

M. Usmanov, X.Zikrillaev

FIZIKA

Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun

MA'LUMOTNOMA

2-nashri

Toshkent 2013



22.3 - Fizika

UDK:53(072)

BBK: 22.3

U-88

Usmanov M.

Fizika: oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun ma'lumotnoma / M.Usmanov, X.Zikrilloev -
2-nashr. - Toshkent: MERIYUS, 2013. - 256 b.

Toshkent Davlat Texnika universiteti qoshidagi "Kompyuter texnologiyalari" akademik litseyi pedagogik kengashining 2013 yil 6 fevralda bo'lib o'tgan 4-sonli va Toshkent Axborot Texnologiyalari universiteti qoshidagi 2-sonli akademik litseyi pedagogik kengashining 2013 yil 30 yanvarda bo'lib o'tgan 6-sonli majlis bayonnomalariga asosan oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun tavsiya etilgan

Taqrizchilar:

TATU qoshidagi 2-sonli akademik litseyning
bosh o'qituvchisi **f.-m.f.n M. N. Mirahmedov.**

TAYI, fizika kafedrasi o'qituvchisi **t.f.n K. Zokirov**

TAYI, fizika kafedrasi mudiri **t.f.n R. Mirsoatov**

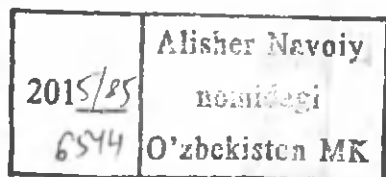
TDU qoshidagi "Kompyuter texnologiyalari" akademik litseyi
fizika kafedrasi mudiri **t.f.n. SH. B. Ahmedov**

TDU qoshidagi "Kompyuter texnologiyalari" akademik litseyi
Fizika kafedra bosh o'qituvchisi **S. G. Tadj-Algaeva**

HO 41350
2 q
61

ISBN 978-9943-395-77-0

© Mansurjon Usmanov



MUNDARIJA

Kirish.....	8
MEXANIKA	
1-§. Moddiy nuqtaning harakati.....	9
2-§. To'g'ri chiziqli tekis harakat.....	10
3-§. Harakatni grafik usulda tasvirlash.....	11
4-§. Harakat nisbiyligi va tezliklarni qo'shish.....	12
5-§. Notekis harakat. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat.....	14
6-§. Jismlarning erkin tushishi.....	17
7-§. Gorizontil otilgan jism harakati.....	19
8-§. Gorizontga burchak ostida otilgan jism harakati.....	20
9-§. Jismning aylana bo'ylab tekis harakati.....	22
10-§. Nyutonning birinchi qonuni. Inersial sanoq sistemalar. Galileyning nisbiylik prinsipi.....	24
11-§. Nyutonning ikkinchi va uchinchi qonuni.....	25
12-§. Butun olam tortishish qonuni.....	26
13-§. Elastiklik kuchi. Guk qonuni.....	30
14-§. Ishqalanish kuchlari.....	33
15-§. Impuls va uning saqlanish qonuni.....	37
16-§. Mexanik ish va quvvat.....	39
17-§. Energiya va uning saqlanish qonuni.....	41
18-§. Kuchlarni qo'shish. Kuch momenti.....	43
SUYUQLIK VA GAZLAR MEXANIKASI	
19-§. Bosim va uning o'lchov birligi.....	47
20-§. Suyuqlik va gazlar uchun paskal qonuni.....	47
21-§. Suyuqlikning og'irlik kuchi ta'sirida idish tubi va devorlariga bosimi.....	48
22-§. Atmosfera bosimi.....	49
23-§. Arximed kuchi.....	50
24-§. Suyuqliklarning trubalardagi harakati.....	53
MEXANIK TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR	
25-§. Tebranma harakat. Garmonik tebranishlar.....	54
26-§. Matematik mayatnik.....	56
27-§. Prujinali mayatnik.....	58
28-§. Garmonik tebranishlarda energiyaning saqlanish qonuni.....	60
29-§. Majburiy tebranishlar. Rezonans.....	60
30-§. To'lqinlar. Bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar.....	61
31-§. Tovush to'lqinlari.....	62

MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

32-§ Molekulyar-kinetik nazariyaning asosilari. Broun harakati.....	64
33-§. Diffuziya. Gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlar molekulalarining harakati.....	65
34-§. Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyaning tenglamasi.....	66
35-§. Temperatura. Temperaturaning absolyut shkalasi.....	67
36-§. Molekulalarning o'zaro ta'siri.....	68
37-§. Boyl — Mariott, Gey-Lyussak va Sharl qonunlari.....	68
38-§. Ideal gaz holat tenglamasi.....	72
39-§ Issiqlik miqdori. Jismning ichki energiyasi.....	73
40-§. Termodinamikaning birinchi qonuni.....	75
41-§. Termodinamikaning birinchi qonunini izoprotsess (izojarayon) larga tadbiqu.....	75
42-§. Issiqlik jarayonlarining qaytmaslik xususiyati.....	76
43-§. Issiqlik dvigatellari. Issiqlik mashinaning foydali ish koeffitsienti va uning maksimal qiymati.....	77
44-§. Erish.....	77
45-§. Bug' hosil bo'lishi va kondensatsiya. Bug' hosil bo'lishning solishtirma issiqligi.....	78
46-§. Qaynash. Qaynash temperaturasining bosimga bog'liqligi.....	79
47-§. Absolyut va nisbiy namlik.....	79
48-§. Suyuqliklarda sirt taranglik.....	80
49-§. Xo'llash.....	81
50-§. Kapillyar hodisalar.....	81
51-§. Kristall va amorf jismlar.....	82

ELEKTROSTATIKA

52-§. Elektr zaryadi va uning ikki turi. Elementar zaryad. Kulon qonuni.....	83
53-§. Elektr maydon va uning kuchlanganligi.....	84
54-§. Bir jinsli zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydoni.....	87
55-§. Bir jinsli zaryadlangan shar va sferaning elektr maydoni.....	88
56-§. Elektr maydonida zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish. Potensial energiya. Potensial. Potentsiallar ayirmasi.....	88
57-§. Zaryadlangan shar (sfera)ning hosil qilgan potentsiali.....	91
58-§. Elektr maydonda o'tkazgichlar. O'tkazgich ichidagi elektr maydoni.....	93
59-§. Elektr maydonidagi dielektriklar. Dielektriklarning qutblanishi.....	93
60-§. O'tkazgichning elektr sig'imi.....	94
61-§. Kondensator. Kondensatorning elektr sig'imi.....	95
62-§. Kondensatorlarni parallel va ketma-ket ulash.....	97
63-§. Elektr maydon energiyasi.....	98

O'ZGARMAS TOK

64-§. Elektr toki. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari. Tok kuchi va tok zichligi.....	99
65-§. O'tkazgichning elektr qarshiligi. Solishtirma qarshilik. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni.....	100
66-§. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.....	102
67-§. Ampermetr va voltmetrga qo'shimcha qarshilik (shunt) ulash.....	103
68-§. Elektr yurituvchi kuch. Berk zanjir uchun Om qonuni. Krixgof qoidalari.....	105
69-§. Elektr tokining ishi va quvvati. Joul-Lens qonuni.....	107

TURLI MUHITLARDA ELEKTR TOKI

70-§. Metallarning elektronli o'tkazuvchanligi.....	111
71-§. Elektrolitlarda elektr toki.....	111
72-§. Gazlarda elektr toki.....	114
73-§. Mustaqil razryadning turlari.....	114
74-§. Termoelektron emissiya hodisasi. Vakuumda elektr toki. Diod va triod	116
75-§. Aralashmali yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi.....	117

MAGNETIZM

76-§. Magnit maydon. Toklarning magnit maydoni va ularning o'zaro ta'sirlashuvi.....	120
77-§. Magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch. Chap qo'l qoidasi.....	123
78-§. Bio-Savar-Laplas qonuni. Turli shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydon induktsiyasi.....	123
79-§. Magnit maydonida zaryadli zarrachaning harakati. Lorens kuchi.....	125
80-§. Elektromagnit induktsiya qonuni. Induksion EYUK.....	126
81-§. Induktivlik.....	128
82-§. Magnit maydon energiyasi va energiya zichligi.....	129
83-§. Muhitning magnit singdiruvchanligi. Dia-, para- va ferromagnitlar.....	129
84-§. Elektromagnit tebranishlar.....	131
85-§. O'zgaruvchan elektr toki.....	132
86-§. Transformator.....	137
87-§. Elektromagnit to'lqin.....	139

O P T I K A

88-§. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi. Yorug'lik tezligi.....	142
89-§. Yorug'likning qaytish qonuni.....	144
90-§. Yorug'likning sinish qonuni.....	144
91-§. Yorug'likning to'la ichki qaytishi.....	146
92-§. Nurlarning uchburchakli prizmadagi yo'li.....	147

93-§. Linzalar.....	148
94-§. Linzaning optik kuchi.....	149
95-§. Linzalarda tasvir yasash.....	149
96-§. Linza formulasi.....	150
97-§. Optik asboblar.....	151
98-§. Yorug'lik dispersiyasi.....	154
99-§. Infracizil va ultrabinafsha nurlar.....	157
100-§. Nurlanish va yutilish spektrlari. Spektral analiz.....	157
101-§. Rentgen nurlari.....	159
102-§. Yorug'lik interferentsiyasi.....	160
103-§. Yorug'lik difraksiyasi.....	162
104-§. Yorug'likning qutblanishi.....	164
105-§. Yorug'likning kimyoviy ta'siri.....	167
106-§. Nisbiylik nazariyasi elementlari.....	167
107-§. Yorug'lik kvantlari.....	170

ATOM FIZIKASI

108-§. Rezerford tajribasi. Atomning planetar modeli.....	173
109-§. Boring kvant postulatlar. Atomlarning energiya chiqarishi va energiya yutishi.....	174
110-§. Zaryadlangan zarralarni tajribada qayd qilish va kuzatish usullari.....	176
111-§. Radioaktivlik.....	177
112-§. Atom yadrosining tarkibi.....	181
113-§. Atom yadrolarining bog'lanish energiyasi.....	183
114-§. Yadroviy va termoyadroviy reaksiyalar.....	184
115-§. Radioaktiv nurlanishning biologik ta'siri.....	186

ILOVALAR

1. Grek alfaviti.....	188
2. Miqdor ulushlari va karrali kattaliklar.....	188
3. Doimiy fizik kattaliklar.....	189
4. Xalqaro birliklar sistemasi (SI)dagi asosiy birliklar.....	191
5. Qo'shimcha birliklar (SI).....	191
6. Hosilaviy birliklar (SI).....	192
7. Qattiq moddalarning zichligi.....	195
8. Suyuqliklarning zichligi.....	196
9. Gazlarning zichliklari.....	196
10. Yoqilg'ining yonish issiqligi.....	197
11. Qattiq va suyuq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imlari.....	197
12. Gazlarning solishtirma issiqlik sig'imi.....	197
13. Moddalarning erish va qotish temperaturasi.....	198
14. Moddalarning solishtirma erish issiqligi.....	198

15. Moddalarning qaynash temperaturasi.....	198
16. Qaynash temperaturasining bosimga bog'liq bo'lishi.....	199
17. Solishtirma bug'lanish issiqligi.....	199
18. Solishtirma qarshilik	199
19. Mustahkamlik chegarasi σ_* va Yung (elastiklik) moduli E	199
20. Suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyenti.....	200
21. To'yingan bug' bosimi r va zichligi ρ ning temperatura t ga bog'liqligi	200
22. Psixometrik jadval.....	201
23. Moddalarning dielektrik sindiruvchanligi.....	201
24. Metallar va qotishmalarning solishtirma qarshiligi (20°C da) va qarshiliklarning temperatura koeffitsiyenti.....	202
25. Elektrokimyoviy ekvivalentlar.....	202
26. Elektronlarning chiqish ishi.....	202
27. Sindirish ko'rsatkichi.....	203
28. Elementar zarralar jadvali.....	203
29. Quyosh, Yer va Oy to'g'risidagi ma'lumotlar.....	204
30. $0-90^\circ$ burchaklar uchun sinuslar, kosinuslar, tangens va kotangenslar qiymatlari jadvali.....	205
31. D. I. Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy sistemasi	208

SAVOLLAR

1. Kinematikaga oid savollar.....	210
2. Dinamikaga oid savollar.....	213
3. Statikaga oid savollar.....	217
4. Suyuqlik va gazlar mexanikasiga oid savollar.....	218
5. Mexanik tebranish va to'lqinlarga oid savollar.....	220
6. Molekulyar fizika va termodinamikaga oid savollar.....	222
7. Elektrostatikaga oid savollar.....	225
8. O'zgarmas tokga oid savollar.....	227
9. Turli muhitlarda elektr tokiga oid savollar.....	229
10. Magnetizm, elektromagnit tebranish va to'lqinlarga oid savollar.....	231
11. Optikaga oid savollar.....	235
12. Nisbiylik nazariyasi va yorug'lik kvantiga oid savollar.....	241
13. Atom fizikasiga oid savollar.....	242

ALFAVIT KATALOGI.....245

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	252
M. Usmanovning qo'llanmalari	253

Kirish

Ushbu ma'lumotnoma o'rta maxsus kasb hunar ta'limida fizikadan o'tiladigan harcha mavzularni o'z ichiga qamrab olgan bo'lib, unda oliy o'quv yurtlariga kirishdagi test sinovlarida uchraydigan savol va masalalarni yechishga mo'ljallangan asosiy qonunlar, ta'riflar va formulalar keltirilgan. Ma'lumotnoma fizikadan ma'lum bilim va ko'nikmalarga ega bo'lgan o'quvchilar uchun mo'ljallangan.

Ma'lumotnoma o'rta maktab, akademik litsey va kasb hunar kollejlari o'qituvchilarini dars o'tish jarayonida berilgan mavzuni o'quvchilarga to'la yetkazib berishida katta yordam beradi.

Oliy o'quv yurtlari imtilonlariga tayyorlanayotgan abituriyent yuqori natijalarga erishishi uchun ma'lumotnomada keltirilgan 300 dan ko'p asosiy formulalarni yoddan bilishi, 2500 dan ko'p keltirilgan formulalarni ularga doir masalalar yechish davomida keltirib chiqarishi va ma'lumotnomada keltirilgan 1300 dan ko'p nazariy savollarga javob bera olishi kerak.

Ma'lumotnomadagi ilovalar alohida ahamiyatga ega bo'lib, unda o'quvchi uchun kerakli bo'lgan asosiy fizik doimiylar, kattaliklar birliklari, masalalarni yechishda ko'p uchraydigan moddalarning fizik xossalari jadval ko'rinishida keltirilgan, o'quvchilarga test sinovlarida keltirilgan masala va savollarni yechishda katta yordam beradi.

Ma'lumotnoma oxiridagi alfavit katalogi (mavzu nomeri bo'yicha) fizik kattaliklar, hodisalar, jarayonlar va boshqa fizik terminlar haqidagi ma'lumotlarni uni qaysi mavzusida joylashganligi to'g'risida ma'lumot berish orqali abituriyentga test savollariga javob berish va masalalarni yechishda yordam beradi va abituriyentning vaqtini tejaydi.

Afavit katalogidan foydalanish qoidasi:

Masalan sizga "Balmer seriyasi" haqidagi ma'lumot kerak. Alfavit katalogidan qidirsak "Balmer seriyasi 109" topiladi, bundan Balmer seriyasi 109-mavzudaligi haqidagi ma'lumot kelib chiqadi. Demak 109 mavzuni o'qisak Balmer seriyasi haqida ham ma'lumot olamiz.

Masalan: "Qaynash nuqtasi nima?" Savoliga javob qidiraylik. Alfavit katalogidan "qaynash nuqtasi" iborasini topsak (qaynash nuqtasi 46) 46-mavzuda joylashgan. 46-mavzuni o'qib bu savolga javob topamiz.

Masalan: Agar erkin siljiy oladigan porshenli tik turgan silindrik idishdagi bir atomli gazga 750 J issiqlik miqdori uzatilsa, gazning ichki energiyasi qancha ortadi (I)? Bu masalaga doir quyidagi terminlar: erkin siljiy oladigan porshen, issiqlik miqdori va ichki energiyani alfavit katalogidan qidirsak: erkin sil. por (ter) 41, issiqlik miqdori 39, issiqlik miq. (ter1) 41 larni topamiz 39 va 41 mavzulani qidirsak, yuqoridagi masalani yechish uchun $\Delta U = \frac{3}{5}Q$ formulani topib masalani yechamiz: $\Delta U = \frac{3}{5}Q = \frac{3}{5} \cdot 750 J = 450 J$.

Ma'lumotnoma yuzasidan taklif va mulohazalaringiz bo'lsa, quyidagi manzilga murojaat qilishingiz mumkin:

Tel: (+99893) 378-33-63, (+99898) 366-38-05, (+99890) 808-03-27

Elektron manzil: usmanovmansur@mail.ru

Internetdagi saytimiz: www.usmanovmansur.ucoz.ru

Usmanov Mansurion Mamurjonovich abituriyentlar tayyorlash bilan shug'ullanuvchi matematika va fizika o'qituvchilari bilan tajriba almashish va hamkortlik qilishni taklif etadi.

