o'zgarishsiz saqlanadi. Endi o'zgaruvchan tokning ishi va quvvati ifodalari topamiz. I o'zgarishsiz tokning R_0 qarshilikda t vaqt ichida bajargan ishi A ko'rsatilgan edi, bu ish quyidagiga teng:

$$A = I^2 R_0 t \quad (2)$$

o'zgarishsiz tokning N quvvati shunday munosabat bilan ifodalanadi:

$$N = I^2 R_0 \quad (3)$$

O'zgaruvchan tok bo'lgan holda I kattalik vaqt davomida o'zgaradi; biroq juda kichik dt vaqt oralig'i uchun uni o'zgarishsiz deb hisoblash ($I = \text{const}$) mumkin.

Shuning uchun o'zgaruvchan tokning dt vaqt ichida bajargan dA elementar ishini ifodalash uchun (2) formuladan foydalanish va quyidagicha yozish mumkin:

$$dA = I^2 R_0 dt$$

yoki

$$dA = I_m^2 R_0 \sin^2 \frac{2\pi}{T} dt \quad (4)$$

O'zgaruvchan tokning bir T davr ichida bajargan A ishini (4) ifodani 0 dan T gacha chegaralarda vaqt bo'yicha integrallab hosil qilamiz:

$$A = \frac{I_m^2}{2} R_0 T_0 \quad (5)$$

O'zgaruvchan tokning A ishini T davrga bo'lib, uniig o'rtacha quvvatini topamiz:

$$N = \frac{I_m^2}{2} R_0$$

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$\frac{I_m^2}{2} = I_{eff}^2 \quad \text{va} \quad I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (6)$$

ni o'zgaruvchan tokning effektiv kuchi yoki effektiv (ta'sir kuchi) tok deb ataymiz, U holda

$$N = I_{eff}^2 R_0 \quad (7)$$

(3) va (7) munosabatlarni o'zaro taqqoslashdan o'zgaruvchan tok quvvati o'zgarmas tok quvvati formulasi (3) ga muvofiq hisoblash mumkinligi kelib chiqadi, bunda I o'zgarmas tok kuchi o'rniga o'zgaruvchan tokning effektiv kuchi I_{eff} ni olish kerak.

3. Sig'im va induktiv qarshiliklar

O'zgarmas tok zanjirida kondensator cheksiz katta qarshilik bo'ladi: o'zgarmas tok kondensator qoplamalarini ajratib turuvchi dielektrik orqali o'tmaydi. O'zgaruvchan tok zanjirini kondensator uzmaydi: u damba-dam zaryadlanib va razryadlanib, elektr zaryadlar harakatiini ta'minlaydi, ya'ni tashqi zanjirda o'zgaruvchai tokni saqlab turadi. Maksvellning elektromagnit nazariyasiga asoslanib, kondensator ichida o'zgaruvchan o'tkazuvchanlik toki siljish toki bilan tutashadi, dsiyish mumkin. SHunday qilib, o'zgaruvchan tok uchun kondensatorlarda sig'im qarshiligi deb ataluvchi chekli qarshilik bo'ladi.

Bu sig'im qarshilik quyidagicha bo'ladi:

$$R_C = \frac{1}{\omega C} \quad (8)$$

va u tokning aylanma chastotasiga va sig'im kattaligiga teskari proporsional bo'ladi. Kondensatorning sig'imi qancha katta bo'lsa va tokning yo'nalishi qancha tez o'zgarsa (ya'ni aylanma chastota ω qancha katta bo'lsa), tok keltiruvchi simlarning ko'ndalang kesimlari orqali vaqt birligi ichida shuncha ko'p zaryad o'tadi.

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun aktiv va sig'im qarshiliklardan tashqari yana, o'tkazgichning induktivligigv bog'liq bo'lgan induktiv qarshilik ham mavjud va u quyidagicha aniqlanadi:

$$R_L = \omega L \quad (9)$$

ya'ni, u tok chastotasiga va induktivlik kattaligiga proporsional bo'ladi. Bunday qarshilik effektiv tokni kamaytiruvchi va binobarin, qarshiliknn o'ttiruvchi o'zinduktsiya elektr yurituvchi kuchining ta'siridan bo'ladi deb tushuntirish mumkin.

Sig'im qarshilikda tok kuchlanishdan chorak davrga oldin (vaqt bo'yicha) yoki 90° ga (faza bo'yicha) oldin ketarkan. induktiv qarshilikda tok kuchlanishdan chorak davr (vaqt bo'yicha) yoki 90° ga (faza bo'yicha) orqada qoladi.

SHularni e'tiborga olgan o'zgaruvchan tok zanjirida to'liq qarshilik (impedans)

$$R = \sqrt{R_0^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

shaklda topiladi. U holda buni maksimal I_m tok uchun umumlashgan Om qonuni quyidagicha ko'rinish oladi:

$$I_m = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{R_0^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

Buni I_{eff} orqali ifodalasak, u quyidagicha ko'rinish oladi:

$$I_{eff} = \frac{\mathcal{E}_{eff}}{\sqrt{R_0^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

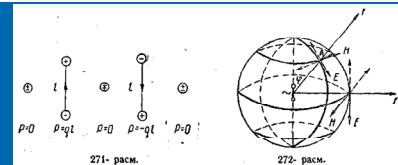
4. Elektr tebranishlar va elektromagnit to'lqinlar

Maksvell nazariyasiga muvofiq, o'zgaruvchan elektromagnit maydoni o'zaro perpendikular bo'lgan o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarning to'plami bulib, ular fazoda

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu}}$$

tezlik bilan harakatlanishini qayd qilib o'tilgan edi. Elektromagnit maydoni tarqalishida elektromagnit energiya ko'chadi.