MEXANIKA

- Fizika so'zi grekcha «fyuzis» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, u *tabiat* degan ma'noni anglatadi. Bu so'zni fanga birinchi marta qadimgi Yunon mutafakkiri Aristotel kiritgan.
- Fizika qonunlari u yoki bu hodisalarning miqdoriy xarakteristikalari orasidagi munosabatlar tarzida ifodalanadi. Bu miqdoriy xarakteristikalar *fizik kattaliklar* deb ataladi

Mexanika fizika fanining bir bo'limi bo'lib, u materiya harakatining eng oddiy ko'rinishlari-jismlar (yoki biror jism ayrim qismlari)ning bir-biriga nisbatan ko'chishlarini o'rganadi.

Mexanika uch qismdan iborat.

1. Jism harakatini mazkur harakatga ta'sir ko'rsatuvchi sabablar bilan bog'lamagan holda o'rganuvchi qismi *kinematika* deb ataladi.
2. Jism harakati va unga ta'sir etuvchi kuchlar orasidagi munosabatlarni *dinamika* o'rganadi.
3. Kuchlar ta'siridagi jismlar muvozanatini *statika* o'rganadi.

Umuman, mexanika qonunlari jismning ixtiyoriy paytdagi vaziyatini aniqlash imkonini beradi.

1-§. Moddiy nuqtaning harakati

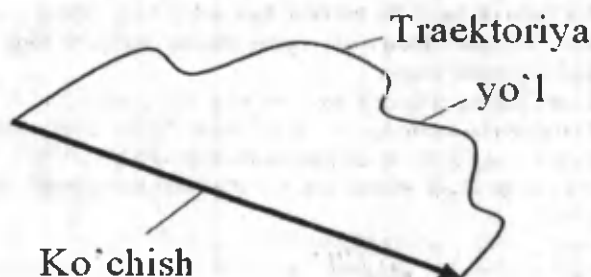
- Vaqt o'tishi bilan jismning boshqa jismlarga nisbatan vaziyatining o'zgartirishiga *mexanik harakat* deyiladi .
- Jismning ixtiyoriy ikki nuqtasini birlashtiruvchi to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallelligicha qoladigan harakat, *ilgarilanma harakat* deyiladi.



Rasm 1. Ilgarilanma harakat

- Muayyan sharoitda o'lchamlarini e'tiborga olmasa ham bo'ladigan jism *moddiy nuqta* deyiladi.
- Bir jismga nisbatan ikkinchi jismning harakati o'rganilayotgan bo'lsa, birinchi jism *sanoq jismi*, ikkinchi jism *o'rganilayotgan jism* deyiladi.
- Sanoq jismi, unga bog'langan koordinatalar sistemasi va vaqtni o'lchaydigan asbob birgalikda *sanoq sistemasi* deyiladi.
- Faqat son qiymatiga ega bo'lgan kattaliklar *skalyar kattaliklar* deyiladi

- Son qiymatidan tashqari yo'nalishga ham ega bo'lgan kattaliklar *vektor kattaliklar* deyiladi.
- Moddiy nuqta (jism)ning o'z harakati davomida uzluksiz chizgan chizig'iga yoki qoldirgan iziga *traektoriya* deyiladi.
- Moddiy nuqta (jism)ning o'z harakati davomida uzluksiz chizgan chizig'i yoki qoldirgan izining uzunligiga *yo'l* (yoki *bosib o'tilgan yo'l*) deyiladi.
- Traektoriya uzunligi *yo'l* deyiladi.



Rasm 2. Traektoriya, yo'l va ko'chish

- Moddiy nuqta (jism)ning boshlang'ich vaziyati bilan oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi yo'nalishli kesma *ko'chish* deyiladi. Ko'chish vektor kattalik.

2-§. To'g'ri chiziqli tekis harakat

- To'g'ri chiziqli traektoriya bo'ylab ilgarilanma harakat qilayotgan moddiy nuqta ixtiyoriy, lekin teng vaqt oraliqlarida bir xil masofaga ko'chsa, *to'g'ri chiziqli tekis harakat* sodir bo'ladi.
- Vaqt birligi yoki bir sekundda bosib o'tilgan yo'lga *tezlik* deyiladi. Tezlik vektor kattalikdir. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik vektorining yo'nalishi ko'chish vektorining yo'nalishi bilan aniqlanadi.
- To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi. Tezlanish nolga teng yoki tezlanish bo'lmaydi. ($a=0$)
- To'g'ri chiziqli tekis harakatda

→ tezlik

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}; \quad v_x = \frac{S_x}{t} = \frac{x - x_0}{t}; \quad v_y = \frac{S_y}{t} = \frac{y - y_0}{t}; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\rightarrow \text{yo'l } S = v \cdot t; \quad S_x = v_x \cdot t; \quad S_y = v_y \cdot t; \quad S_x = S \cos \alpha; \quad S_y = S \sin \alpha$$

$$S_x = x - x_0; \quad S_y = y - y_0; \quad S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}; \quad S = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2};$$

S_x – gorizontal ko'chish, S_y – vertikal ko'chish.

→ vaqt $t = S/v$

- To'g'ri chiziqli tekis harakatning tenglamasi

$$x = x_0 + g_1 \cdot t; \quad x = g_1 t;$$

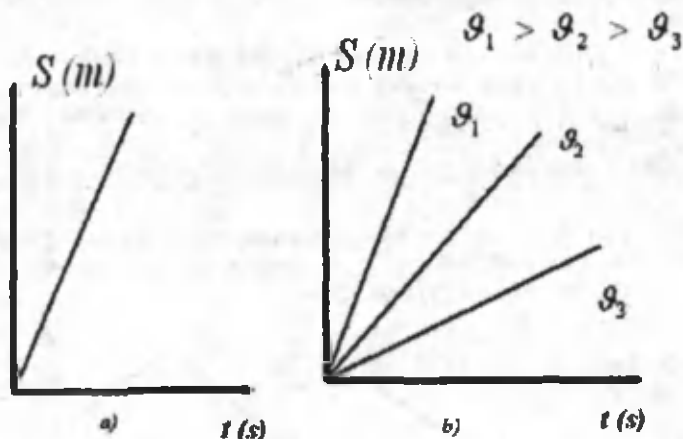
$$y = y_0 + g_2 t; \quad y = g_2 t;$$

- Umumiy holda harakat tenglamasi:

$$X = X_0 + S; \quad y = y_0 + S_y; \quad X = X_0 + S_x;$$

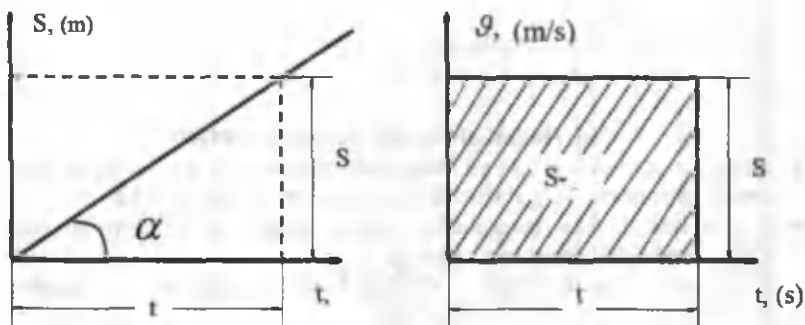
3-§. Harakatni grafik usulda tasvirlash

- Moddiy nuqta bosib o'tgan yo'lining sarflangan vaqtiga bog'liqligi *harakat qonuni* deb ataladi. To'g'ri chiziqli tekis harakatning qonuni: $S = g \cdot t$
- To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlikning vaqtga bog'liqlik grafigi vaqt o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqdir.
- Tezlikning vaqtga bog'liqlik grafigidan hosil bo'lgan yuza son jihatdan bosib o'tilgan yo'l yoki ko'chishga teng.
- To'g'ri chiziqli tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l (yoki ko'chish) ning vaqtga bog'liqlik grafigi koordinata boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziqdir.



Rasm 3. To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l(ko'chish)ning vaqtga bog'liqlik grafiklari

- $S = f(t)$ -bog'liqlikni ifodalovchi grafik harakatning *yo'l grafigi* va $g = f(t)$ -bog'liqlikni ifodalovchi grafik *tezlik grafigi* deyiladi.
- To'g'ri chiziqli tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l (yoki ko'chish) ning vaqtga bog'liqlik grafigidan: $v = \frac{S}{t} = g \cdot t$

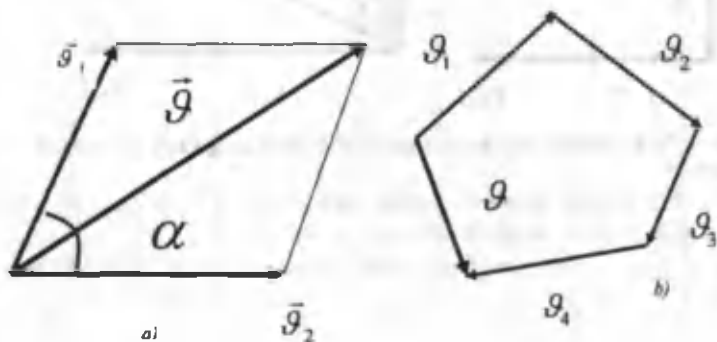


Rasm 4. To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l(ko'chish)ning vaqtga va tezlikning vaqtga hog'liqlik grafiklari

4-§. Harakat nisbiyligi va tezliklarni qo'shish

- Agar jism bir vaqtda bir nechta harakatda ishtirok etsa natijaviy tezlik vektori, tashkil etuvchi harakatlar tezlik vektorlarining *geometrik yig'indisiga* teng.
- Tezliklar vektor tarzida (yoki geometrik ravishda) qo'shiladi.

$$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \vec{g}_3 + \dots + \vec{g}_n$$
- Xususiy holda jism o'zaro α burchak tashkil etgan ikkita to'g'ri chiziqli harakatda qatnasha, natijaviy tezlik harakat tezliklari asosida qurilgan *parallelogram diagonali* sifatida topiladi.



Rasm 5. Tezliklarni vektor tarzda qo'shish usullari

$$g = \vec{g}_1 + \vec{g}_2; \quad v = \sqrt{v_1^2 + g_2^2 + 2g_1g_2 \cos \alpha}$$

- Nisbiy tezlikni topish

- Agar jismlar qarama-qarshi yo'nalishda harakatlansa: $v_{uz} = v_1 + v_2$
- Agar jismlar bir xil yo'nalishda harakatlansa: $v_{uz} = v_1 - v_2$
- Agar jismlar perpendikulyar yo'nalishda harakatlansa: $v_{uz} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$
- Agar jismlar o'zaro α burchak ostida harakatlansa: $v_{uz} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$
- Qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanayotgan l_1 va l_2 uzunlikdagi ikki jismlarning bir-birining yonidan o'tish vaqti: $t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 + v_2}$
- Bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan l_1 va l_2 uzunlikdagi ikki jismlarning bir-birining yonidan o'tish vaqti: $t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 - v_2}$
- l_1 uzunlikdagi mashinalar qatori (poezd)ning l_2 uzunlikdagi ko'priklardan o'tish vaqti: $t = \frac{l_1 + l_2}{v}$
- Kater daryoda S masofaga oqim yo'nalishida t_1 vaqtda borib, t_2 vaqtda qaytib kelgan bo'lsa:
 - v_0 - oqim tezligi: $v_0 = \frac{t_2 - t_1}{2t_1t_2} \cdot S$
 - v_1 - kater tezligi: $v_1 = \frac{t_2 + t_1}{2t_1t_2} \cdot S$
 - kater va oqim tezliklari munosabati: $v_1 = \frac{t_2 + t_1}{t_2 - t_1} \cdot v_0$
 - kater borib-kelishidagi o'rtacha tezlik: $v_{or} = \frac{4t_1t_2}{(t_1 + t_2)^2} \cdot v_1$; $v_{or} = \frac{4t_1t_2}{t_2^2 - t_1^2} \cdot v_0$
- Jism bir vaqtning o'zida ikkita harakatda ishtirok etganda natijaviy tezlik:
 - tezliklarning yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa: $v_{uz} = v_2 - v_1$
 - tezliklarning yo'nalishi bir xil bo'lsa: $v_{uz} = v_1 + v_2$
 - tezliklarning yo'nalishi o'zaro perpendikulyar bo'lsa: $v_{uz} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$
 - tezliklarning yo'nalishi o'zaro α burchak tashkil etsa: $v_{uz} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha}$
- Tezlikning o'zgarishi - Δv :
 - jism tezligi qarama-qarshi yo'nalishga o'zgarsa: $\Delta v = v_1 + v_2$
 - jism tezligining yo'nalishi oldingi yo'nalishda qolsa: $\Delta v = v_1 - v_2$
 - jism tezligi perpendikulyar yo'nalishga o'zgarsa: $\Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$
 - jism tezligining yo'nalishi α burchakka o'zgarsa: $\Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$

5-§. Notekis harakat. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat

- Moddiy nuqtaning teng vaqt oraliqlaridagi ko'chishlari teng bo'lmagan harakati *notekis (o'zgaruvchan) harakat* deyiladi. Boshqacha aytganda, vaqt o'tishi bilan tezligi o'zgaradigan harakat *o'zgaruvchan (notekis) harakat* deb ataladi.
- Moddiy nuqtaning muayyan bir paytdagi yoki traektoriyaning ma'lum nuqtasidagi tezligiga *oniy tezlik* deyiladi.
- Berilgan vaqt momentidagi tezlik *oniy tezlik* deyiladi.
- Oniy tezlik:

$$\rightarrow \text{qoidasiga asosan: } v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

\rightarrow tekis tezlanuvchan harakat uchun:

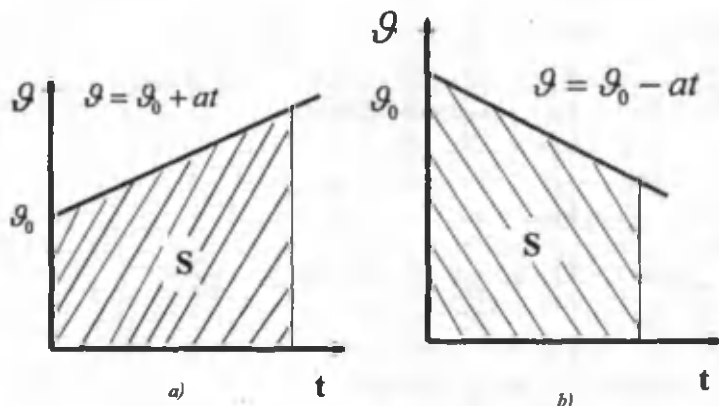
$$v = v_0 + at; \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2aS}; \quad v = \frac{2S}{t} - v_0$$

\rightarrow tekis sekinlashuvchan harakat uchun: $v = v_0 - at$;

\rightarrow tekis sekinlashuvchan harakatda yo'lning boshida v_1 , o'rtasida v_2 va

oxirida v_3 tezliklar orasidagi munosabat: $v_2 = \frac{v_1 + v_3}{2}$

- Notekis (o'zgaruvchan) harakatda umumiy bosib o'tilgan yo'lning (shu yo'lni bosib o'tish uchun ketgan) umumiy vaqtga nisbati o'rtacha tezlik deyiladi.



Rasm 6. a) To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda tezlikning vaqtga bog'liqlik grafi. b) To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda tezlikning vaqtga bog'liqlik grafi

- Notekis harakatda o'rtacha tezlik

$$\rightarrow \text{qoidasiga asosan: } v_{av} = \frac{S_{um}}{t_{um}}; \quad v_{av} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3}; \quad v_{av} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + v_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3};$$

$$g_{av} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{\frac{S_1}{g_1} + \frac{S_2}{g_2} + \frac{S_3}{g_3}}$$

→ vaqt teng ikkiga bo'linganda: $g_{av} = \frac{g_1 + g_2}{2}$

→ yo'l teng ikkiga bo'linganda: $g_{av} = \frac{2g_1g_2}{g_1 + g_2}$

→ $\frac{1}{4}(S/4) \rightarrow g_1$ → $g_{av} = \frac{4g_1g_2}{g_1 + 3g_2}$
 $\frac{3}{4}(3S/4) \rightarrow g_2$

→ $\frac{1}{3}(S/3) \rightarrow g_1$ → $g_{av} = \frac{3g_1g_2}{g_2 + 2g_1}$
 $\frac{2}{3}(2S/3) \rightarrow g_2$

→ $\frac{1}{4}(S/4) \rightarrow g_1$ → $g_{av} = \frac{g_1 + 3g_2}{4}$
 $\frac{3}{4}(3S/4) \rightarrow g_2$

→ $\frac{1}{3}(S/3) \rightarrow g_1$ → $g_{av} = \frac{g_1 + 2g_2}{3}$
 $\frac{2}{3}(2S/3) \rightarrow g_2$

→ Yo'l teng 3 bo'lakka bo'lingan bo'lsa: $S_1 = S_2 = S_3 = S/3$

$$g_{av} = \frac{3g_1g_2g_3}{g_1g_2 + g_1g_3 + g_2g_3}$$

- To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlik: $g_{av} = \frac{g + g_0}{2}$
- Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning tezligi vaqt o'tishi bilan ortib borgan holdagi harakati *tezlanuvchan harakat*, kamayib borgan holdagi harakati esa *sekinlashuvchan harakat* deyiladi.
- To'g'ri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtaning tezligi ixtiyoriy, lekin teng vaqt oraliqlarida ayni bir xil kattalikka o'zgarib borsa, bunday harakatga to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat deyiladi.
- Tekis o'zgaruvchan harakat tezligining o'zgarish jadalligini xarakterlaydigan kattalik *tezlanish* deyiladi.
- Vaqt birligi yoki bir sekundda jism tezligi o'zgarishini xarakterlovchi vektor kattalikka *tezlanish* deyiladi.
- Tezlanish:

→ qoidasiga asosan: $a = \frac{g - g_0}{t}$; $g_0 = 0$ bo'lganda $a = \frac{g}{t}$

→ tezlanish: $a = \frac{g^2 - g_0^2}{2S}$; $a = \frac{2(S - g_0 t)}{t^2}$; $g_0 = 0$ bo'lganda: $a = \frac{g^2}{2S}$; $a = \frac{2S}{t^2}$

→ ishqalanish koeffitsiyenti orqali: $a = \mu \cdot g$

μ – ishqalanish koeffitsiyenti, g – erkin tushish tezlanishi.

- Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik moduli tekis oshib boradi, yo'nalishi bo'yicha o'zgarmaydi.
- Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik moduli tekis kamayib boradi, yo'nalishi bo'yicha o'zgarmaydi.
- Tekis tezlanuvchan harakatda tezlanish $a > 0$ holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.
- Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanish $a < 0$ holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi.
- Tekis o'zgaruvchan harakat tenglamalari:

→ tekis tezlanuvchan uchun: $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$

→ tekis sekinlashuvchan uchun: $x = x_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$

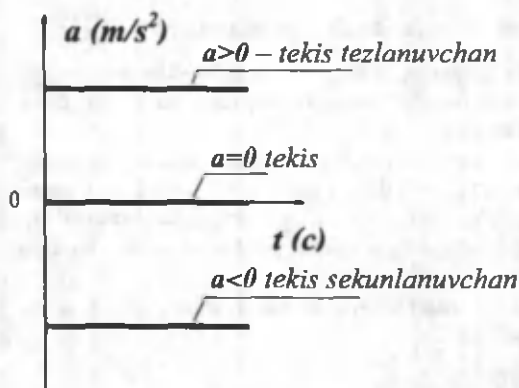
- Tekis o'zgaruvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l yoki ko'chish:

→ tekis o'zgaruvchan uchun: $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2\mu g}$

→ tekis tezlanuvchan uchun: $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$; $S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$

→ tekis sekinlanuvchan uchun: $S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$; $S = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$; $S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$

- S_{torm} - tormozlanish yo'li: $S_{\text{torm}} = \frac{v_0^2}{2a}$; $S_{\text{torm}} = \frac{v_0}{2} \cdot t$; $S_{\text{torm}} = \frac{v_0^2}{2\mu g}$



Rasm 7. Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlanishning vaqtga bog'liqlik grafigi

• n - chi sekunddagi ko'chishni topish:

$$\rightarrow v_0 = 0 \text{ bo'lganda } \Delta S_n = \frac{a}{2}(2n-1)$$

$$\rightarrow v_0 \neq 0 \text{ bo'lganda } \Delta S_n = v_0 + \frac{a}{2}(2n-1)$$

6-§. Jismlarning erkin tushishi

• Jismlarning yerga *erkin tushishi* deganda, tinch holatdan yer tomon yo'nalgan va havoning qarshiligi bo'lmagan (yoxud bu qarshilik jismning og'irlik kuchiga nisbatan hisobga olmasa ham bo'ladigan darajada kichik bo'lgan) sharoitlarda sodir bo'ladigan harakatga aytiladi. Jismlar erkin tushganda barchasi bir xil tezlanish bilan harakatlanadi.

• Yer sharining turli nuqtalarida g ning qiymati turlicha: 9.83 m/s^2 dan (qutbga) 9.78 m/s^2 gacha (ekvator) o'zgaradi. Fransiyaning Sevar shahriga mos geografik kenglikda $g=9,80665 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. g ning bu qiymati "normal qiymat" tarzida qabul qilingan.

• Yuqoriga tik otilgan jismning

$$\rightarrow \text{maksimal ko'tarilish balandligi: } H_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

\rightarrow istalgan vaqt momentidagi balandligi:

$$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2}; \quad h = \frac{v_0 - gt}{g}; \quad h = \frac{v_0 + v}{2} t;$$

$$\rightarrow \text{oniy tezligi: } v = v_0 - gt; \quad v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}; \quad v = \frac{2h}{t} - v_0; \quad v_{\text{av}} = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$\rightarrow \text{ko'tarilish vaqti: } t_1 = \frac{v_0}{g}; \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t_3 = \frac{2h}{v_0}$$

$$\rightarrow \text{uchish vaqti: } t = \frac{2v_0}{g}; \quad t = 2t_1; \quad t = 2 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t = \frac{4h}{v_0}$$

$$\rightarrow h \text{ masofani bosib o'tgandan keyingi jism tezligi: } v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

• Yuqoridan tik tashlangan jismning

\rightarrow istalgan vaqt momentidagi ko'chishi yoki tushish balandligi:

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}; \quad h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}; \quad h = \frac{v + v_0}{2} t$$

$$v_0 = 0 \text{ bo'lganda } h = \frac{gt^2}{2}; \quad h = \frac{v^2}{2g}; \quad h = \frac{v}{2} t$$

$$\rightarrow n - \text{chi sekunddagi yo'li: } v_0 = 0 \text{ bo'lganda } \Delta h_n = \frac{g}{2}(2n-1),$$

$$v_0 \neq 0 \text{ bo'lganda } \Delta h_n = v_0 + \frac{g}{2}(2n-1)$$

$$\rightarrow t \text{ harakat vaqti: } t = \frac{v - v_0}{g}; \quad t = \frac{2h}{v + v_0}; \quad v_0 = 0 \text{ bo'lganda: } t = \frac{v}{g}; \quad t = \frac{2h}{v}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

2013/85 6544	Alisher Navoiy nomidagi O'zbekiston MK
-----------------	--

→ Erkin tushayotgan jism oxirgi Δt vaqt ichida Δh masofani o'tgan bo'lsa, butun yo'lni o'tish vaqti: $t = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$

h – jism tushgan umumiy balandlik ($v_0 = 0$ bo'lganda): $h = \frac{gt^2}{2}$

yo'lning birinchi h_1 qismini o'tish vaqti $-t_1$: $t_1 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2}$; $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$

→ Erkin tushayotgan jismning yo'li teng ikkiga bo'lingan holda, yo'lning ikkinchi yarmini Δt vaqtda o'tsa, yo'lning birinchi yarmini o'tish vaqti: $t = (1 + \sqrt{2}) \cdot \Delta t$

→ butun yo'lni o'tish vaqti: $t = (2 + \sqrt{2}) \cdot \Delta t$

→ jismning o'tgan butun yo'li: $h = g \cdot (3 + 2\sqrt{2}) \cdot \Delta t^2$

→ Δt vaqt oralig'ida uzilgan ikki tomchi orasidagi masofa Δh bo'lsa harakatlanish vaqtlari:

- birinchi tomchiga nisbatan: $t_1 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$

- ikkinchi tomchiga nisbatan: $t_2 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2}$

→ oniy tezligi: $v = v_0 + gt$; $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$; $v = \frac{2h}{t} - v_0$; $v_{av} = \frac{v_0 + v}{2}$

$v_0 = 0$ bo'lganda $v = gt$; $v = \sqrt{2gh}$; $v = \frac{2h}{t}$; $v_{av} = \frac{v}{2}$

• Yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilishining oxirgi vaqt momentidagi yoki oxirgii sekundidagi yo'li: $\Delta S_n = (\frac{g}{2}) \cdot 1 \text{sekund}$

• Yuqoridan tik tashlangan jismning oxirgi sekundidagi yo'li yoki ko'chishi:

$h = \frac{g}{2} \left((2\sqrt{\frac{2H}{g}}) - 1 \right)$; $\Delta S_n = v_0 + gt - \frac{g}{2}$; t – tushish vaqti

• Jismlarning n - sekundidagi ko'chishlari:

→ boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakatda: $\Delta S_n = \frac{a}{2}(2n-1)$

→ boshlang'ich tezliksiz pastga tik tushayotgan harakatda: $\Delta h_n = \frac{g}{2}(2n-1)$

→ boshlang'ich tezlik bilan tekis tezlanuvchan harakatda: $\Delta S_n = v_0 + \frac{a}{2}(2n-1)$

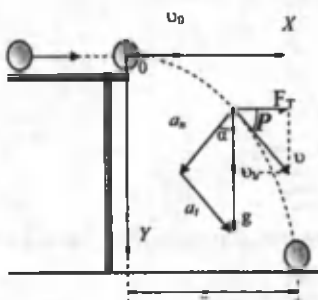
→ boshlang'ich tezlik bilan tekis sekinlanuvchan harakatda: $\Delta S_n = v_0 - \frac{a}{2}(2n-1)$

→ boshlang'ich tezlik bilan pastga tik tashlangan jism uchun: $\Delta h_n = v_0 + \frac{g}{2}(2n-1)$

→ Yuqoriga tik otilgan, jismning n -sekundidagi ko'chishi: $\Delta h_n = v_0 - \frac{g}{2}(2n-1)$

7-§. Gorizontaal otilgan jism harakati

- Havoning qarshiligi hisobga olinmas darajada kichik bo'lganda, jism gorizontaal yo'nalishda o'zgarmas u_0 tezlik bilan tekis harakat qiladi.
- Gorizontaal otilgan jism traektoriyasi *paraboladan* iborat. Gorizontaal otilgan jism harakati *egri chiziqli harakatdir*
- Gorizontaal otilgan jism gorizontaal yo'nalishda tekis, vertikal yo'nalishda tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushadi.
- Harakat boshlangan vaqtda, ya'ni $t=0$, $a_1=0$ bo'lib, markazga intilma tezlanish to'la tezlanishga teng bo'ladi. Jism pastga tushgan sari markazga intilma tezlanish kamayib (egrilik radiusi kattalashib, jism traektoriyasining egirliigi kamayib boradi), tangensial tezlanishi esa ortib boradi.



Rasm 8. Gorizontaal otilgan jism harakat traektoriyasi

- Gorizontaal otilgan jismining to'la tezlanishi vaqtning ixtiyoriy momentida, traektoriyaning ixtiyoriy nuqtasida erkin tushish tezlanishi g ga teng bo'lib, vertikal pastga yo'nalgan bo'ladi.

- Gorizontaal otilgan jism:

→ tezligining X, U o'qlaridagi proeksiyalari: $u_x = u_0$; $u_y = g \cdot t$

→ gorizontaal yo'nalishdagi ko'chishi yoki uchish uzoqligi: $x = s = u_0 \cdot t = L$

$$L = g_0 \cdot t; \quad L = g_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

→ vertikal yo'nalish bo'yicha ko'chishi yoki tushish balandligi: $y = h = \frac{g \cdot t^2}{2}$

$$h = \frac{g}{2g_0^2} \cdot L^2 \quad h = \frac{g_0^2}{2g}$$

→ traektoriyasining XY o'qidagi tenglamasi: $y = \frac{g}{2u_0^2} \cdot x^2$.

→ uchish vaqti: $t = \sqrt{2h/g}$; $t = \frac{L}{g_0}$; $t = \frac{g_0}{g}$

→ g_0 - boshlang'ich tezligi: $g_0 = \frac{L}{t}$; $g_0 = L \cdot \sqrt{\frac{g}{2h}}$; $g_0 = g_0$

g_0 - tezlik vektorini gorizontaal tashkil etuvchisi.

g_y - tezlik vektorini vertikal tashkil etuvchisi:

$$g_y = gt \quad g_y = \sqrt{2gh}$$

→ harakatning oxiridagi gorizont va vertikal yo'nalishdagi tezliklari:

$$v_x = v_0; \quad v_y = gt;$$

→ yerga urilishidagi tezligi: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$

→ tezlikning gorizont bilan α burchak tashkil qilgan

vaqtidagi qiymati: $\sin \alpha = \frac{g_y}{v}$

→ ixtiyoriy t vaqtdan keyin jism tezligining gorizont bilan tashkil qilgan

burchagi: $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}; \quad \alpha = \arctg \frac{gt}{v_0}$

→ jismni yerga tushish vaqtidagi gorizont bilan tashkil qilgan burchagi:

$$\tan \alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0}$$

→ tangensial (urinma) tezlanishi: $a_t = \frac{g \cdot t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$

→ normal (markazga intilma) tezlanishi: $a_n = \frac{g \cdot v_0}{\sqrt{v_0^2 + (gt)^2}}$

→ tezlanishlar yig'indisi: $\vec{a}_t + \vec{a}_n = \vec{g}$ yoki $\sqrt{a_t^2 + a_n^2} = g$

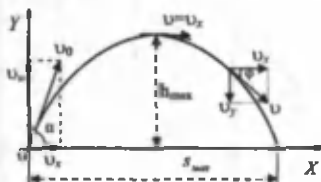
→ h balandlikda g tezlik bilan uchayotgan vertalyotdan tashlangan yukning

borib tushish masofasi: $S = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad S = g \cdot t$

8-§. Gorizontga burchak ostida otilgan jism harakati

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning:

- harakat traektoriyasi paraboladan iborat;
- gorizont o'q bo'ylab jism tekis harakatlanadi;
- traektoriyaning eng yuqori nuqtasida vertikal tezligi nolga teng ($v_y=0$);
- pastga qarab harakatlanish (tushish) vaqti, uning yuqoriga ko'tarilish vaqtiga teng;
- tushish nuqtasidagi tezlikning son qiymati boshlang'ich tezlikning son qiymatiga teng bo'ladi;



Rasm 9. Gorizontga qiya otilgan jism harakat traektoriyasi

→ tezligining X va Y o'qlardagi proektsiyalari:

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

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

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

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

→ boshlang'ich tezlik:

$$g_0 = \frac{g_x}{\cos \alpha}; \quad g_0 = \frac{g_{\min}}{\cos \alpha}; \quad g_0 = \sqrt{g_{\min}^2 + 2gh}; \quad g_0 = \sqrt{g_1^2 + 2gh};$$

$$\rightarrow t \text{ vaqtidan keyin jism tezligi } g = \sqrt{g_0^2 \cos^2 \alpha + (g_0 \cdot \sin \alpha - gt)^2}$$

→ minimal tezlik traektoriyaning eng yuqorisidagi tezlik - g_{\min} :

$$g_{\min} = \sqrt{g_0^2 - 2gh}; \quad g_{\min} = g_0 \cos \alpha; \quad g_{\min} = g,$$

$$\rightarrow \text{ko'tarilish vaqti: } t_1 = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}; \quad t_2 = t_3 = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}; \quad t_4 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

→ maksimal ko'tarilish balandligi:

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}; \quad h_{\max} = \frac{g t^2}{2}; \quad v_0 \cdot \sin \alpha = \sqrt{2gh}; \quad h_{\max} = \frac{L \cdot \tan \alpha}{4}; \quad h_{\max} = \frac{g_0^2 - g^2}{2g}; \quad h_{\max} = \frac{g_1^2}{2g}$$

$$\rightarrow \text{to'la uchish vaqti: } t_{\text{uchish}} = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g}; \quad t = \sqrt{\frac{8h}{g}}; \quad t = \frac{L}{g_0 \cos \alpha}; \quad t = \frac{2\sqrt{g_0^2 - g^2}}{g}$$

→ uchish uzoqligi:

$$s = v_x t; \quad S = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}; \quad S = g_0 t \cos \alpha; \quad S = \frac{4h}{\tan \alpha}; \quad S = \frac{2\sqrt{g_0^2 - g^2}}{g} \cdot g_{\min}$$

→ tushish nuqtasida tezligi

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha} = v_0$$

→ istalgan vaqt momentidagi tezligining gorizont bilan tashkil qilgan

$$\text{burchak } (\varphi) \text{ tangensi: } \tan \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha - gt}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

→ α burchak ostida otilgan jismning tezlik vektori gorizont

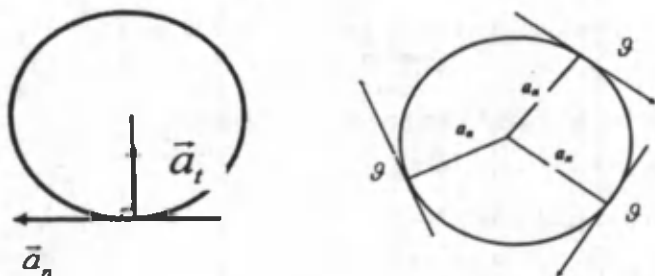
$$\text{bilan } \varphi \text{ burchak hosil qilish vaqti: } t = \frac{g_0 \sin \alpha \pm g_0 \cos \alpha \cdot \tan \varphi}{g}$$

$$\rightarrow \text{traektoriyaning egrilik radiusi: } R = \frac{v_x^2}{a_n} = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{g}; \quad v_0 \cdot \cos \alpha = \sqrt{g \cdot R}$$

$$\rightarrow \text{otilish burchagi: } \tan \alpha = \sqrt{\frac{2gh}{gR}} = \sqrt{\frac{2h}{R}}$$

9-§. Jismning aylana bo'ylab tekis harakati

- Moddiy nuqtaning traektoriyasi egri chiziqdan iborat bo'lsa, egri chizikli harakat sodir bo'ladi.
- Burilish burchagining mazkur burilish uchun sarflangan vaqtga nisbati aylanma harakatning *burchak tezligi* deyiladi .
- Moddiy nuqtaning aylanani bir marta to'liq aylanishi uchun ketgan vaqtiga *aylanish davri* deyiladi .
- Vaqt birligi yoki bir sekunddagi aylanishlar soniga *aylanish chastotasi* deyiladi .
- Tezlik moduli o'zgarishini xarakterlovchi tezlanishga *tangensial tezlanish (urinma tezlanish)* deyiladi . Tangensial tezlanish aylana bo'ylab notekis harakatda mavjud.
- Tezlik yo'nalishi o'zgarishini xarakterlovchi tezlanishga *normal tezlanish (markazga intilma tezlanish)* deyiladi.
- Aylana bo'ylab tekis harakatda chizikli tezlik moduli bo'yicha o'zgarmaydi, yo'nalishi bo'yicha uzluksiz o'zgarib turadi va hamma vaqt aylanaga harakat yo'nalishiga o'tkazilgan *urinma bo'ylab* yo'nalgan.
- Aylana bo'ylab tekis harakatda normal tezlanish (markazga intilma tezlanish) moduli bo'yicha o'zgarmaydi, yo'nalishi bo'yicha uzluksiz o'zgarib turadi va hamma vaqt *aylana markaziga* yo'nalgan.
- Aylana bo'ylab tekis harakatda burchak tezlik moduli va yo'nalishi bo'yicha o'zgarmaydi.
- Aylana bo'ylab tekis harakatda tangensial tezlanish (urinma tezlanish) bo'lmaydi yoki nolga teng bo'ladi.