Elektromagnit maydonining yoki boshtsacha aytganda elektromagnit nurlanishlarning manbalari turli-tuman o'zgaruvchan toklar: o'tkazgichlardagi o'zgaruvchan tok ionlar, elektronlar va boshqa zaryadli zarralarning tebranma harakatlari, atomda elektronlarning yadro atrofida aylanishi va shunga o'xshashlardir.



O'zgaruvchan tokka ekvivalent eng sodda sistema p momentli, **garmonik o'zgaruvchan bo'lgan elektr dipoldir**. Dastlabki paytda bunday dipolning +q va -q zaryadlari bir-birining ustiga tushadi va shuning uchun p=0 bo'ladi. CHorak davrdan keyin zaryadlar bir-biridan maksimal l masofaga tarqaladi va dipolning momenti p=q l maksimal qiymatiga erishadi. YArim davrdan keyin zaryadlar yana yaqinlashadi (p=0) va so'ngra (davrning to'rtidan uch qismi o'tgach) bir-biridan qarama-qarshi tomonga l masofaga tarqaladi, buning natijasida dipolning momenti yana maksimal qiymatga erishadi, biroq endi uning yo'nalishi qarama-qarshi bo'ladi (p=-q l). So'ngra bu jarayon davriy takrorlanadi (271 va 272-rasmlar).

Dipol hosil qilgan va undan tarqalayotgan elektromagnit maydoni quyidagi asosiy xususiyatlari bo'ladir:

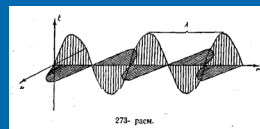
1) Elektr maydonining E kuchlanganligi dipol o'qi tekisligida elektromagnit nurlanish yo'nalishi r ga perpendikular (ya'ni elektromagnit nurga perpendikular) tebranadi.

2) Magnit maydonining H kuchlanganligi elektromagnit nurlanish yo'nalishi r ga va elektr maydonining kuchlanganligi E ga perpendikular tebranadi. Shunday qilib, E va H vektorlar o'zaro perpendikular.

3) E va B kuchlanganliklar bir fazada tebranadi.

4) Kuchlanganliklarning E_m va H_m amplitudalari elektromagnit nurlanish yo'nalishiga (φ burchakka) bog'liq: dipol o'qiga perpendikular yo'nalishda ($\varphi=90^\circ$) nurlanish maksimal, dipol o'qi yo'nalishida ($\varphi=0$) nurlanish nolga teng.

Shunday qilib, elektromagnit maydon faza jihatidan mos kelgan ikkita to'lqindan iborat ko'ndalang elektromagnit to'lqin - elektr (ya'ni elektr maydoni kuchlanganligi to'lqinlari) va magnit (magnit maydoni kuchlanganligi to'lqinlari) to'lqinlar ko'rinishida tarqaladi (273-rasm).



Elektromagnit to'lqinining davri (chastotasi) nurlanayotgan dipolning tebranishlari davriga (chastotasiga) teng. Elektromagnit to'lqinining uzunligi λ , davri T , chastotasi ν va tarqalish tezligi v o'zaro shunday munosabat bilan bog'langan:

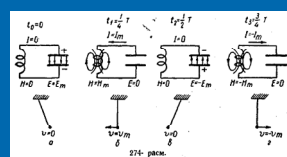
$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu} \quad (10)$$

Elektromagnit maydon maksimumlari bir-biri ketidan qaycha tez kelsa, ya'ni elektromagnit to'lqinining chastotasi qancha katta bo'lsa, bu to'lqin shuncha ko'p energiya olib utadi. Hisoblashlarning ko'rsatishicha, elektromagnit to'lqinining intensivligi yoki elektromagnit energiya oqimining zichligi to'lqin chastotasining kvadratiga proporsional. Elektr tebranishlarning generatori va yuksak chastotali elektromagnit to'lqinlar manbai sifatida tebranish konturidan foydalaniladi.

5. Berk tebranish konturi. Gerts vibratori

Tebranish konturi deganda L induktivlik g'altagi va C kondensatorning ulanishidan hosil bo'ladigan berk elektr zanjiri tushuniladi. Tebranish konturi tarkibida, albatta, aktiv R qarshilik ham qatnashadi. U tebranish konturini hosil qilgan simlardagi va kondensatorning dielektrigidagi energiya yutilishini ifodalaydi. Ulardan induktivlik g'altagining o'ramlaridagi energiya yo'qolishi katta ahamiyatga ega.

Tebranish konturlari *sodda* va *murakkab* bo'ladi. Sodda konturga misol qilib **yakka konturni** ko'rsatish mumkin. U yakka C sig'im va L induktivlik g'altagidan tashkil topadi.

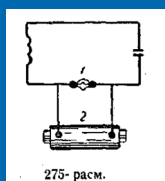


Tebranish konturining ishlash printsipini aniqlash uchun. Rasmda keltirilgan sxemani olaylik. Agar kondensator orqali tok o'tkazsak, kondensator biror U_m miqdorgacha zaryadlanadi va unda