Rasm 10. Aylana bo'ylab harakatda tezlanish va tezlik yo'nalishlari

- Aylana bo'ylab tekis harakatda chizikli tezlik va markazga intilma tezlanish orasidagi burchak 90° ga tengdir (bir-biriga perpendikulyar).

• Aylana bo'ylab tekis harakatda:

$$\rightarrow \text{davr: } T = \frac{l}{N}; \quad T = \frac{l}{v}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}; \quad T = \frac{2\pi R}{g}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a}}; \quad T = \frac{2\pi}{\varphi}$$

→ aylana radiusi - R :

$$R = \frac{g}{\omega^2}; \quad R = \frac{g}{2\pi v}; \quad R = \frac{vT}{2\pi}; \quad R = \frac{v\omega}{2\pi N}; \quad R = \frac{a}{\omega^2}; \quad R = \frac{l}{\varphi}; \quad R = \frac{g^2}{a}$$

→ burchak - φ :

$$\varphi = 2\pi N; \quad \varphi = \frac{2\pi}{T}; \quad \varphi = \omega \cdot t; \quad \varphi = \frac{l}{R}; \quad \varphi = 2\pi N; \quad \varphi = \sqrt{\frac{a}{R}} \cdot t; \quad \varphi = \frac{v \cdot l}{R}$$

$$\rightarrow \text{chastota: } \nu = \frac{N}{l}; \quad \nu = \frac{1}{T}; \quad \nu = \frac{\omega}{2\pi}; \quad \nu = \frac{g}{2\pi R}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{R}}$$

→ burchak tezlik:

$$\omega = \frac{\varphi}{t}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \omega = 2\pi \nu; \quad \omega = \frac{g}{R}; \quad \omega = \frac{a}{g}; \quad \omega = \sqrt{\frac{a}{R}}; \quad \omega = \frac{2\pi N}{l}$$

$$\rightarrow \text{chiziqli tezlik: } g = \frac{2\pi R}{T}; \quad g = \frac{a}{\omega}; \quad g = 2\pi \nu R; \quad g = \omega R; \quad g = \Delta \Delta t R; \quad g = \sqrt{aR}$$

→ markazga intilma yoki markazdan qochma tezlanish: $a = \text{const}$;

$$a_m = \frac{g^2}{R}; \quad a_m = \frac{\varphi^2 R}{l}; \quad a_m = \omega^2 R; \quad a_m = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{4\pi^2 N^2 R}{l}; \quad a_m = 4\pi^2 \nu^2 R;$$

• Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jism tezligining o'zgarishi Δg :

$$\rightarrow \text{aylananing } \frac{1}{4} \text{ qismida: } \Delta g = \sqrt{2} \cdot g$$

$$\rightarrow \text{aylananing } \frac{1}{2} \text{ qismida: } \Delta g = 2 \cdot g$$

$$\rightarrow \text{aylananing } \frac{3}{4} \text{ qismida: } \Delta g = \sqrt{2} \cdot g$$

$$\rightarrow \text{aylanani to'liq o'tganda: } \Delta g = 0$$

• Disk ikki nuqtasining radiuslari farqi ΔR tezliklari farqi: $\Delta g = g_1 - g_2$ ga teng

$$\text{bo'lsa: } R = \frac{g_1}{g_1 - g_2} \cdot \Delta R; \quad g = \frac{\Delta g}{2\pi \Delta R}; \quad \omega = \frac{\Delta g}{\Delta R}$$

• Aylana bo'ylab notekis harakat:

$$\rightarrow \varphi - \text{burchak: } \varphi = \omega_0 t + \frac{\epsilon t^2}{2}; \quad \varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\epsilon}$$

$$\rightarrow \omega - \text{burchak tezlik: } \omega = \omega_0 + \epsilon t$$

$$\rightarrow \epsilon - \text{burchak tezlanish: } \epsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

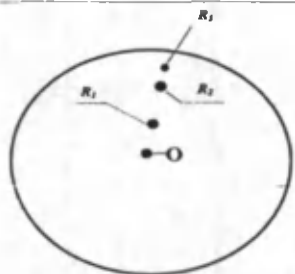
$$\rightarrow a_t - \text{tangensial tezlanish: } a_t = \frac{\Delta g}{\Delta t} = \frac{g - g_0}{t}; \quad a_t = \epsilon \cdot R$$

$$\rightarrow a - \text{to'la tezlanish (natijaviy tezlanish): } \vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n; \quad a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

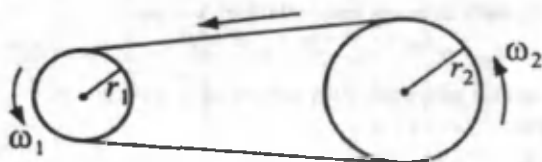
- Aylana bo'ylab tekis harakatda aylanadagi uchta nuqta tezliklari, tevlanishlari va burchak tezliklari orasidagi munosabat:

→ Agar $R_1 < R_2 < R_3$ bo'lsa $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$; $a_1 < a_2 < a_3$; $\vartheta_1 < \vartheta_2 < \vartheta_3$

→ Agar $R_1 > R_2 > R_3$ bo'lsa $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$; $\vartheta_1 > \vartheta_2 > \vartheta_3$; $a_1 > a_2 > a_3$



Rasm 11. Aylana markazidan har xil uzoqlikdagi nuqtalar



Rasm 12. Tasmali uzatma yoki zanjirli uzatma: $\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$; $v_1 = v_2$

DINAMIKA

10-§. Nyutonning birinchi qonuni. Inersiyal sanoq sistemalar.

Galileyning nisbiylik prinsipi

- Nyutonning birinchi qonuni ta'riflari:

1. Har qanday jism tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini bu jismga boshqa jismlar ta'sir qilmaguncha saqlaydi.
2. Shunday sanoq sistemalar mavjudki, bunday sanoq sistemalarida jismga boshqa jism ta'sir qilib uning boshlang'ich vaziyatini o'zgartirmaguncha o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.
3. Inersiyal sanoq sistemasida erkin jism o'z tezligini o'zgartirmaydi.

→ Nyutonning birinchi qonuni:

$$\vartheta = \text{const}; \quad a = 0; \quad F = 0 \quad \vec{F} - \text{kuch-vektor kattalik.}$$

- Boshqa jismlar ta'siridan xoli bo'lgan jism, *erkin jism*, uning harakati esa *erkin harakat* deyiladi.
- To'g'ri chiziqli tekis harakat qiladigan yoki tinch turadigan sanoq sistemalar *inersiyal sanoq sistemalar* deyiladi.

- Nyutonning birinchi qonuni o'rinli bo'ladigan sanoq sistemalari *inersiyal sanoq sistemalari* deyiladi .
- Inersiyal sanoq sistemalarida jismga boshqa jismlar ta'sir etmaguncha (ya'ni uning erkinligi buzilmaguncha) kuzatilayotgan jismning o'z tezligini saqlash xususiyati *inertlik* deyiladi.
- Jism o'z tezligini saqlashga intilish hodisasiga *inersiya* deyiladi.
- Nyutonning birinchi qonunini *inersiya qonuni* deb ataladi.
- **Nisbiylikning mexanik prinsipi yoki Galileyning nisbiylik prinsipi:**
 1. Inersiyal sanoq sistemasining tinch holatda yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda ekanligini sistemaning ichida o'tkaziladigan har qanday mexanik tajribalar yordamida aniqlab bo'lmaydi.
 2. Barcha inersiyal sanoq sistemalarida harakat qonunlari bir xil bo'ladi.

11-§. Nyutonning ikkinchi va uchinchi qonuni

- Jismga ko'rsatiladigan ta'sir *kuch* deyiladi . Uning kattaligi jism erishadigan tezlanish yoki deformatsiya bilan aniqlanadi.
- Jism inertlik xususiyatini xarakterlovchi fizik skalyar kattalikka *massa* deyiladi.
- Tortishish yo'li bilan aniqlangan massa *gravitatsion massa* deyiladi.
- Jismning harakati orqali aniqlangan massa *inert massa* deyiladi.
- Hajm birligiga to'g'ri keladigan massaga moddaning *zichligi* deyiladi.
- Bir metr kub yoki hajm birligidagi jism massasiga *zichlik* deyiladi.
- Zichlikni topish formulalari:

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho_{\text{inh}} = \frac{\rho_{\text{ad}} \cdot m}{R_{\text{qorsh}} \cdot S^2}; \quad \rho = \frac{3g}{4\pi R G}; \quad \rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2};$$

ρ_{ad} - solishtirma qarshilik; R_{qorsh} - elektr qarshilik; R - planeta radiusi;

g - erkin tushish tezlanishi;

→ *Aralashma qotishma zichligi:* $\rho = \eta_1 \rho_1 + \eta_2 \rho_2$; η_1, η_2 - modda ulushlari

- **Nyutonning ikkinchi qonuni ta'rifi:** Har qanday jismning inersiyal sanoq sistemalarida erishadigan tezlanishi ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri proporsional bo'lib, jismning massasiga esa teskari proporsional bo'ladi.

→ Nyuton 2-qonuni: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ - teng ta'sir etuvchi kuchlar quyidagicha aniqlanadi:

→ kuchlar bir xil yo'nalgan bo'lsa ($\alpha = 0^\circ$): $F = F_1 + F_2$

→ kuchlar qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa ($\alpha = 180^\circ$): $F = F_1 - F_2$

→ kuchlar o'zaro perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa ($\alpha = 90^\circ$): $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

→ kuchlar o'zaro α burchak hosil qilgan bo'lsa: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos \alpha}$

- Nyutonning uchinchi qonuni ta'rifi: Jismlar bir biriga ayni bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan, absolyut qiymati jihatidan teng va yo'nalishi jihatidan qarama-qarshi kuchlar bilan ta'sir qiladi: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$; $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$
- Nyutonning ikkinchi va uchinchi qonuni birlashmasidan chiqqan xulosa: O'zaro ta'sirlanuvchi ikki jism qarama-qarshi tomonga yo'nalgan va o'zlarining massalariga teskari proporsional bo'lgan tezlanish oladi.
→ Tezlanishlarni nisbati massalar teskari nisbatiga teng: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$

- Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jism (masalan, ipga bog'langan toshning aylanma harakati yoki Oying Yer atrofidagi harakati) markazga intilma tezlanishga ega bo'ladi. Bu tezlanishning jism massasiga ko'paytmasi *markazga intilma kuch* deb ataladi.
- Nyutonning uchinchi qonuniga asosan \vec{F}_m ga miqdoran teng, lekin unga qarama-qarshi yo'nalgan kuch ham mavjud bo'lib, bu kuch *markazdan qochma kuch* deyiladi.

→ markazga intilma yoki markazdan qochma kuch:

$$F_c = ma_c; F_m = ma_m; F_m = F_c = F;$$

$$F = m\omega^2 R; F = m\omega g; F = \frac{m g^2}{R}; F = 4\pi v^2 m R; F = \frac{4\pi^2 R m}{T^2}; F = m c R$$

12-§. Butun olam tortishish qonuni

- Butun olam tortishish qonuni ta'rifi: Hamma jismlar bir-birini massalari ko'paytmisiga to'g'ri proporsional va ular massalarning markazlari orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lgan kuch bilan tortadi:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}; G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^1}$$

- Tortishish doimiysi yoki gravitatsion doimiy ta'rifi: Massalari 1 kg dan bo'lgan ikki jism orasidagi masofa 1m bo'lganda ikki jism bir-birini son jihatdan *gravitatsion doimiysiga* teng bo'lgan kuch bilan tortadi. ($m_1 = m_2 = 1kg$ va $R = 1m$ bo'lsa $1F = G$)
→ Gravitatsion maydon *potensial* maydondir.
→ Gravitatsion maydon *markaziy* maydondir.
→ Gravitatsion kuchining jismni ko'chirishda bajargan ishi jism traektoriyasining shakliga bog'liq emas. Gravitatsiya kuchini berk traektoriyada bajargan ishi 0 ga teng.
- Jismlarning massasi bilan erkin tushish tezlanish (g) ning ko'paytmasi – Yerning muayyan nuqtasida joylashgan jismga ta'sir etuvchi *og'irlik kuchi* deyiladi.

$$F = G \frac{Mm}{R^2}; F = mg$$

- Og'irlik kuchi yer sirtidan balandga ko'tarilgan sari kamayib boradi

- Yer sirtidan h balandlikdagi og'irlik kuchi:

$$F_{og} = G \frac{Mm}{(R+h)^2}; \quad F_{og}^h = F_{og}^{Yerdagi} \cdot \left(\frac{R}{R+h}\right)^2; \quad \frac{F_{og}^{Yerdagi}}{F_{og}^h} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2; \quad n = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2;$$

- Og'irlik kuchi n marta kamayadigan h balandlikni topish:

$$h = R(\sqrt{n} - 1); \quad F^h = \frac{F_{Yerdagi}}{n}; \quad g_1 = \frac{g_{Yerdagi}}{n}$$

- Yer sirtida erkin tushish tezlanishi- g :

$$g = G \frac{M}{R^2}; \quad g = \frac{4}{3} \pi G \rho_{Yer} R; \quad g = \frac{F_{og}}{m}; \quad g = \frac{g^2}{R_s};$$

- Yer yuzasidan yuqoriga ko'tarilgan sari g kamayadi. $g_s = G \frac{M_{Yer}}{(R_{Yer} + h)^2}$

- Yer sirtidan h balandlikda erkin tushish tezlanishi:

$$g_s = G \frac{M}{(R+h)^2}; \quad g_s = g_{Yerdagi} \cdot \left(\frac{R}{R+h}\right)^2; \quad \frac{g_{Yerdagi}}{g_s} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2; \quad n = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2$$

$$g = G \cdot \frac{M_{Yer}}{(R+h)^2}; \quad g = g^2 / (R+h)$$

- Planeta sirtidagi erkin tushish tezlanishi: $g_{planeta} = G \frac{M_{planeta}}{R_{planeta}^2}$

- Biror bir planetadagi erkin tushish tezlanishini Yerdagi erkin tushish

tezlanishiga nisbati: $\frac{g_{planeta}}{g_{Yer}} = \left(\frac{M_{planeta}}{M_{Yer}}\right) \cdot \left(\frac{R_{Yer}}{R_{planeta}}\right)^2$

zichlik ρ va radius R orqali: $\frac{g_{planeta}}{g_{Yer}} = \frac{\rho_{planeta} \cdot R_{planeta}}{\rho_{Yer} \cdot R_{Yer}}$

- Jismning tayanch yoki osmaga ta'sir etadigan kuchi *og'irlik (yoki vazn)* deb ataladi.
- Jismning og'irlik kuchi shu jismga qo'yilgan, jismning og'irligi esa tayanch yoki osmaga qo'yilgan kuchdir.
- Jism pastga yoki tepaga tekis harakat qilganda uning og'irligi og'irlik kuchiga teng bo'ladi (yoki uning og'irligi o'zgarmaydi).
- Jism pastga tekis tezlanuvchan harakat qilganda uning og'irligi og'irlik kuchidan kichik bo'ladi (yoki uning og'irligi kamayadi).
- Jism yuqoriga tekis sekinlanuvchan harakat qilganda uning og'irligi og'irlik kuchidan kichik bo'ladi (yoki uning og'irligi kamayadi).
- Jism yuqoriga tekis tezlanuvchan harakat qilganda uning og'irligi og'irlik kuchidan katta bo'ladi (yoki uning og'irligi ortadi).
- Jism pastga tekis sekinlanuvchan harakat qilganda uning og'irligi og'irlik kuchidan katta bo'ladi (yoki uning og'irligi ortadi).
- Jismning og'irligi nolga teng bo'lgandagi holatiga *vaznsizlik* deyiladi.

• Jism og'irligi:

→ $\mathcal{G} = \text{Const}$ da $P = mg$

→ tepaga tezlanish bilan va tezlanish yo'nalishi tepaga $P = m(g+a) \uparrow a > 0$

→ tepaga tezlanish bilan va tezlanish yo'nalishi pastga $P = m(g-a) \uparrow a < 0$

→ pastga tezlanish bilan va tezlanish yo'nalishi pastga $P = m(g-a) \downarrow a > 0$

→ pastga tezlanish bilan va tezlanish yo'nalishi tepaga $P = m(g+a) \downarrow a < 0$

→ qavariq ko'prikda jism og'irligi yoki ko'prikka bosim kuchi

$$P = m(g-a); \quad P = m\left(g - \frac{\mathcal{G}^2}{R}\right); \quad P = m(g - \omega^2 R); \quad P = m(g - \omega \mathcal{G}); \quad P = m(g - 4\pi^2 v^2 R);$$

$$P = m\left(g - \frac{4\pi^2 R}{T^2}\right)$$

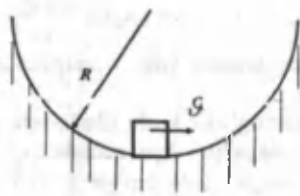
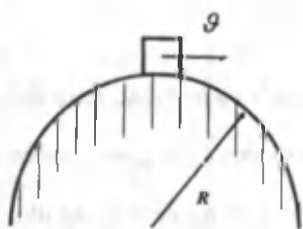
→ o'lik sirtmoq (botiq ko'prikda) jism og'irligi yoki ko'prikka bosim kuchi (F yoki R): $P = m(g+a); \quad P = m\left(g + \frac{\mathcal{G}^2}{R}\right); \quad P = m(g + \omega^2 R); \quad P = m(g + \omega \mathcal{G});$

$$P = m\left(g + 4\pi^2 v^2 R\right); \quad P = m\left(g + \frac{4\pi^2 R}{T^2}\right); \quad P = F_{\text{og}} + F_{\text{m}}.$$

→ Qavariq ko'prikni yuqori nuqtasida jismni vaznsiz holatga keltiruvchi tezlik: $\mathcal{G} = \sqrt{gR}$ R – ko'prik radiusi

→ Botiq sirtning pastki nuqtasida jism og'irligi k marta ortadigan

tezlik: $\mathcal{G} = \sqrt{(k-1)gR}$



Rasm 13. Qavariq va botiq ko'priklarda jism harakati

→ yuklanish -n $n = \frac{P}{mg} = \frac{m(g+a)}{mg} = 1 + \frac{a}{g} = 1 + \frac{\mathcal{G}^2}{gR}$

→ jismning solishtirma og'irligi deb uning hajm (V) birligidagi og'irligiga aytiladi: $d = \frac{P}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$

- Jism yuqoriga tekis tezlanuvchan yoki pastga tekis sekinlanuvchan harakatlanganda, uning tinchlikdagi og'irligiga nisbatan, og'irliginini ortishiga yuklanish deyiladi.
- Arqonga bog'lab aylantirilgan jism uchun ipning taranglik kuchi

→ eng yuqori nuqtada: $T_1 = \frac{m\mathcal{G}^2}{R} - mg$

→ o'rta holatda: $T_2 = T_1 = \frac{m\varrho^2}{R}$

→ eng pastki nuqtada: $T_3 = mg + \frac{m\varrho^2}{R}$

T - ipning tarangligi.

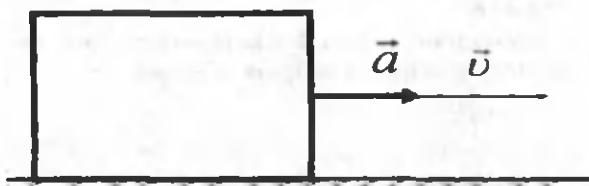
- Aylanayotgan diskdagi jismning muvozanat sharti:

$$\frac{m\varrho^2}{R} = \mu mg; \quad \mu - \text{ishqalanish koeffitsiyenti.}$$

→ aylanayotgan konusdagi shar $mg \cos \alpha = \frac{m\varrho^2}{R}$

→ qayrilishdagi velosipedchi $F_{\text{mg}} = mg \cos \alpha$

→ gorizontal tekislikda jism og'irligi yoki bosim kuchi: $P = F = mg$



Rasm 14. Gorizontal tekislikda jism harakati

- Kosmik tezliklar:

1. Jismning Yer sirti yaqinida aylana bo'ylab harakatlanishi uchun zarur bo'lgan gorizontal tezlikka birinchi kosmik tezlik deyiladi: $\varrho_1 = \sqrt{gR_{\text{yer}}} = 7.9 \text{ km/s}$

2. Jismning Yerning tortishish ta'siridan chiqib ketib, Quyoshning sun'iy yo'ldoshi bo'lib harakatlanishi uchun zarur bo'lgan tezlikka ikkinchi kosmik tezlik deyiladi: $\varrho_{II} = \sqrt{2gR_{\text{yer}}} = 11.2 \text{ km/s}$

3. Jismning Quyosh tortishishi ta'siridan chiqib ketishi uchun zarur bo'lgan tezlikka uchinchi kosmik tezlik deyiladi: $\varrho_{III} = 16.7 \text{ km/s}$

Biror planeta uchun h balandlikdagi:

→ birinchi kosmik tezlik: $\varrho_1 = \sqrt{gR} \quad \varrho_1 = \sqrt{G \cdot \frac{M_n}{R_n}}$

→ ikkinchi kosmik tezlik: $\varrho_2 = \varrho_1 \sqrt{2}$

→ biror planetadan h balandlikdagi sun'iy (yoki tabiiy) yo'ldosh tezligi:

$$\varrho = \sqrt{G \cdot \frac{M_n}{R_n + h}}$$

- **Kopler qonuni:** Yer atrofida aylana bo'ylab harakatlanayotgan yo'ldosh

$$\text{uchun: } \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2;$$

R_1 va R_2 - aylana radiuslari,

T_1 va T_2 - shu traektoriyalar bo'yicha aylanish davrlari.

- **Planeta yaqinidagi yo'ldoshning aylanish davri va chastotasi:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM_p}} \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM_p}{R^3}}$$

- **Planetadan h balandlikdagi yo'ldoshni aylanish davri va chastotasi:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM_p}} \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM_p}{(R+h)^3}}$$

- Yer atrofida aylana traektoriyasi bo'ylab harakatlanayotgan jism bir traektoriyadan ikkinchi traektoriyaga o'tganida tezligining o'zgarishi

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}; \quad \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

13-§. Elastiklik kuchi. Guk qonuni

- Tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning shakli yoki hajmi o'zgarishi *deformatsiya* deb ataladi. Deformatsiyani vujudga keltiradigan kuchning ta'siri yo'qolgach, qattiq jism o'zining avvalgi shakli va hajmini tiklasa, *elastik deformatsiya* sodir bo'ladi. Aks holda, ya'ni tashqi kuchning ta'siri to'xtatilganda ham jism o'zining dastlabki shakli va hajmini tiklay olmasa, *plastik (qoldiq) deformatsiya* amalga oshgan bo'ladi.
- Tashqi kuch ta'siri to'xtagandan keyin deformatsiyalangan jismning shakli va o'lchamlarini tiklay olish qobiliyati mazkur *jismning elastikligi* deb ataladi.
- Elastik deformatsiyalanish jarayonida jismning dastlabki shaklini tiklashga intiladigan kuch *elastiklik kuchi* deyiladi. Bu kuchlar deformatsiyaga sababchi ta'sir to'xtatilgach, jismning boshlang'ich shakli va o'lchamlarini tiklashni ta'minlaydi.
- **Guk qonuni ta'rifi:**
 1. Elastiklik kuchining kattaligi absolyut deformatsiyaga to'g'ri proporsional.
 2. Deformatsiyalar kichik (elastik tabiatiga ega) bo'lgan holda mexanik kuchlanish nisbiy deformatsiya qiymatiga to'g'ri proporsional.

→ Guk qonuni formulalari:

$$F_n = -k\Delta x; \quad F_n = -k\Delta l; \quad \Delta l = \frac{F_n l_0}{ES}; \quad \sigma = E|\epsilon|$$

- Nisbiy deformatsiya: $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$
- Absolyut deformatsiya: $\Delta l = l - l_0$

- Mexanik kuchlanish yoki zo'riqish: $\sigma = F/S$
 σ - mexanik kuchlanish; E - yung moduli
- Prujina bikirligi:

$$k = \frac{ES}{l_n}; \quad k = \frac{F_{el}}{\Delta x}; \quad k = \frac{F_{el}}{\Delta l}; \quad \Delta x = x - x_0; \quad \Delta l = l - l_0; \quad k = \frac{F_{el}^2}{2W_p}; \quad k = \frac{2W_p}{\Delta x^2};$$

$$k = \frac{mg}{\Delta l}$$

W_p - prujina potentsial energiyasi;

→ ketma- ket ulangan prujina uchun:

$$k_n = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}; \quad k_n = \frac{k}{n}; \quad \frac{1}{k_1} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n}; \quad K_n = \kappa/n$$

→ parallel ulangan prujina uchun:

$$k_u = k_1 + k_2; \quad k_u = kn; \quad k_u = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n$$

→ bikrligi k ga teng bo'lgan sim (prujina) n ta bo'lakka bo'linganda bitta bo'lakning bikrligi: $k_n = k \cdot n$

→ bikrligi k ga teng bo'lgan sim (prujina) yarmining bikrligi: $k_n = 2k$

→ bikrligi k ga teng bo'lgan sim (prujina) n ta bo'lakka bo'linib so'ngra parallel eshib qo'yilgandan keyingi bikrligi: $k_n = n^2 \cdot k$

• Elastik kuchining absolyut uzayishga bog'liqlik grafigidan bikrlik absolyut uzayish o'qi bilan grafik chizig'i orasidagi burchak tangensiga teng: $k = \operatorname{tg} \alpha$

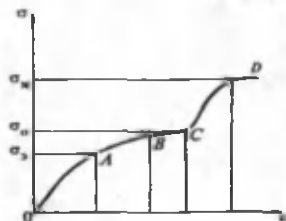
• σ - mexanik kuchlanish yoki zo'riqish:

$$\sigma = F/S; \quad \sigma = E \cdot \varepsilon; \quad \frac{F}{S} = E \cdot \varepsilon; \quad \varepsilon - \text{nisbiy deformatsiya.}$$

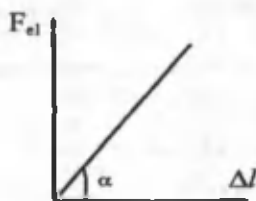
• Mustahkamlik chegarasi σ bo'lgan, bir uchidan osilgan ip (tros)ning maksimal uzunligi $-l$:

$$\rightarrow \text{havoda: } l_{\max} = \frac{\sigma}{\rho \cdot g}; \quad \rightarrow \text{suyuqlikda: } l_{\max} = \frac{\sigma}{(\rho_{\text{fau}} - \rho_{\text{maydon}}) \cdot g};$$

• Mustahkamlik chegarasi σ , zichligi ρ bo'lgan devorning maksimal balandligi: $h_{\max} = \frac{\sigma}{\rho \cdot g}$



a)



b)

Rasm 15 a) mexanik kuchlanishning nisbiy uzayishga bog'liqlik grafigi; b) elastiklik kuchining absolyut uzayishga bog'liqlik grafigi

• **Taranglik kuchi.**

- Tashqi kuch ta'sirida deformatsiyalanmaydigan jismda taranglik kuchi yuzaga keladi.
 - Taranglik kuchi modul jihatdan tashqi kuchga teng, yo'nafishi qarama-qarshi bo'ladi.
 - l uzunlikdagi ipga m massali yuk ossak ipning taranglik kuchi yukning og'irligiga teng bo'ladi.
- Jism harakatsiz: $T = mg$

Jism g tezlikda muvozanat holatidan o'tayotganida $T = mg + \frac{m\vartheta^2}{l}$

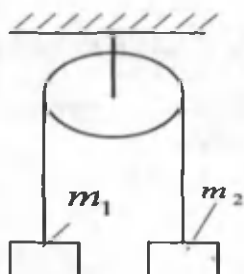
- Ip a tezlanish bilan vertikal ko'tarilayotganda: $T = m(g + a)$
 - Ip a tezlanish bilan pastga tushayotganda: $T = m(g - a)$
 - m massali yukni ko'tara oladigan ip yordamida qanday m_1 massali yukni a tezlanish bilan ko'tarish mumkin: $m_1 = \frac{g}{g + a} \cdot m$
 - l ipga osilgan gorizontal tekislikda aylanma harakat qilayotgan jism uchun: $T \sin \alpha = \frac{m\vartheta^2}{l \sin \alpha}$; $T \cos \alpha = mg$; $l g \alpha = \frac{\vartheta^2}{g l \sin \alpha}$; $v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{l g \cos \alpha}$
- α - vertikal og'ish burchagi, T - ipning taranglik kuchi,
 v - aylanish chastotasi.

Ko'chmas blok:

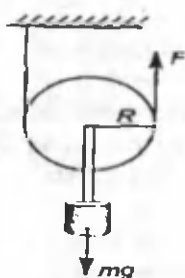
- blokda tezlanish: $a = g \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$
- t vaqtdan keyin jismning blokda tezligi va blokning aylanish chastotasi: $\vartheta = \frac{|m_1 - m_2|}{m_1 + m_2} \cdot g t$; $v = \frac{\vartheta}{2\pi R}$
- qo'zg'almas blokda taranglik kuchi: $T = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$
- blokka osilgan yuk harakatida ($m_2 > m_1$):
 $T = m_2(g - a)$ yoki $T = m_1(g + a)$
 T - ipning tarangligi a - yuklar tezlanishi

• **Ko'char blok**

- ko'char blokning foydali ish koeffitsiyenti 100% bo'lsa:
 $F = \frac{mg}{2}$; $m = \frac{2F}{g}$
- Ko'char blokning foydali ish koeffitsiyenti η ga teng bo'lsa:
 $F = \frac{mg}{2\eta}$; $m = \frac{2\eta F}{g}$



Rasm 16. Ko'chmas blok



Rasm 17. Ko'char blok

14- §. Ishqalanish kuchlari

- Ikki jismlarning bir-biriga tegib turgan sirtlari orasida vujudga keladigan va shu jismlarning bir-biriga nisbatan siljishiga to'sqinlik qiladigan kuchlar *ishqalanish kuchlari* deyiladi .
- Ishqalanish kuchlarining vujudga kelishiga asosiy sabab bir-biriga tegib turuvchi jismlar sirtlarining g'adir-budurliigi va jismlar zarralari orasidagi o'zaro tortishishdir.

- Suyuqlik yoki gaz tomonidan jismning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuch *muhitning qarshilik kuchi* deyiladi .

→ Ishqalanish kuchi: $F_{ishq} = \mu N$; $F_{ishq} = \mu mg$

→ F kuch ta'sirida jism tekis harakat qilsa ($a = const$):

$$F_{ishq} = F; \quad \mu = \frac{F}{mg}$$

→ F kuch ta'sirida jism a tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat

qilsa: $F_{ishq} = F - ma$; $F = ma + F_{ishq}$; $a = \frac{F - \mu mg}{m}$; $a = \frac{F - F_{ishq}}{m}$

- Tortish koeffitsiyenti k , tortish kuchini jism og'irligi nisbatiga teng:

$$k = \frac{F}{mg}; \quad k = \frac{a}{g} + \mu; \quad a = (k - \mu)g$$

- Jism faqat ishqalanish kuchi ta'sirida tekis sekinlanuvchan harakat qiladi, uning tezlanishi: $a = \mu \cdot g$

- Jism faqat ishqalanish kuchi ta'sirida tormozlanadi.

Tormozlovchi kuch:

$$F_{torm} = \mu mg; \quad F_{torm} = ma; \quad F_{torm} = \frac{m \cdot g_0^2}{2S_{torm}}; \quad F_{torm} = \frac{2mS}{l_{torm}^2}$$

- Tormozlanish yo'li: $S_{torm} = \frac{g_0^2}{2\mu g}$

g_0 - tormozlanish boshlangan vaziyatdagi tezlik.

- Tormozlanishda jism tezlanishi: $a = \mu \cdot g$

• Tormozlanish vaqti: $t_{\text{toz}} = \frac{S_0}{\mu g}$

• Gorizontalsirtda turgan jismga α burchak ostida F kuch ta'sir etayotgan bo'lsa: $F_{\text{ishq}} = \mu(mg - F \sin \alpha)$

bu holda jism o'zgarmas tezlik bilan harakatlansa ($g = \text{const}$): $F_{\text{toz}} = F \cos \alpha$

• Qiya tekislikda jism harakati va ta'sir etuvchi kuchlar

→ qiya tekislikda ishqalanish kuchi: $F_{\text{ishq}} = \mu N$; $F_{\text{ishq}} = \mu mg \cos \alpha$

→ og'irlik kuchi: $P = mg$

→ reaksiya kuchi (bosim kuchi): $N = P \cos \alpha = mg \cos \alpha$

→ pastga harakatlantiruvchi kuch: $F_p = P \sin \alpha = mg \sin \alpha$

→ ishqalanish kuchi: $F_{\text{ishq}} = \mu N$; $F_{\text{ishq}} = \mu P \cos \alpha$; $F_{\text{ishq}} = \mu mg \cos \alpha$;

→ $F_{\text{ishq}} < F_p$ bo'lsa $\Rightarrow F_p - F_{\text{ishq}} = ma$; $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ $a > 0$ $\mu < \tan \alpha$ bunda tekis tezlanuvchan harakat bo'ladi.