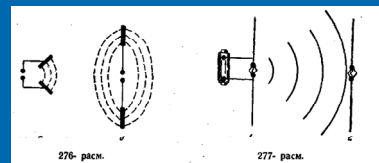
$$w_C = \frac{CU^2}{2}$$

elektr maydon energiyasi to'planadi. L induktivlik g'altagi orqali tok induktivlik g'altagi atrofida magnit maydonini hosil qiladi, ya'ni kondensatorda to'plangan elektr maydon energiyasi induktivlik g'altagining magnit maydon energiyasiga aylana boshlaydi:

$$w_L = \frac{LI_m^2}{2}$$



Gerts tebranish konturiga 2 induksiya g'altagining ikkilamchi chul'amidan o'zgaruvchan kuchlanish beriladigan 1 uchqun oraliq'ini kiritdi (275-rasm). Bu kuchlanish kontur kondensatorni zaryadlab turadi. Kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar ayirmasi ancha katta bo'lganida uchqun oraliq'ida uchqun hosil bo'ladi va konturni tutashtiradi va bu bilan induksiya g'altagini uzadi («qisqartiradi»). Bu vaktida konturda elektr tebranishlar seriyasi vujudga keladi. Uchqun yo'qolganida kontur uziladi va tebranishlar to'xtaydi. Biroq bunda induksiya g'altagi kondensatorni qayta zaryadlaydi; uchqun oraliq'ida yana uchqun chaqnaydi, konturda yana elektr tebranishlar seriyasining vujudga kelishi takrorlanadi.



Gerts vibratori o'zgaruvchan momentli elektr dipolidan iboratdir. 1 ochiq vibratorning elektromagnit tebranishlarini Gerts xususiy tebranishlari chastotasi xuddi tarqatuvchi vibrator tebranishlari chastotasidek bo'lgan, ya'ni tarqatgich bilan rezonans qilib sozlangan ikkinchi 2 vibrator yordamida qayd qildi (277- rasm). Bu ikkinchi vibrator **rezonator** deb ataladi. Elektromagnit to'lqinlar rezonatorga yetib kelganida unda elektr tebranishlar vujudga keladi va ayni shu vaqtda uchqun oralikda uchqun chaqnaydi.

GEOMETRIK OPTIKA ASOSLARI

1. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.
2. Markazlashgan optikaviy sistema.
3. Optikaviy sistemalarni qo'shish.
4. Yorug'likni sferik sirtida sinishi.

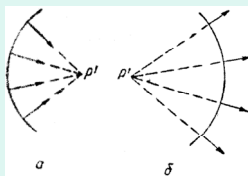
1. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.

Ko'pchilik optikaviy hodisalarni, jumladan optikaviy asboblarning ishlashini yorug'lik nurlari haqidagi tushuncha asosida ko'rib chiqish mumkin. Optikaning bu tushunchaga asoslangan bo'limi *geometrik optika* (yoki *nurlar optikasi*) deb ataladi.

Izotrop muhitda *nurlar* deb, to'liq sirtlariga normal chiziqlar tushuniladi. Yorug'lik energiyasi shu chiziqlar bo'yab tarqaladi. Nurlar o'zaro kesishganda bir-birida hech qanday g'alayon hosil qilmaydi. Bir jinsli muhitda ular to'g'ri chiziqlidir. Ikki muhitni ajratuvchi chegarada nurlar (1.1) va (1.2) qonunlar bo'yicha qaytadi va sinadi.

Nurlar to'plami *dasta* hosil qiladi. Agar nuqtalar davom ettirilganda bir nuqtada kesishsa, dasta *gomotsentrik* deb ataladi. Nurlarning gomotsentrik dastasiga sferik to'liq sirti mos keladi. 1.a-rasmida – yig'iluvchi, 1.b-rasmida – sochiluvchi nurlar dastasi tasvirlangan. Paralel nurlar dastasi gomotsentrik dastaning xususiy xolidir: unga yorug'likning yassi to'liq sirti mos keladi.

Agar sistema dastalarining gomotsentrikligini buzmasa, P nuqtadan chiqqan nurlar P' nuqtada kesishadi va bu nuqta P nuqtaning optikaviy tasviri bo'ladi. Agar buyumning istalgan nuqtasi nuqta ko'rinishida tasvirlansa, tasvir nuqtaviy yoki stigmatik deb ataladi. Agar yorug'lik nurlari P' nuqtada xaqiqatdan xam kesishsa, tasvir xaqiqiy deyiladi (1.a-rasm), agar P' nuqtada nurlarning yorug'lik tarqalayotgan tomonga qarama-qarshi yunalishdagi davomlari kesishsa, tasvir mavhum deyiladi (1.b-rasm).



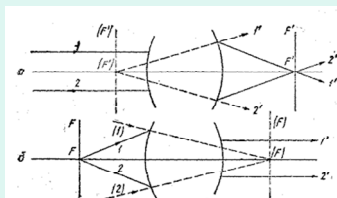
1-rasm.

2. Markazlashtirilgan optikaviy sistema.

Optikaviy bir jinsli muhitlarni bir-biridan ajratib turadigan qaytaruvchi va sindiruvchi sirtlar to'plami optikaviy sistemani tashkil qiladi.

Agar sferik (xususiy holda, tekis) sirtlardan tuzilgan optikaviy sistemadagi hamma sirtlarning markazlari bir to'g'ri chiziqda yotsa, bu sistema *markazlashtirilgan sistema* deb ataladi, bu to'g'ri chiziqli *sistemaning optikaviy o'qi* deb yuritiladi.

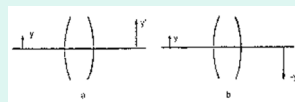
Sistemaga uning optikaviy o'qiga parallel nurlar dastasi tushayapti deb faraz qilaylik (2.a-rasm). Bu nurlarni sistemadan cheksiz uzoqlikda uning o'qida yotgan nuqtadan chiqaypti, deb qarash mumkin. Sistema ideal bo'lgani uchun nurlar dastasi undan chiqqanda ham gomotsentrikligicha qoladi. Sistemaning konkret tuzilishiga qarab, undan chiqqan dasta yo'yig'iluvchi (tutash nurlar), yo sochiluvchi (punktir nurlar), yoki parallel nurlar bo'ladi (1 va 1', shuningdek 2 va 2' raqamlar bilan qo'shma nurlar belgilangan). Sistemadan chiqqan nurlar kesishadigan F' nuqta sistemaning *orqa fokusi* deyiladi. Simmetriyaga oid mulohazalardan ravshaniki F' optikaviy o'qda yotadi. 2.a-rasmidan ko'rinadiki F' fokus sistemaning u tomonida ham, bu tomonida ham bo'lishi mumkin.