→ $F_{\text{ishq}} = F_p$ bo'lsa $a = 0 \rightarrow g = \text{const}$ $\ddot{\vartheta} = 0$; $\mu = \tan \alpha$; $F_p - F_{\text{ishq}} = 0$ bunda jism tinch turadi yoki tekis harakat qiladi.

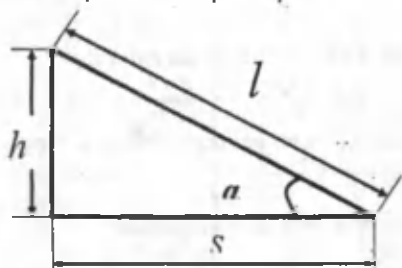
→ $F_{\text{ishq}} > F_p$ bo'lsa $a < 0$; $\mu > \tan \alpha$; $F_{\text{ishq}} - F_p = ma$ bunda jism tinch turadi yoki tekis sekinlanuvchan harakat qiladi.

→ jism qiya tekislikda harakatsiz turgan bo'lsa ($g = 0$) yoki o'zgarmas tezlik bilan ($g = \text{const}$) harakatlansa: $F_{\text{ishq}} = mg \sin \alpha$

→ jism a tezlanish bilan tushayotgan bo'lsa $F_{\text{ishq}} = mg \sin \alpha - ma$

→ qiya tekislik burchagining sin va cos ni topish:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}; \quad \cos \alpha = \frac{S}{l} = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}$$



Rasm 18. Qiya tekislikning geometrik parametrlari

→ qiya tekislik oxirida jism erishgan tezlik:

$$g = \sqrt{2gl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}; \quad g = \sqrt{2gh(1 - \mu \tan \alpha)}$$

→ jism qiya tekislikda harakatsiz turganida:

$$\mu = \tan \alpha; \quad \mu = \frac{h}{S}; \quad \mu = \frac{F_{\text{ishq}}}{N}$$

→ jismni o'zgarmas tezlik bilan tekis ko'taruvchi F kuchi:

$$F = mg \sin \alpha + F_{\text{ishq}}; \quad F = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

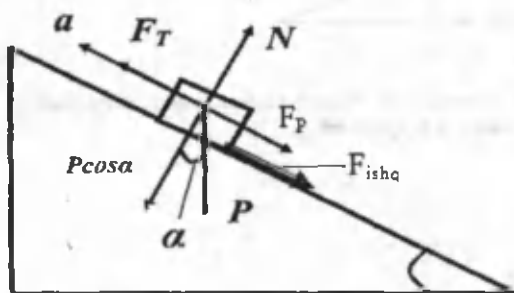
→ qiya tekislik bo'ylab jismni a tezlanish bilan ko'taruvchi F kuchni topish:

$$F = mg \cdot \sin \alpha + F_{ishq} + ma \quad F = mg(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) + ma$$

→ qiya tekislikning foydali ish koeffitsiyenti (FIK):

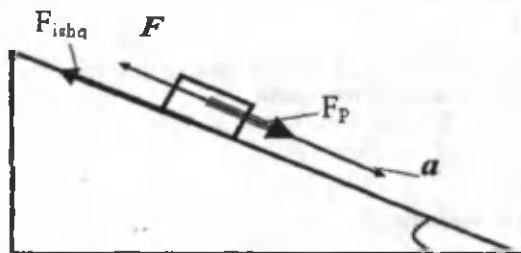
$$\eta = \frac{tg \alpha}{tg \alpha + \mu}; \quad \eta = \frac{1}{1 + \mu \cdot tg \alpha}; \quad \eta = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

- Qiya tekislikdagi majburiy harakat



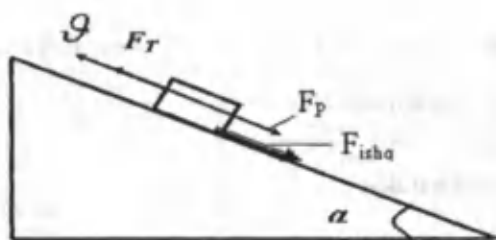
$$\sum \vec{F} = ma \quad F_T - F_P - F_{ishq} = ma$$

Rasm 19. Jism qiya tekislik bo'ylab tekis tezlanuvchan yuqoriga harakat qilgandagi kuchlar yo'nalishi va harakatining dinamik tenglamasi



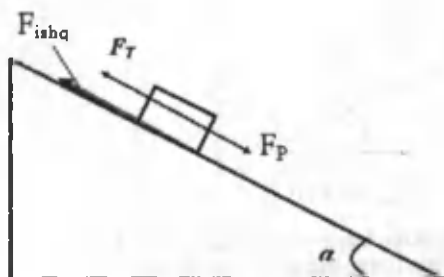
$$\sum \vec{F} = ma \quad F_P - F_T - F_{ishq} = ma$$

Rasm 20. Jism qiya tekislik bo'ylab tekis tezlanuvchan pastga harakat qilgandagi kuchlar yo'nalishi va harakatining dinamik tenglamasi



$$g = \cos t \quad F_T = F_P + F_{ishq}$$

Rasm 21. Jism qiya tekislik bo'ylab tekis yuqoriga harakat qilgandagi kuchlar yo'nalishi va harakatining dinamik tenglamasi



$$g = 0 \quad F_P = F_T + F_{ishq}$$

Rasm 22. Jism tortishish kuchi ta'sirida qiya tekislikda tinch turgandagi kuchlar yo'nalishi va harakatining dinamik tenglamasi

Jism qiya tekislikda: 1. $\mu = \tan \alpha$ 2. $\mu > \tan \alpha$ 3. $\mu < \tan \alpha$

1,2 - jism tinch turadi

1- jism tekis harakat qiladi

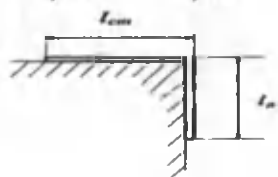
2- tekis sekinlashuvchan harakat qiladi

3- tekis tezlanuvchan harakat qiladi

• Stol chetida osilib turgan l uzunlikdagi ip yoki prujina uchun,

l_n - pastki qismi; l_u - stol ustidagi qismi:

$$l_n = \frac{\mu}{\mu+1} \cdot l \quad l_u = \frac{1}{\mu+1} \cdot l \quad \mu = \frac{l_u}{l_n} \quad l = l_n + l_u$$



Rasm 23. Stol chetida osilib turgan jism holati

• Qarshilik kuchi

Gazlarda (havoda) yoki suyuqliklarda harakatlanayotgan jismga suyuqlik yoki gaz tomonidan *qarshilik kuchi* ta'sir qiladi.

• Qarshilik kuchi jism tezligiga bog'liq

→ jismning tezligi kichik bo'lganda: $\vec{F}_{qr} = -k\vec{v}$

→ jismning tezligi katta bo'lganda: $\vec{F}_{qr} = -k\vec{v}^2$

• Qarshilik kuchi jism harakatiga to'sqinlik qilib harakatga qarama – qarshi yo'naladi.

→ jism vertikal yuqoriga ko'tarilayotganida: $F_{qr} = ma - mg$; $a = \frac{F_{qr} + mg}{m}$

→ jism vertikal pastga tushayotganida: $F_{qr} = mg - ma$; $a = \frac{mg - F_{qr}}{m}$

• Markazga intilma kuch:

$$F_m = ma_m; \quad F_m = \frac{m\vartheta^2}{R}; \quad F_m = m\omega^2 R$$

• Aylanayotgan diskda turgan jismning muvozanat sharti:

$$\frac{m\vartheta^2}{R} = \mu \cdot mg; \quad \vartheta = \sqrt{\mu g R}; \quad \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{R}}; \quad R = \frac{\mu g}{4\pi^2 \nu^2}$$

R – aylanish o'qigacha bo'lgan masofa, μ – ishqalanish koeffitsiyenti,

ω – diskning aylanish burchak tezligi: $\omega = 2\pi\nu$

→ Qayrilayotgan velosipedchi, motosiklchi yoki konkichi uchun (R – aylana

radiusi): $\frac{m\vartheta^2}{R} \cdot \lg \alpha = mg$; $\lg \alpha = \frac{gR}{\vartheta^2}$; $\mu = \lg \alpha$

α – gorizontaldan og'ish burchagi.

• To'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan jismga ta'sir etayotgan harakatlantiruvchi kuch va qarshilik kuchining kattaliklari teng bo'lsa, jism to'g'ri chizikli tekis harakatini davom ettiradi.

• Agar harakatlantiruvchi kuch qarshilik kuchidan katta bo'lsa, jism tekis tezlanuvchan harakat qiladi.

• Qarshilik kuchi harakatlantiruvchi kuchdan katta bo'lsa jism tekis sekinlanuvchan harakat qiladi

15- §. Impuls va uning saqlanish qonuni

• Jism massasining tezligiga ko'paytmasi shu jismning *impulsi* yoki harakat *miqdori* deb ataladi.

→ Jism impulsi: $P = m\vartheta$; $P = \frac{2W'_k}{g}$; $P = \sqrt{2W_{k, \text{pot}}}$

• Kuchning uning ta'sir etish vaqtiga ko'paytmasi *kuch impulsi* deyiladi.

→ Kuch impulsi yoki (jism impulsi o'zgarishi):

$$I = F \cdot \Delta t; \quad F\Delta t = m\vartheta - m\vartheta_0; \quad F\Delta t = m(\vartheta - \vartheta_0)$$

- *Jismlar (yoki moddiy nuqtalar) sistemasi* deganda, o'zaro ta'sirlashuvchi bir nechta jism (yoki moddiy nuqta) tushuniladi. Sistemani tashkil etuvchi jismlar orasida ta'sir etadigan kuchlarni *ichki kuchlar*, sistemaga kirmagan jismlar bilan sistema jismlari orasida ta'sir etuvchi kuchlarni esa *tashqi kuchlar* deyiladi. Tashqi kuchlar ta'sir etmaydigan sistema *yopiq sistema* deb ataladi.
- **Impulsning saqlanish qonuni ta'rifi:** Yopiq sistemani tashkil etgan jismlar impulslarining vektor yig'indisi bu sistemadagi jismlarning bir-biri bilan bo'ladigan har qanday o'zaro ta'sirida o'zgarmaydi.
→ Impulsning saqlanish qonuni:
 $m_1 \vartheta_1 + m_2 \vartheta_2 = m_1 \vartheta_1' + m_2 \vartheta_2'$; $\sum m \vartheta = Const$
- *Reaktiv harakat* deb, jism va shu jismdan tashqariga chiqarib yuboriladigan modda orasidagi ta'sirlashishga asoslangan harakatga aytiladi
- Jism impulsining o'zgarishi $-\Delta P$:
⇒ m massali jism tekislikka ϑ tezlik bilan tik yo'nalishda noelastik urilganda: $\Delta P = m \cdot \vartheta$
⇒ m massali jism tekislikka α burchak ostida ϑ tezlik bilan noelastik urilganda: $\Delta P = m \cdot \vartheta \cos \alpha$
⇒ m massali jism tekislikka ϑ tezlik bilan elastik urilgandagi impulsning o'zgarishi: $\Delta P = 2m\vartheta$
⇒ m massali jism tekislikka α burchak ostida ϑ tezlik bilan elastik urilganda: $\Delta P = 2m\vartheta \cos \alpha$
- Jismlar sistemasining impulsi $-P_{\text{mas}}$
⇒ jismlar bir xil yo'nalishda harakatlansa: $P_{\text{mas}} = m_1 \vartheta_1 + m_2 \vartheta_2$
⇒ jismlar qarama-qarshi tomonga harakatlansa: $P_{\text{mas}} = m_1 \vartheta_1 - m_2 \vartheta_2$
⇒ jismlar perpendikulyar yo'nalishda harakatlansa:
$$P_{\text{mas}} = \sqrt{(m_1 \vartheta_1)^2 + (m_2 \vartheta_2)^2}$$

⇒ jismlar α burchak ostida harakatlansa:
$$P = \sqrt{(m_1 \vartheta_1)^2 + (m_2 \vartheta_2)^2 + 2(m_1 \vartheta_1) \cdot (m_2 \vartheta_2) \cos \alpha}$$
- **Nisbiy impulsni topish.**
⇒ Tezligi ϑ_1 bo'lgan bir jismning ϑ_2 tezlikka ega bo'lgan boshqa jisimga nisbatan impulsi: $P_{\text{ab}} = m_1 \cdot \vartheta_{\text{ab}}$
⇒ jismlar bir xil yo'nalishda harakatlansa: $P_{\text{ab}} = m_1 (\vartheta_1 - \vartheta_2)$
⇒ jismlar qarama-qarshi yo'nalishda harakatlansa: $P_{\text{ab}} = m_1 (\vartheta_1 + \vartheta_2)$
⇒ jismlar tik yo'nalishda harakatlansa: $P_{\text{ab}} = m_1 \sqrt{(\vartheta_1)^2 + (\vartheta_2)^2}$
- Jismlar noelastik to'qnashgandan keyingi tezligi $-u$
⇒ harakat yo'nalishlari bir xil bo'lganda: $u = \frac{m_1 \vartheta_1 + m_2 \vartheta_2}{m_1 + m_2}$
⇒ harakat yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lganda: $u = \frac{m_1 \vartheta_1 - m_2 \vartheta_2}{m_1 + m_2}$

- Jismlar markaziy elastik to'qnashgandan keyingi tezliklari u_1 va u_2
 \Rightarrow harakat yo'nalishlari bir xil bo'lganda:

$$u_1 = \frac{2m_2 v_2 - (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{2m_1 v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2}$$

- \Rightarrow harakat yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lganda

$$u_1 = \frac{-2m_2 v_2 - (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{2m_1 v_1 - (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2}$$

16-§. Mexanik ish va quvvat

- Mexanik ish* deganda, jismga ta'sir etuvchi kuch moduli, ko'chish moduli va kuch bilan ko'chish yo'nalishlari orasidagi burchak kosinusining ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalik tushiniladi: $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$
- Jismga ta'sir etuvchi kuch va bu kuch ta'sirida sodir bo'lgan ko'chish vektorlarining skalyar ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi skalyar kattalikka *mexanik ish* deyiladi. Agar jismga bir nechta kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi ish bajaradi.
- Kuchning ta'sir yo'nalishi bilan ko'chish yo'nalishi bir xil bo'lganda bajarilgan ish musbat bo'ladi, shuning uchun bunday holda kuch *tortish kuchi* yoki *harakatlantiruvchi kuch* deb ataladi.
- Kuchning ta'sir yo'nalishi bilan ko'chish yo'nalishlari teskari bo'lganda bajarilgan ish manfiy qiymatga ega bo'ladi. Bu holda kuch harakatga to'sqinlik qiladi, shuning uchun uni *qarshilik kuchi* yoki *ishqalanish kuchi* deb ataladi.
- Markazdan qochma va intilma kuchlar harakatlanish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lganligi uchun ular ish bajarmaydi (bajargan ishlari nolga teng bo'ladi). $A=0$

- Og'irlik kuchining bajarilgan ishi: $A = mgh$; $A = \frac{m(\theta_2^2 - \theta_1^2)}{2}$

- Kaloriya* issiqlik miqdori ish va energiya birliklari bo'lib, 1gramm suvni temperaturasini normal atmosfera bosimida 1°C (yoki 1K)ga oshirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdoridir: $1\text{kal} = 4.2\text{J}$

\rightarrow Gorizont bilan α burchak tashkil qilgan holda:

$$A_{\text{og}} = \frac{1}{2} PS \sin 2\alpha; \quad A_{\text{og}} = mgs \cos \alpha \cdot \sin \alpha; \quad A_{\text{og}} = \frac{1}{2} mgs \sin 2\alpha$$

- Jism gorizont yo'nalishda harakatlanganida, og'irlik kuchini bajarilgan ishi: $A = 0$
- Mexanik ishning kinetik energiyaga bog'liqligi:

$$A = \Delta E_{\text{kin}} = E_2 - E_1; \quad A = \frac{m(\theta_2^2 - \theta_1^2)}{2}$$

- Yerda yotgan l uzunlikdagi sterjenni tik qilib qo'yishda bajarilgan ish: $A = mg \frac{l}{2}$

- Sterjenni gorizontga nisbatan α burchakka og'irishda bajarilgan ishi: $A = mg \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha$
- Jism a tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilganida bajarilgan ishi: $A = m(g + a)h$
- Ko'char blokda jismni h balandlikka ko'targanda F kuchni bajargan ishi: $A = 2mgh$
- F kuch ta'sirida jism h balandlikka ko'tarilganda F kuchni bajargan ishi: $A = Fh$
- Qarshilik kuchining bajargan ishi: $A = F_{qar} h = m(g - a)h$

- Elastiklik kuchini bajargan ishi:

$$A = \frac{k \cdot x^2}{2}; \quad A = \frac{F_{elast} \cdot x}{2}; \quad A = \frac{F_{elast}^2}{2k}$$

- Ishqalanish kuchining bajargan ishi:

$$A = F_{ishq} l = \mu mgl - \text{gorizontol sirtida}$$

$$A = \mu mgl \cdot \cos \alpha - \text{qiya tekislikda.}$$

- Markazga intilma kuch va Lorens kuchlari ish bajarmaydi (ularning bajargan ishi 0 ga teng)
- Og'irlik kuchi (Gravitatsion kuchi), elastiklik kuchi, elektrostatik (Kulon) kuchi va Arximed kuchlarining bajargan ishi traektoriya shakliga bog'liq emas.
- Ishqalanish kuchi va qarshilik kuchlarining bajargan ishi ichki energiyaga (issiqlikka) aylanadi.
- **Quvvat** deb vaqt birligi yoki bir sekund ichida bajarilgan ishga son jihatdan teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$N = \frac{A}{t}; \quad N = Fg \cos \alpha; \quad N = Fg; \quad N = \frac{mgh}{\eta t}; \quad N = \frac{m g^2}{2t}$$

- Quvvat birligi bir Vatt bo'lib u 1 sekundda 1 Joul ish bajaradigan mashina quvvatidir.
- Quvvati 736,2 W bo'lgan mashina 1 Ot kuchiga ega.
- 1 kW·soat = $3,6 \cdot 10^6$ Joulga teng bo'lib, bu ish birligidir.
- Mashinaning tejamlorligini, ya'ni u bajaragan to'liq ishning qancha qismi foydali ishga aylanishini xarakterlaydigan kattalikka mashinaning *foydali ish ko'effitsiyenti* (qisqacha FIK) deyiladi va grekcha η (eta) harfi bilan belgilanadi.
- Foydali ish ko'effitsiyenti: (FIK):

$$\eta = \frac{A_f}{A_r} \cdot 100\%; \quad \eta = \frac{N_f}{A_r}; \quad \eta = \frac{N_f}{N_r} \cdot 100\%; \quad \eta = \frac{N_f}{N_r}$$

→ qiya tekislik uchun FIK:

$$\eta = \frac{1}{1 + \mu \operatorname{tg} \alpha}; \quad \eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \mu}; \quad \eta = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

- Quvvati N ga teng bo'lgan dvigatel m massali yukni h balandlikka t vaqtda olib chiqqanidagi FIK: $\eta = \frac{mgh}{N \cdot t} \cdot 100\%$
- Dvigatelining quvvati N_{Δ} ga teng bo'lgan mashina o'zgarmas S tezlikda ketayotgan bo'lsa: $\eta_{\Delta} = \frac{F_{\text{tr}} \cdot S}{N_{\Delta}} \cdot 100\%$
- O'zgarmas tezlik bilan ketayotgan avtomobilning tortish kuchi F_{tr} bo'lib, S masofada yoqqan yoqilg'i massasi m_{yoq} : $m_{\text{yoq}} = \frac{SF_{\text{tr}}}{\eta}$

17-§. Energiya va uning saqlanish qonuni

- Jismning ish bajara olish qobiliyatiga *energiya* deyiladi.
- Energiya jism holatini xarakterlaydigan fizik kattalik bo'lib, uning o'zgarishi bajarilgan ishga teng bo'ladi.
- Jismning harakati bilan bog'liq bo'lgan energiyasi *kinetik energiya* deyiladi.
- Kinetik energiya – harakat energiyasidir:

$$W_k = \frac{mv^2}{2}; \quad W_k = \frac{P^2}{2m}; \quad W_k = \frac{P^2}{2m}; \quad P\text{-jism impulsi}$$

- Qiya tekislikdan sirpanishsiz dumalab tushayotgan silindri kinetik energiyasi:

$$W_k = \frac{3}{4}mv^2$$

- Jismning holati bilan bog'liq bo'lgan energiyasi *potensial energiya* deyiladi
- Jismning *potensial energiyasi* deb ularning bir-biriga nisbatan vaziyati tufayli olgan energiyasiga aytiladi.

- Jism qandaydir kuch ta'siri ostida bo'lsa potensial energiyaga ega bo'ladi:

→ Yerdan h balandlikdagi jismning potensial energiyasi: $W_p = mgh$

→ prujinaning potensial energiyasi: $W_p = \frac{kx^2}{2}$ $W_p = \frac{F\Delta x}{2}$ $W_p = \frac{F_d}{2k}$

- Jismning energiyasi (kinetik energiyasi ham, potensial energiyasi ham) ish birliklarida (joullarda) o'lchanadi.

- Har qanday jism bir vaqtda ham potensial energiyaga, ham kinetik energiyaga ega bo'la oladi.

- Kinetik va potensial energiyalar yig'indisi *to'liq mexanik energiya* deyiladi

$$W_{\text{mex}} = W_k + W_p$$

- Fizikaning makon va zamonda ro'y beradigan barcha jarayonlarni ma'lum tartibga solib turadigan umumiy qonunlari mavjud bo'lib, ular *saqlanish qonunlari* deyiladi.

- Materiyaning harakati makon va zamonda ro'y beradi. Fizikadagi umumiy qonunlar ham makon va zamonga tayangan, ya'ni ularning biror xossasiga asoslangan bo'ladi. Bu xossalar: makonning, ya'ni fazoning bir jinsliliigi va izotopliligi, zamoning, ya'ni vaqtning esa bir jinsliliigidir.

- **Fazoning bir jinsliliği** deyilganda uning barcha nuqtalarining teng kuchliliği tushuniladi, ya'ni fizik jarayonning ro'y berishi, tajriba fazoning qaysi nuqtasida o'tkazilishidan qat'iy nazar bir xilda kechadi.
- **Fazoning izotoplīgi**, deyilganda uning barcha yo'nalishlari teng kuchliliği tushuniladi, ya'ni fizik jarayonning ro'y berishi tajriba fazoning qaysi yo'nalishida o'tkazilishidan qat'iy nazar bir xilda kechadi.
- **Vaqtning bir jinsliliği**, deyilganda uning har bir onining teng kuchliliği tushuniladi, ya'ni fizik jarayonning ro'y berishi tajribaning qachon boshlanishiga mutlaqo bog'liq emas. Eynshteynning saqlanish qonuni vaqtning bir jinsliliğining natijasidir.
- **Mexanik energiyaning saqlanish qonuni ta'rifi**: Jismning istalgan vaqtidagi kinetik va potentsial energiylarining yig'indisi shu jismning *to'liq mexanik energiyasi* deyiladi. Jismning to'liq mexanik energiysi o'zgar olmaydi. Mexanik energiya o'z-o'zidan hosil bo'lmaydi va yo'qolmaydi, u bir turdan ikkinchi turga aylanishi yoki bir jismdan ikkinchi jisimga o'tishi mumkin.
- **Mexanik energiyaning saqlanish qonuni**:

$$W_1 = W_A + W_P = \text{Const}; \quad W_1 = mgh + \frac{m\vartheta^2}{2} = \text{Const}; \quad W_1 = W_{1_{\text{max}}}; \quad W_1 = W_{1_{\text{min}}};$$

$$W_{1_{\text{min}}} \Rightarrow W_A = 0; \quad W_A = 0 \Rightarrow W_{1_{\text{min}}}; \quad \frac{m\vartheta^2}{2} + mgh = \text{const}$$

$$\frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}; \quad \frac{m\vartheta_0^2}{2} = W_{1_{\text{in}}} + W_{P_{\text{in}}}; \quad mgh_{\text{max}} = W_{1_{\text{in}}} + W_{P_{\text{in}}}$$

- **Ish va kinetik energiya orasidagi bog'liqlik**:

$$A = W_{k2} - W_{k1}; \quad A = \frac{m\vartheta^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m}{2}(\vartheta^2 - \vartheta_0^2)$$

- **Ish va potentsial energiya (og'irlik kuchining bajargan ishi)**:

$$A = W_{P1} - W_{P2}; \quad A = mgh_0 - mgh; \quad A = -mg\Delta h$$

- **Elastiklik kuchining bajargan ishi**:

$$A = \frac{kx^2}{2} - \frac{kx^1}{2} = \frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2);$$

- **Massa markazi orqali o'tgan o'q atrofida erkin aylanayotgan qattiq**

jism kinetik energiyasi:
$$W_k = \frac{m\vartheta_0^2}{2} + \frac{J_0\omega^2}{2}$$

ϑ_0 – massa markazining tezligi ω – burchak tezlik.

- **Qiya tekislikdan sirpanib dumalab tushayotgan silindring kinetik**

energiyasi:
$$W_k = \frac{5m\vartheta_0^2}{4} + \frac{J_0\omega^2}{2}$$

- **Urilish** deb, ikki yoki undan ko'p jismlarning juda qisqa vaqt davomidagi ta'sirlashuviga aytiladi.
- **Absolyut noelastik urilish** deb, ikkita deformatsiyalanadigan sharlarning urilishiga aytiladi. Absolyut noelastik urilishda impulsning saqlanish qonuni

bajariladi va mexanik energiyaning saqlanish qonuni bajarilmaydi. Mexanik energiyaning bir qismi ichki energiyaga aylanadi.

- *Absolyut elastik urilish* deb, ikkita deformatsiyalanmaydigan sharlarning urilishiga aytiladi. Bunda sharlarning urilishdan keyingi kinetik energiyasi urilishdan keyingi kinetik energiyasiga teng bo'ladi. Bu turdagi urilishda mexanik energiyaning va impulsning saqlanish qonuni bajariladi.

STATIKA

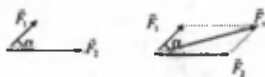
18- §. Kuchlarni qo'shish. Kuch momenti

- Mexanikaning kuchlar ta'siri ostida bo'lgan jism yoki jismlar sistemasining muvozanatda bo'lish shartlarini o'rganadigan bo'limi *statika* deyiladi. Statika grekcha «statos» so'zidan olingan bo'lib, lug'aviy ma'nosi «qo'zg'almas» demakdir
- Jismning tinch turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan holatiga, *muvozanat holati* deyiladi.
- **Jismning muvozanat sharti:** jismga ta'sir etayotgan barcha kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa, jism muvozanat holatda bo'ladi.
- Aylanmaydigan jism muvozanatda bo'lishi uchun jismga qo'yilgan kuchlarning istalgan o'qdagi proeksiyalarining yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur:

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots = 0; \quad F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots = 0; \quad \sum_{i=1}^n F = 0$$

- O'zaro burchak ostida yo'nalgan ikkita kuchning teng ta'sir etuvchisi:

$$F_1 = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha}$$



a)

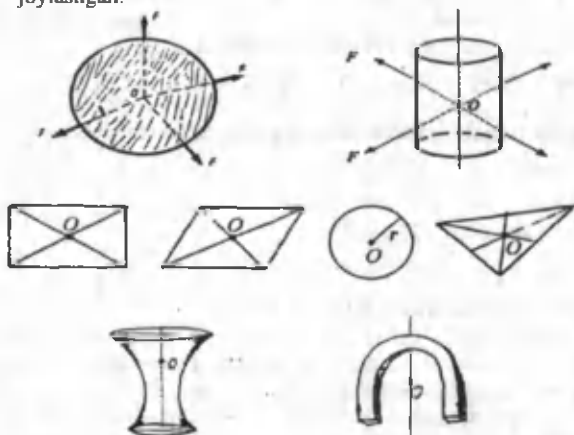
b)

Rasm 24. Ikki kuchni parallelogram usulida qo'shish

- *Kuch yelkasi* deb, kuchning ta'sir chizig'i va aylanish o'qi orasidagi eng qisqa masofaga aytiladi. Ta'sir etuvchi kuchning aylantirish xususiyatini ifodalash uchun kuch momenti deb ataladigan kattalikdan foydalaniladi. *Kuchning aylanish o'qiga nisbatan momenti* deganda, shu kuch moduli bilan kuch yelkasi ko'paytmasiga aytiladi.
- Kuch momenti: $M = |F| \cdot d$
- Kuch momenti vektor kattalik bo'lib, uning XBS dagi o'lchov birligi sifatida N·m qabul qilingan. Lekin kuch momentining birligi, ya'ni IN·m ni J (Joul) deb atash qabul qilinmagan.
- Jismni soat strelkasi yo'nalishida aylantiruvchi kuch momentlarining ishorasi musbat deb, soat strelkasiga teskari aylantiruvchi kuch momentlarining ishorasi manfiy deb qabul qilingan.
- Qo'zg'almas o'q atrofida aylana oladigan jismning muvozanat sharti yoki momentlar qoidasi: mahkamlangan o'q atrofida aylana oladigan jismga

qo'yilgan kuchlarning bu o'qqa nisbatan olingan momentlarining algebraik yig'indisi nolga teng ($\sum M = 0$) bo'lganda ushbu jism muvozanatda bo'ladi.

- **Momentlar qoidasi:** Aylanish o'qiga ega bo'lgan jism muvozanatda bo'lishi uchun unga ta'sir etuvchi kuchlar momentlarining vektor yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni: $\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \dots = 0$; $\sum M = 0$
- Har bir jism uchun uni ilgari lanma harakatga keltiruvchi barcha kuchlarning ta'sir yo'nalishlari kesishadigan bitta nuqta mavjud. Bu nuqta jismning massa (yoki og'irlik) markazidir. Kuchning ta'sir chizig'i massa markazidan o'tmasa bu kuch jismni buradi.
- Jismning barcha zarralariga ta'sir etuvchi og'irlik kuchlarining markaziga shu jismning og'irlik markazi deyiladi.
- Jismning og'irlik markazi - jismning barcha zarralariga ta'sir etuvchi og'irlik kuchlarining mazkur nuqtaga nisbatan momentlarining yig'indisi hamma vaqt nolga teng bo'lgan nuqta.
- Bir jinsli to'rtburchak va parallelogramning og'irlik markazi uning *diagonallari kesishgan nuqtada* joylashgan.
- Bir jinsli uchburchakning og'irlik markazi uning *medianalari kesishgan nuqtada* joylashgan.

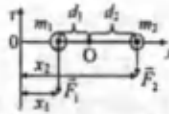
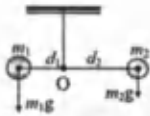


Rasm 25. Bir jinsli geometrik shakllarning massa (og'irlik) markazi.

- Aylanish o'qiga ega bo'lgan har qanday qattiq jism *richag* deyiladi. Richagning osilish nuqtasiga nisbatan F_1 va F_2 kuchlar momentlarining $M_1 = M_2$ shartida richag muvozanatda bo'ladi.
- Mexanikaning oltin qoidasi: Kuchdan qancha yutsak masofadan shuncha yutqazamiz, masofadan qancha yutsak kuchdan shuncha yutqazamiz.
- **Jismlar sistemasining massa markazi:**

$$x_0 = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}; \quad m_1 \cdot (x_m - x_1) = m_2 \cdot (x_2 - x_m)$$

x_1, x_2 - birinchi jism va ikkinchi jismlar massa markazlarining koordinatasi



Rasm 26. Richag

Rasm 27. Jismlar sistemasining massalar markazi

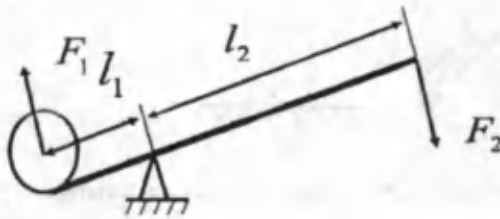
→ Agar jismlar hajmlari teng bo'lsa:
$$x_0 = \frac{\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

- Vaznsiz richagning muvozanat sharti:

$$m_1 d_1 = m_2 d_2; \quad d_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} d; \quad d_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} d; \quad d = d_1 + d_2$$

- Vaznsiz richagning yelkalariga F_1 va F_2 kuchlar qo'yilgan bo'lsa:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2; \quad d_1 = \frac{F_2}{F_1 + F_2} d; \quad d_2 = \frac{F_1}{F_1 + F_2} d; \quad d = d_1 + d_2$$



Rasm 28. Richag

Massaga ega bo'lgan richagning muvozanat shartlari:

- Massasi M va uzunligi l bo'lgan richagning yelkalariga F_1 va F_2 kuchlar qo'yilganda muvozanat sharti:
$$Mg = \frac{2(F_1 l_1 - F_2 l_2)}{l_2 - l_1}; \quad l = l_1 + l_2$$

- Agar M massali richagning faqat bir tomoniga F kuch qo'yilgan bo'lsa, $F_1 = F$ va $F_2 = 0$;
$$M \cdot g = \frac{2F \cdot l_1}{l_2 - l_1}; \quad l = l_1 + l_2$$

- Massasi M va uzunligi l bo'lgan richagning yelkalariga m_1 va m_2 massali yuklar osilgan:
$$m_1 l_1 + \frac{l_1 - l_2}{2} M = m_2 l_2; \quad l = l_1 + l_2$$

- Agar M massali richagning faqat bir tomoniga yuk osilgan bo'lsa, ya'ni $m_2 = 0$
$$m_1 l_1 = \frac{l_2 - l_1}{2} M; \quad l = l_1 + l_2$$

- Yerda yotgan m massali xodaning bir uchidan bir oz ko'tarish uchun kerak bo'ladigan kuch:
$$F = \frac{mg}{2}$$

- Ko'ndalang kesim yuzasi bir xil bo'lgan har xil jismlar tutashgan joyida tayanchga o'rnatilgan:
$$l_1 \rho_1 = l_2 \rho_2; \quad \frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

- Ikki tayanchga o'rnatilgan jisimni tayanchga berayotgan bosim kuchlari yoki

tayanchlarning reaksiya kuchlari:

$$F_1 = \frac{l_2}{l_1 + l_2} \cdot Mg; \quad F_2 = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cdot Mg; \quad F_1 + F_2 = Mg; \quad l = l_1 + l_2$$

- Bir jinsli sterjenning massa markazini Δx ga surish uchun uning bir uchidan $2\Delta x$ uzunlikdagi qismini kesib tashlash kerak.
- **Qattiq jism muvozanatining uch xil turi mavjud:** turg'un, turg'unmas va befarq.