2-rasm.

Sistemaning orqa fokusi buyumlar fazosidagi cheksiz uzoqlashgan va sistemaning optikaviy o'qida yotuvchi nuqtaga qo'shma nuqta bo'ladi. Buyumlar fazosidagi cheksiz uzoqlashgan va optikaviy o'qqa perpendikular tekislikda tasvirlar fazosida, atidan F' fokusdan o'tuvchi va o'sha o'qqa perpendikular FF' tekislik *fokal tekislik* deyiladi.

Buyumlar fazosida optikaviy oqda yotuvchi F nuqta mavjudki, 2.b-rasm undan chiquvchi yoki unda yig'iluvchi nurlar sistema orqali o'tgandan so'ng optikaviy o'qqa parallel bo'lib qoladi. Bu nuqta sistemaning *oldingi fokusi* yoki *birinchi fokusi* deyiladi, undan o'tuvchi va optikaviy o'qqa perpendikular tekislik esa sistemaning *oldingi fokal tekisligi* deyiladi.



3-rasm.

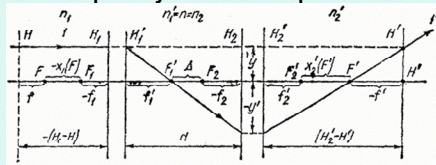
Sistemaning optikaviy o'qiga perpendikular ikkita o'zaro qo'shma tekisliklarni olib qaraylik. Bu tekisliklarning birida yotgan to'g'ri chiziqli kesma u ning tasvirini ikkinchi tekislikda yotgan to'g'ri chiziqli kesma u' bo'ladi. Tasvir buyum u bilan yo'nalish tomoniga qaragan, yo qarama-qarshi tomoniga qaragan bo'lishi mumkin. Birinchi holda *to'g'ri tasvir*, ikkinchi holda *teskari tasvir* deyiladi (3-rasm).

Tasvir va buyumning chiziqli o'lchovlari nisbati *chiziqli yoki ko'ndalang kattalashtirish* deb ataladi va uni β harfi bilan belgilab quyidagicha yozish mumkin:

$$\beta = \frac{y'}{y} \quad (3.1)$$

Chiziqli kattalashtirish – algebraik kattalikdir. Agar tasvir to'g'ri bo'lsa, β musbat bo'ladi, agar tasvir teskari bo'lsa manfiy bo'ladi.

3. Optikaviy sistemalarni qo'shish.



8-rasm.

8-rasmda qo'shiluvchi sistemalarning bosh tekisliklari va fokuslari ko'rsatilgan. Birinchi sistemaga tegishli belgilarga 1 indeks qo'yilgan, ikkinchi sistemaga tegishli belgilarga esa, 2 indeks qo'yilgan. Birinchi sistemaning orqa fokusi F_1' bilan ikkinchi sistemaning oldingi fokusi F_2 orasidagi masofani Δ simvoli bilan belgilaymiz. Agar F_2 fokus F_1' dan o'ng tomonda bo'lsa, Δ - musbat, aks holda Δ - manfiy bo'ladi. 8-rasmda tasvirlangan hol Δ musbat bo'lgan holga mos keladi. Birinchi sistemaning orqa bosh tekisligi H_1' bilan, ikkinchi sistemaning oldingi bosh tekisligi F_2 orasidagi masofani d bilan belgilaymiz. Agar H_2 tekislik H_1' tekislikdan chap tomonda bo'lib qolsa, d manfiy bo'ladi. Δ masofani o'rqali ifodalash mumkin:

$$\Delta = d - f_1' - (-f_2) = d - f_1' + f_2 \quad (3.13)$$

Optikaviy o'qqa parallel 1 nurni qaraylik. Birinchi sistemadan chiqib, u F_1' fokus orqali o'tadi va ikkinchi sistemaga tushadi. Agar F_1' va F_2 fokuslar ustma-ust tushmasa ($\Delta \neq 0$), nur ikkinchi sistemadan chiqqach, o'qni F' nuqtada kesib o'tadi. Tarifga ko'ra, bu nuqta yig'ma sistemaning orqa fokusi bo'ladi. 1 nurning faraziy davomi bilan 1' nurning kesishgan nuqtasi yig'ma sistemaning orqa bosh tekisligi H_1' da yotadi. Bu xulosa, 1' nurning H_1' tekislik bilan kesishish nuqtasi va 1 nurning H tekislik bilan kesishish nuqtasi o'qdan bir xil uzoklikda yotishi kerak, degan qoidadan kelib chikadi. $H_1'F'$ masofa yig'ma sistemaning orqa fokus masofasi f buladi. 8-rasmda tasvirlangan hol uchun f fokus masofasi manfiy, binobarin, H' va F' nuqtalar orasidagi haqiqiy masofa ($-f$) ga teng. F_1, F_1', F_2 va F_2' fokuslarining har birini koordinatalar sistemasining boshi deb hisoblaymiz. Bu sistemalardagi koordinatalarni, mos ravishda, x_1, x_1', x_2 va x_2' orqali belgilaymiz. Ma'lum bir koordinatagi qaysi nuqta uchun yozilayotgan bo'lsa, o'sha nuqtaning belgisini qavsliar ichida koordinata belgisidan keyin yozamiz.

F' fokusning F_2' nuqtadan boshlangan koordinatalar sistemasidagi koordinatasi $x_2'(F')$ bilan F_1' nuqtaning F_2 nuqtadan boshlangan koordinatalar sistemasidagi koordinatasi $x_2(F_1')$ orasida quyidagi formula bilan ifodalunuvchi bog'lanish bor (tekshirilayotgan hol uchun $x_2(F_1') = (\Delta)$):

$$x_2'(F') = -\frac{f_2 f_1'}{\Delta} \quad (3.14)$$

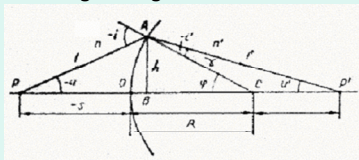
Umumiy markaz F_1' nuqtada bo'lgan to'g'ri burchakli uchburchaklar uchun quyidagi munosabatni yozish mumkin:

$$\frac{y}{-y'} = \frac{f_1'}{\Delta + (-f_2)} = \frac{f_1'}{\Delta - f_2} \quad (3.15)$$

Yig'ma sistemaning orqa fokus masofasi uchun quyidagi formulani yozish mumkin:

$$f = -\frac{f_1' f_2'}{\Delta} \quad (3.15)$$

4. Yorug'likning sferik sirtga sinishi.



9-rasm.

9-rasmda radiusi R va markazi C nuqtada bo'lgan sindiruvchi sirt tasvirlangan. Sirtning ikki tomonida joylashgan muhitlarning sindirish ko'rsatkichlari n va n' ga teng. Yorug'likning nuqtaviy manbai P va egnilik markazi C orqali o'tuvchi to'g'ri chiziqni *sistemaning o'qi* deb ataymiz. Sirtning o'q bilan kesishadigan O nuqtasi sindiruvchi sirtning uchi deb ataladi. O nuqtani koordinatalar boshi deb qabul qilamiz

P buyumning va P' tasvirlaning O nuqtadan hisoblangan koordinatalarini mos ravishda s va s' bilan belgilaymiz. Buyumlar fazasida o'q bilan u burchak hosil qiluvchi ixtiyoriy 1 nurni olamiz. U sindiruvchi sirtga A nuqtada burchak bilan tushadi (9-rasmda tasvirlangan 1 nur uchun va burchaklar manfiy). 1 nurga qo'shma bulgan 1' nur normal bilan i' burchak hosil qiladi va o'qni sirt uchidan s' masofaga uzqolashgan P' nuqtada kesib o'tadi. Agar s' masofa 1 nurning chiqish burchagi u ga bog'liq bo'lmasa, bundan, P nuqtadan chiquvchi nurlar dastasi sferik sirtga singach, gomotsentrik dastaligicha qoladi degan xulosa kelib chiqar edi. Tegishli hisoblashlar ko'rsatadiki, o'q bilan juda kichik burchaklar hosil qiluvchi nurlar uchungina shunday buladi. Bunday nurlar *paraksial* (o'qqa yondashgan) nurlar deb yuritiladi. 9-rasmda belgilangan hamma burchaklar paraksial nurlar uchun kichik bo'ladi. SHu sababli bu burchaklarning sinuslari va tangenslarini burchaklarning o'ziga teng deb hisoblash mumkin. Yorug'likning sinish qonuniga ko'ra $n \sin i = n' \sin i'$. Sinuslarni burchak bilan almashtirib quyidagilarni olamiz:

$$ni = n'i' \quad (3.21)$$

PAC va $P'AC$ uchburchaklardan:

$$\begin{aligned} (-i) &= (-u) + \varphi & \text{yoki} & i = u - \varphi, \\ (-i') &= \varphi - u' & \text{yoki} & i' = u' - \varphi \end{aligned}$$

larni olamiz. va ning bu qiymatlarini (3.21) ga qo'yib quyidagi munosabatga kelimiz

$$n(u - \varphi) = n'(u' - \varphi) \quad (3.22)$$

Paraksial nurlar uchun $(-s)$, s' va R larga nisbatan OB kesmaning uzunligini hisobga olmaslik va $PB = (-s)$, $BP' = s'$, $BC = R$ deb hisoblash mumkin bo'ladi. U holda burchaklarni ularning tangenslariga teng deb hisoblab, quyidagilarni yozish mumkin:

$$(-u) = \frac{h}{(-s)}, \quad \text{ya'ni } u = \frac{h}{s}; \quad u' = \frac{h}{s'}, \quad \varphi = \frac{h}{R}. \quad (3.23)$$

MAVZU: ISSIQLIK NURLANISHI.

1. Issiklik nurlanishi va Kirxgof qonuni.
2. Absolyut qora jismining nurlanish qonulari.
3. Klassik mexanikadagi ziddiyatlar. Plank formulasi.

1. Issiklik nurlanishi va Kirxgof qonuni.

Tabiatda elektromagnit nurlanishning eng keng tarqalgan turi issiqlik nurlanishi bo'lib, u moddaning atomlari va molekulalarining issiqlik harakati energiyasi hisobiga hosil bo'lib, ya'ni moddaning ichki energiyasi hisobiga hosil bo'lib, nurlanayotgan jismining sovishiga olib keladi.

Har qanday jism o'z nurlanishi bilan birga atrofidagi jismlar chiqarayotgan nur energiyasining bir qismini yutadi. Bu jarayon nur yutish deyiladi. Biron yuzga orqali o'tayotgan F oqim deb vaqt birligi ichida shu yuzadan o'tayotgan nurlanish energiyasi tushuniladi.

$$\Phi = \frac{dW}{dt} \quad (1)$$

Nurlanish oqimi Φ biror plastinkaga tushayotgan bo'lsin. Bu oqim qisman qaytadi (Φ_q), qisman jismda yutiladi (Φ_{yu}), qolgan jismdan o'tadi (Φ_o), ya'ni

$$\Phi = \Phi_q + \Phi_{yu} + \Phi_o = \Phi \quad (2)$$

$\Phi_q/F = \rho$ - jismining nur qaytarish qobiliyati;

$\Phi_{yu}/F = a$ - jismining nur yutish qobiliyati;

$\Phi_o/F = d$ - jismining nur o'tgazish qobiliyati;

Bu belgilardan foydalanib (2) ni quyidagicha yozamiz:

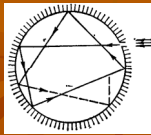
$$\rho + a + d = 1 \quad (3)$$

Nur yutish qobiliyati hamma to'lg'in uzunliklari uchun bir xil va birdan kichik bo'lgan jism kulrang jism deb ataladi.

$$a_{\lambda,T} = a_T = \text{const} < 1 \quad (6)$$

Odatda, o'zining xususiyatlari bilan absolyut qora jismdan kam farq qiladigan Mixelson taklif etgan modeldan foydalaniladi (1-rasm). Bunday model juda kichik teshigi bo'lgan berik kovak idishdan iborat. Ixtiyoriy to'lg'in uzunlikdagi nur teshik orqali kovakka kirib qolgach, uning ichki devoridan ko'p marta qaytib, nur energiyasining bir qismi yutiladi, natijada nur energiyasining juda kichik ulushigina kovakdan qaytib chiqishi mumkin. SHuning uchun bunday modelning nur yutish qobiliyati 1 ga juda yaqin bo'ladi.

Bu modelda nur qaytarish va nur yutish qobiliyatidan tashqari T temperaturadagi jismining birlik sirtidan birlik vaqtda nurlanayotgan elektromagnit to'lg'inlarning energiyasini ifodalaydigan kattalik – T temperaturadagi jismining **nur chiqarish qobiliyati yoki energetik yolg'inligi** (et orqali belgilanadi va V/m^2 , (J/m^2s) bilan o'lchanadi) degan tushuncha kiritiladi. Bundan tashqari, λ to'lg'in uzunligi, T – temperaturadagi jism nur chiqarish qobiliyati $\epsilon_{\lambda,T}$ dan foydalaniladi. Absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati $E_{\lambda,T}$ bilan belgilanadi.



1-rasm

2. Absolyut qora jismining nurlanish qonuni.

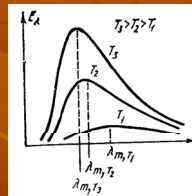
Absolyut qora jismining to'la nur chiqarish qobiliyati temperaturaning to'rtinchi darajasiga proporsionaldir

$$E_T = \sigma T^4 \quad (17.9)$$

bunda σ - Stefan - Boltzman doimiysi ($\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$) (17.9) ifoda **Stefan - Boltzman qonuni** deb ataladi.

3-rasmda absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining to'lg'in uzunligiga bog'liqligi (spektral taqsimoti) turli T lar uchun keltirilgan.

1. Unda absolyut qora jism nurlanish spektri uzluksizligi,
2. Xar bir temperaturaga oid bo'lgan nurlanishning energetika taqsimotini ifodalovchi egri chiziqda aniq maksimum bo'lib, u temperatura oshgan sari qisqa to'lg'in sohasiga siljishi ko'rinib turibdi.



3-rasm.

Vinning siljish qonuni deb ataladigan qonun anashu maksimumlar asosida taoriflanadi: **absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining maksimumga mos keluvchi λ_m to'lg'in uzunligining temperaturaga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir:**

$$\lambda_m T = b \quad (10)$$

bunda ν – Vin doimiysi, $\nu = 2.898 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{K}$ (17.10) dan ko'rinadiki, T qancha yuqori bo'lsa, λ_m shuncha kichikroq qiymatga ega bo'ladi, ya'ni temperatura oshgan sari absolyut qora jism nur chiqarish, qobiliyatining maksimumi qisqa to'lg'in uzunliklar sohasiga siljiydi.

3-rasmga grafikni tushuntirish uchun ko'p urinishlar bo'lgan. Bulardan Vin termodinamik mulohazalar asosida

$$E_{\lambda,T} = \frac{\alpha}{\lambda^5} e^{-\frac{\beta}{\lambda T}} \quad (11)$$

ifodani hosil qiladi. Bunda α va β - tajribalardan foydalanib tanlanadigan doimiylardir. Vin taklif etgan (17.4) ifoda qisqa to'lg'in uzunliklar sohasida yaxshi mos keladi. Lekin katta to'lg'in uzunliklar sohasida Vin formulasi $E_{\lambda,T}$ uchun tajribadagidan kichikroq qiymatlarni beradi.

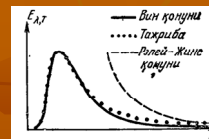
Reley va Jins issiqlik nurlanishiga statistik fizika uslublaridan foydalanib absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati uchun

$$E_{\lambda,T} = \frac{2\pi c^2 kT}{\lambda^5} \quad (12)$$

ifodani topdi. Bu ifoda katta to'lg'in uzunliklar sohasida tajriba bilan mos keladi. Qisqa to'lg'in sohasida $E_{\lambda,T}$ cheksiz katta («ultrabinafshaviy halokat», P. Erenfest) qiymatlarga ega bo'ladi. Reley-Jins formulasidan. **Stefen-Boltzman qonunini keltirib chiqarishga urinishlar ham natija bermadi.**

$$E_T = \int_0^\infty E_{\lambda,T} d\lambda = 2\pi c^2 kT \int_0^\infty \frac{d\lambda}{\lambda^4} = \infty \quad (13)$$

Reley-Jins ifodasi klassik fizika qonunlariga qat'iy amal qilgan holda chiqarilgan bo'lib, u muhim tajribalar natijalarini tushuntirishga qodir emasligini ko'rsatadi.



4 – rasm.

3. Plank gipotezasi. Klassik mexanikadagi ziddiyatlar. Plank formulasi

Klassik fizika qonuniga asosan, jism harorati baland bo'lsa (ya'ni katta chastotali nurlanishda) jismining nur chiqarish qobiliyati qiymati cheksizlikka intiladi. Bu effektini fizikada «**ultrabinafsha xalokati**» effekti deyiladi. Lekin jismining nur chiqarish qobiliyati cheksizlikka intilishi noto'g'ri tushunchadir, bu klassik fizika, ya'ni makrojism fizikasi asosida kelib chikkan tushunchadir.

Shunda Maks Plank (1900)- bu erda klassik fizika asosida kamchiliklar bor degan xulosaga keladi va o'z gipotezasini ilgari surdi: ya'ni jismlarning nurlanishi uzluksiz emas, balki alohida kvantlar sifatida chiqariladi. har bir nurlanish kvantining egnergiyasi:

$$\epsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \quad (14)$$

ga teng. Bunda – nurlanishning chastotasi h – Plank doimiysi ($h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$). (14) ga asosan $\lambda \rightarrow 0$ da kvant energiyasi shu darajada ortib ketadiki, natijada jism issiqlik harakatining energiyasi, hatto, bittagina kvant chiqarishga ham etmaydi va $E_{\lambda,T}$ ning qiymati keskin kamayib ketadi.

Issiqlik nurlanishi uchun Plank:

$$E_{\lambda,T} = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (15)$$

formulani chiqardi. **Bu formula Plank formulasi deb** ataladi. Bu formula tajribada olingan natijalarni to'la tushuntiradi va undan absolyut qora jism nurlanishi uchun olingan hamma qonunlar kelib chiqadi. Bundan 1. Stefan-Boltzman qonunini olish uchun (15) ni to'lg'in uzunlikning 0 dan ∞ gacha intervalida integrallaymiz:

$$E_T = \int_0^\infty E_{\lambda,T} d\lambda = 2\pi h c^2 \int_0^\infty \frac{d\lambda}{\lambda^5 (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)} \quad (16)$$

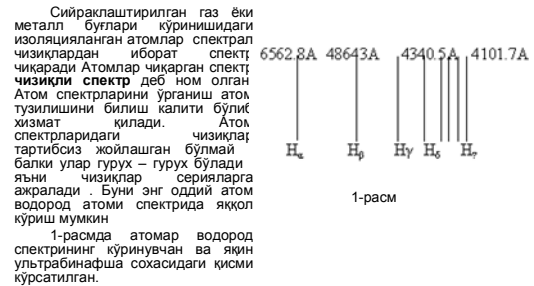
Hisoblashlarni bajarish uchun yangi o'zgartiruvchilarni kiritaylik:

$$X = \frac{hc}{\lambda kT}; \quad \lambda = \frac{hc}{kT X}; \quad d\lambda = -\frac{hc}{kT} dX;$$

Атом тузилиши ва Бор назарияси

1. Атомнинг чизикли спектридаги қонуниятлар.
2. Водород спектридаги нурланиши сериялари.
3. Бор постулатлари.
4. Атомнинг энергетик сатхларини урганиш.
Водород атомининг элементар Бор назарияси.

1. Атомнинг чизикли спектридаги қонуниятлар.



$H_{\alpha}, H_{\beta}, H_{\gamma}$ ва H_{δ} символлар билан кўринувчан чизиклар белгиланган. H_{α} серия чегарасини кўрсатади. Чизиклар орасидаги оралиқ узунроқ тўлқиндан қисқарок тўлқинга ўтган сари маълум қонуният билан камай боради.

Швейцария физиги Бальмер (1885) бу сериядаги водород чизикларининг тулқин узунликлари

$$\lambda = \lambda_0 \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad (1)$$

формула билан тасвирланиши мумкинлигини аниқлади. Бу ерда λ_0 - доимий, n-бўтун сон, 3,4,5,... қийматлар қабул қилади. Спектроскопияда спектрал чизикларни частота билан эмас, балки **тўлқин сони** ($K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{c}$) тўлқин сони

билан алмаштириш ярамайди) деб аталувчи тўлқин узунлигининг тескари қиймати:

$$\nu' = \frac{1}{\lambda} = \frac{\omega}{2\pi c} \quad (2)$$

билан характерлаш қабул қилинган. Бунинг сабаби шундаки, тулқин узунлиги ҳозирги вақтда ёруғлик тезлиги с ни аниқлашга нисбатан анча катта аниқлик билан ўлчанади. Шунинг учун частотанинг қиймати тулқин сонининг қийматичалик аниқликка эга эмас.

- (1) ни тулқин сонига нисбатан ўзгартириб ёзсак:

$$\nu' = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n=3,4,5, \dots \quad (3)$$

формула ҳосил бўлади. Бу ерда R константа Швед спектроскопияси шарафига **Ридберг доимийси** деб аталган $R=109737,3090,012 \text{ мм}^{-1}$ (4) Биз спектрал чизикларни характерлаш учун доиравий частотадан фойдаланамиз. Мос равишда Ридберг доимийси деб (4) формуладаги R дан 2πсмарта катта бўлган катталикини тушунамиз. Демак Ридберг доимийси деб аталувчи катталик:

$$R=2,07,1016 \text{ с}^{-1} \quad (5)$$

қийматга эгадир. Шундай қилиб (3) чи формулани

$$\omega = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (n=3,4,5, \dots) \quad (6)$$

кўринишда ёзиш мумкин.

(6) формула **Бальмер формуласи** деб аталади. Бу формуладан аниқланадиган спектрал чизикларга **Бальмер серияси** деб аталади.

2. Водород спектридаги нурланиши сериялари.

Водород атомининг спектрида Бальмер серияси билан бир қаторда бошқа сериялар ҳам борлиги топилди. Спектрнинг ультрабинафша қисмида Лайман серияси мавжуд. Қолган сериялар эса инфрақизил соҳада ётади. Бу сериялар формулалари қуйидагича:

$$\omega = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{Лайман серияси} \quad , n=2,3,4, \quad (7)$$

$$\omega = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{Пашен серияси} \quad , n=4,5,6, \dots \quad (8)$$

$$\omega = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{Бреккет серияси} \quad , n=5,6,7, \dots \quad (9)$$

$$\omega = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{Пфунд серияси} \quad , n=6,7,8, \dots \quad (10)$$

Водород атоми спектридаги ҳамма чизикларга мос частоталарни

$$\omega = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (11)$$

формула ёрдамида ифодалаш мумкин. Бунда m Лайман серияси учун 1, Бальмер серияси учун 2, ... қийматлар қабул қилади.

(11) формула **Бальмернинг умумлашган формуласи** дейилади.

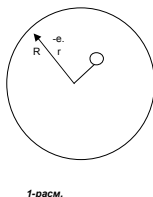
Бальмернинг умумлашган формуласи водород спектрининг исталган спектрал чизиги тўлқин сони m нинг қандайдир $\frac{R}{m^2}$ иккита бутун қийматида хилдаги иккита хаднинг айирмаси сифатида келтириш мумкинлигини кўрсатади.

$$T(m) = \frac{R}{m^2}, \quad T(n) = \frac{R}{n^2} \quad (12)$$

белгилашлар киритсак, бу ифодаларга **спектрал термлар** ёки содда қилиб термлар дейилади.

3. Атом тузилишининг Резерфорд модели.

Изоляцияланган атом чиқарётган спектр характери­ни тушунтириш учун нурланаётган атомдаги электрон гармоник тебранма харакат қилади ва демак, мувозанат ҳолати атрофида $f = k/r$ кўринишидаги квазиэластик куч билан тутиб турилади деб фараз қилиш лозим эди, бунда r -электроннинг мувозанат ҳолатидан четланиши. 1903 йилда Томсон атомнинг дастлабки моделларидан бирини яратди. **Атомнинг Томсон модели**га кура, атом мусбат электр билан бир текис тўддирилган бўлиб, унинг ичида электронлар жойлашган бўлади (1- расм).



1-расм.

Сферанинг йигинди мусбат заряди электронлар зарядига тенг бўлиб, атом бир бутун ҳолатда нейтралдир.

Бир текис зарядланган сфера ичидаги майдон қучланганлиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$E(r) = \frac{e}{R^3} r \quad (0 \leq r \leq R)$$

бунда e - сфера заряди, R – унинг радиуси. Демак, мувозанат ҳолатдан (сфера марказидан) r оралиқда турган электронга

$$f = (-e)E = -\frac{e^2}{R^3} r = -kr \quad \text{куч таъсир қилади.}$$

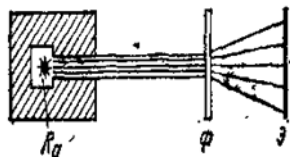
Бундай шароитда бирор йўл билан мувозанат ҳолатдан чиқарилган электрон,

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{e^2}{mR^3}} \quad (1)$$

частота билан тебранади (e – электрон заряди, m – электрон массаси, R – атом радиуси).

муносабатдан

$$R = \left(\frac{e^2}{m \omega^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{ифодани топамиз.}$$



Атомдаги мусбат ва манфий зарядларнинг тақсимланиш характери­ни аниқлаш учун атомнинг ички соҳасини бевосита тажрибада «зондлаш» зарур эди.

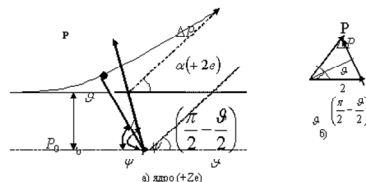
Бундай зондлашни Резерфорд α - зарралар ёрдами билан, бу зарралар юлқа модда қатламидан ўтаётганларида учиш йўналишларини ўзгаришини кузатиб, амалга оширди.

α зарралар-гелий атоми ядролари бўлиб, улар моддаларнинг радиоактив емирилиши пайтида жуда катта тезлик билан ажралиб чиқадиган ва иккиланган мусбат зарядга эга булган зарралардир.

Радиоактив моддадан

α - зарраларнинг учиб чиқиш тезлиги 109 м/с тартибда бўлади.

Тажриба қуйидагича амалга оширилди (2-расм).



Қўргошин парчасидаги ковак ичига Р радиоактив модда киритилган бўлиб, у α - зарралар манбаи бўлиб хизмат қилади. α - зарралар қўргошинда кучли тормозланиши сабабли, улар ташқарига фақат ингичка тешик орқали чиқа олади. Шу усул билан ҳосил қилинган α - зарраларнинг ингичка дастаси йўлига юлқа Ф металл зар қўйилган. α - зарралар зардан ўтганларида бошланғич харакат йўналишидан бурчакка оққан. Сочилган α - зарралар рух сульфид суртилган Е экранга бориб урилиб, ҳосил булган синтилляцияларни М микроскоп орқали кузатилади.