1. Agar jism muvozanat holatidan biroz og'dirilganda uni muvozanat holatiga qaytaruvchi kuch yuzaga kelsa, bunday muvozanat *turg'un muvozanat* deyiladi. Botiq sirtga turgan va yengil ipga osilgan jismlarning muvozanati turg'un muvozanatga misoldir.

2. Agar jism muvozanat holatidan bir oz og'dirilganda uning og'ishini davom ettiruvchi kuch yuzaga kelsa bunday muvozanat *turg'unmas muvozanat* deyiladi. Qavariq sirtga turgan jismlarning muvozanati turg'unmas muvozanatga misoldir.

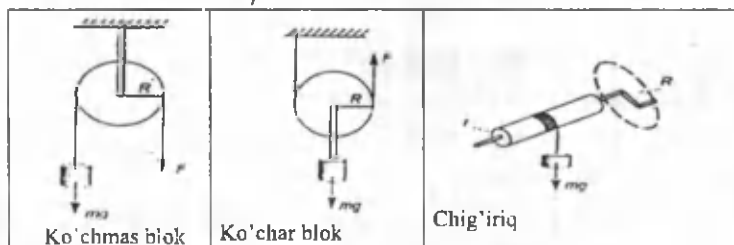


Rasm 29. Turg'un (1), turg'unmas (2) va befarq (3) muvozanat turlariga misollar

3. Muvozanat vaziyatidan chiqarilganda massa markazining vaziyati o'zgarmaydigan jismlarning muvozanati *befarq muvozanat* deyiladi.

Gorizontal sirtga turgan jismlarning muvozanati befarq muvozanatga misoldir.

- Ko'chmas blok faqat kuch yo'nalishini o'zgartiradi.
- Ko'char blok kuchdan ikki marta yutuq beradi.
- Chig'iriq kuchdan $\frac{R}{r}$ marta yutuq beradi.



Rasm 30. Ko'chmas blok, ko'char blok va chig'iriq

SUYUQLIK VA GAZLAR MEXANIKASI

19-§. Bosim va uning o'lchov birligi

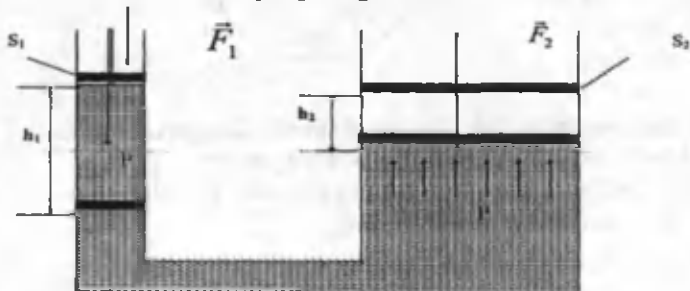
- Sirtning birlik yuziga perpendikulyar ravishda ta'sir etuvchi kuchga son jihatdan teng bo'lgan skalyar kattalikka *bosim* deyiladi.

$$\rightarrow \text{bosim: } P = \frac{F}{S}; \quad P = P_r = \frac{F_r}{S} = \frac{F \cdot \sin \alpha}{S};$$

- XBS da bosim birligi, Pa (Paskal).
- Bosim skalyar kattalik bo'lganligi uchun F kuchning bosimi uning vertikal va gorizontal tashkil etuvchilari bosimlarining arifmetik yig'indisiga teng: $R = R_x + R_y$,
- Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi sirtga parallel yo'nalganligi uchun, u sirtga bosim bermaydi.
- Qattiq jismlarda bosim kuch yo'nalishida uzatiladi. Suyuqlik va gazlarda bosimning uzatilish mexanizmi Paskal qonuniga asoslangan.

20-§. Suyuqlik va gazlar uchun Paskal qonuni.

- Paskal qonuni ta'rifi:** Suyuqlik yoki gazga berilgan tashqi bosim suyuqlik yoki gazning har bir nuqtasiga o'zgarishsiz uzatiladi.



Rasm 31. Gidravlik press

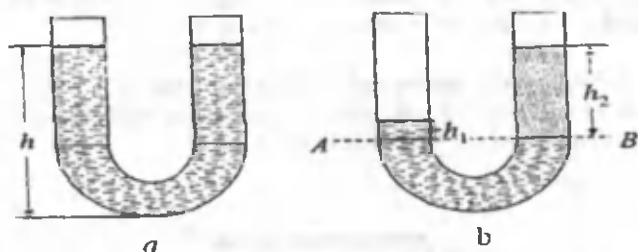
- Gidravlik press*-diametrlari har xil bo'lgan, o'zaro tutashgan ikki silindr va ular ichida harakatlana oladigan porshenlardan iborat. Gidravlik pressning ishlash prinsipi Paskal qonuni va mexanikaning oltin qoidasiga asoslangan.

→ gidravlik press formulalari:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}; \quad F_1 \cdot S_2 = F_2 \cdot S_1; \quad P_1 = P_2; \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}; \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{S_2}{S_1}; \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

21-§ Suyuqlikning og'irlilik kuchi ta'sirida idish tubi va devorlariga bosimi

- Suyuqlikning og'irligi ta'sirida sirtidan h chuqurlikdagi barcha nuqtalarda hosil qiladigan bosimi suyuqlik ustunining balandligiga va zichligiga to'g'ri proporsional.
- Pastki qismlari tutashgan ixtiyoriy shakldagi idishlar *tutash idishlar* deyiladi.
- Tutash idishlardagi bir-biriga aralashmaydigan suyuqliklarning ajralish sathidan boshlanadigan balandliklari bu suyuqliklarning zichliklariga teskari proporsional.
- Suyuqlikning og'irligi tufayli idish tubiga ta'sir qiladigan bosimi *gidrostatik bosim* deyiladi.



Rasm 32. U-simon tutash idishlar: a) bir xil zichlikdagi suyuqlik solingandagi hol uchun; b) har xil zichlikdagi suyuqlik solingan hol uchun

- Suyuqlik va gazlarning idish tubiga bosimi (gidrostatik bosim): $P = \rho gh$
- Tutash idishlardagi suyuqliklar muvozanati:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 : \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}; \quad \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}; \quad \rho = \frac{1}{h_1} \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

→ Silindrlilik idishning tubiga va yon devorlariga bosimi:

$$P_s = \rho_s gh; \quad P_m = \frac{\rho_s R g}{2}; \quad P_s = P_m \Rightarrow H = R/2$$

N- silindr balandligi

R-silindr asosining radiusi

- Tezlanish bilan harakatda suyuqlikning idish tubiga bosimi:

→ a tezlanish bilan ko'tarilayotganda va tezlanish yuqoriga yo'nalgan:

$$P = \rho(g+a) \cdot h$$

→ a tezlanish bilan ko'tarilayotgan va tezlanish pastga yo'nalgan:

$$P = \rho(g-a) \cdot h$$

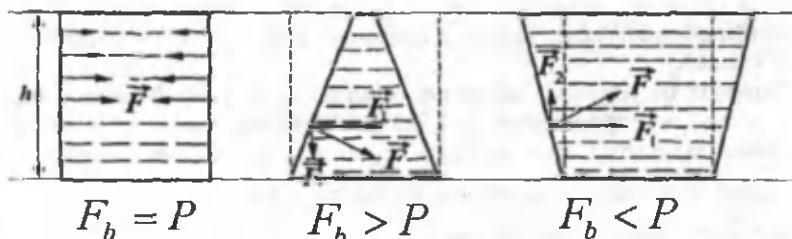
→ a tezlanish bilan tushayotganda va tezlanish pastga yo'nalgan:

$$P = \rho(g-a) \cdot h$$

→ a tezlanish bilan tushayotganda va tezlanish yuqoriga yo'nalgan:

$$P = \rho(g+a) \cdot h$$

→ $a=0$ yoki tekis ko'tarilayotgan yoki tushayotganda: $P = \rho gh$



Rasm 33. Hidrostatik paradoks hodisasi

- Bir xil balandlik va tubining yuzasi bir xil bo'lgan turli shakldagi idishlarga bir xil suyuqlik quyilganda idish tubiga bosim kuchlari bir xil bo'lish hodisasiga *hidrostatik paradoks* deyiladi.

22-§. Atmosfera bosimi

- Er atrofini azot, kislorod va boshqa gazlar aralashmasidan iborat havo qobig'i o'rab olgan bo'lib, u *atmosfera* deb ataladi.
- Atmosfera massasi $5,15 \cdot 10^4$ kg atrofida. Atmosfera tarkibining 78,1% ini azot, 21% ini kislorod, 0,9% argon va boshqa gazlar tashkil qiladi.
- Atmosferaning koinotga tarqab ketmasligining sababi—havo zarralarining yerga tortilishidir. Xuddi idishdagi suyuqlikning og'irligi tufayli bosim vujudga kelganidek, havoning og'irligi tufayli atmosfera bosimi vujudga keladi. Atmosfera bosimi mavjudligini 1643 yilda Torrichelli aniqlagan.
- Dengiz sathi balandligidagi joylarda 0°C temperaturada atmosfera bosimi, o'rta hisobda balandligi 760 mm bo'lgan simob ustunining bosimiga teng bo'lib, bu bosim normal atmosfera bosimi deyiladi. Dengiz sathidan turlicha balandliklarda simob ustunining balandligi turlicha bo'ladi. Dengiz sathidan har 12 m balandlikka ko'tarilganda atmosfera bosimi o'rtacha 1 mm simob ustuniga kamayadi.

$$(1 \text{ mm sim. ust.} = 133,3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 133,3 \text{ Pa})$$

Fizik atmosfera (qisqacha atm.) — balandligi 760 mm bo'lgan vertikal simob ustunining bosimidir:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm sim. ust.} = 101325 \text{ Pa} = 101,325 \text{ kPa} = 1013,25 \text{ gPa.}$$

Metrologiyada: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

- Atmosfera bosimining balandlik ortishi bilan kamayib borishidan ko'tarilish balandligini aniqlashda foydalaniladi.
- Atmosfera bosimini o'zgarishiga qarab balandlikni o'lchaydigan asboblarga *altmetrlar* deyiladi
- Dengiz sathidan h balandlikdagi atmosfera bosimi

$$P = (10^5 - \frac{h}{12} \cdot 133,3) \text{ Pa} \quad P = (760 - \frac{h}{12}) \text{ mm. sim. ust}$$

- Berk idishdagi gazlarning yoki suyuqliklarning bosimi *ma'nometrlar* yordamida, atmosfera bosimi *barometrlar* yoki *aneroidlar* yordamida o'lchanadi.
- Suyuqlik qo'yilgan idishning usti ochiq bo'lsa, u holda h balandlikka ega bo'lgan suyuqlikning idish tubiga beradigan bosimi, gidrostatik bosim bilan atmosfera bosimining yig'indisiga teng bo'ladi: $P = \rho gh + P_0$
- Usti ochiq idishning yon devorlarida bosim: $P_{\text{son}} = P_0 + \frac{\rho gh}{2}$
- Usti yopiq idishning asosidagi bosim: $P_{\text{asos}} = \rho gh$
- Usti yopiq idishning yon devorlaridagi bosim: $P_{\text{son}} = \frac{\rho gh}{2}$
- Silindrsimon idishga quyilgan suyuqlikning asosga beradigan bosim kuchi yon sirtiga beradigan bosimga teng bo'lsa, u holda h - balandlik R - asos radiusiga teng bo'ladi. $h = R$
- Ko'l tubidan ko'tarilgan pufakchanning hajmi n marta ortgan bo'lsa, ko'l tubining chuqurligi - h :

$$\Rightarrow \text{temperatura bir xil bo'lsa: } T_1 = T_2 \quad h = 10(n-1): \quad n = \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3$$

$$\Rightarrow \text{temperatura har xil bo'lsa: } T_1 \neq T_2 \quad h = 10\left(\frac{T_2}{T_1}n - 1\right): \quad n = \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3$$

T - absolyut temperatura R - pufakcha radiusi.

23-§ Arximed kuchi

- **Arximed kuchi yoki Arximed qonuni:** Suyuqlik (yoki gaz) o'ziga botirilgan jismga yuqoriga tik yo'nalgan va jismning botirilgan qismi hajmidagi suyuqlikning (yoki gazning) og'irligiga teng kuch bilan ta'sir etadi.
 - Arximed (qonuni) kuchi: $F_a = \rho_1 V_1 g$
 - Suyuqlik solingan idish vertikal yo'nalishda a tezlanish bilan ko'tarilayotgan bo'lsa, Arximed kuchi ortadi: $F_a = \rho_1 V_1 (g + a)$
 - Suyuqlik solingan idish vertikal yo'nalishda a tezlanish bilan tushayotgan bo'lsa, Arximed kuchi kamayadi: $F_a = \rho_1 V_1 (g - a)$
- Arximed kuchi F_A bilan jismning og'irligi mg orasidagi ayirma ko'taruvchi kuch F_k deyiladi: $F_k = F_A - mg$
- Ko'taruvchi kuchning kattaligi va yo'nalishiga bog'liq ravishda suyuqlikka botirilgan jism uch holatda bo'lishi mumkin:
 1. Arximed kuchi og'irlik kuchidan kichik bo'lsa ko'taruvchi kuch manfiy bo'ladi: $F_k < 0$; $F_A - mg = \rho_1 V_1 g - \rho_2 V_2 g = (\rho_1 - \rho_2) V_1 g < 0$
Bu holda $\rho_1 < \rho_2$ va jism suyuqlik tubiga tushadi, ya'ni cho'kadi.
 2. Arximed kuchi son jihatidan jismning og'irligiga teng, bunda ko'taruvchi kuch nolga teng bo'ladi: $F_k = 0$; $F_A - mg = \rho_1 V_1 g - \rho_2 V_2 g = (\rho_1 - \rho_2) V_1 g = 0$

Bu holda $\rho_s = \rho_j$ va jism suyuqlikka to'liq botgan holda suzib yuradi.

3. Arximed kuchi og'irlik kuchidan katta bo'lsa, u holda ko'taruvchi kuch musbat: $F_A > 0$; $F_A - mg = \rho_s V_s g - \rho_j V_j g = (\rho_s - \rho_j) V_j g > 0$

Bunda $\rho_s > \rho_j$ va suyuqlikka botirilgan jism undan qalqib chiqa boshlaydi.

- Jismning og'irligi uning suyuqlikka botib turgan qismi miqdoridagi suyuqlik og'irligiga tenglashgach jismning ko'tarilishi to'xtaydi. Suyuqlik ustida qalqib suza boshlayotgan jismga ta'sir etuvchi Arximed kuchining son qiymati uning og'irligiga teng bo'ladi:

$$F_A = \rho_s V_s g = m_j g; \quad \frac{V_s}{V_j} = \frac{\rho_j}{\rho_s}$$

→ jism botgan qismining hajmi: $\Delta V = V_0 \cdot \frac{\rho_j}{\rho_s}$

→ jism botgan qismi: $\rho_j / \rho_s = V_{bot} / V_j$; $V_{bot} = \frac{m_j}{\rho_s}$

→ jism botmagan qismining hajmi: $\frac{V_{bot}}{V_j} = \frac{\rho_s - \rho_j}{\rho_s}$

- Suyuqlikda jismni ushlab turuvchi kuch

$$F = mg - F_A; \quad F = (\rho_j - \rho_s) V_j g$$

- Jismning suyuqlikdagi og'irligi

$$F = mg - F_A; \quad F = (\rho_j - \rho_s) V_j g$$

- Suyuqlikda jism og'irligi n marta kamaygan bo'lsa, jism zichligini topish formulasi: $\rho_j = \frac{n}{n-1} \rho_s$; $n = \frac{mg}{mg - F_A}$

- Jismning havodagi og'irligi P , zichligi ρ , bo'lgan suyuqlikda og'irligi P_1 bo'lsa jism zichligi $\rho_j = \frac{P \rho_s}{P - P_1}$

- Zichligi ρ_1 bo'lgan suyuqlikda jism og'irligi P_1 , ρ_2 suyuqlikda P_2 ga teng bo'lsa, jism zichligi $\rho_j = \frac{P_1 \rho_1 - P_2 \rho_2}{P_1 - P_2}$

- Jismni suyuqlikka botiruvchi kuch:

$$F = F_A - mg; \quad F = (\rho_s - \rho_j) V_j g; \quad F = \left(\frac{\rho_s}{\rho_j} - 1 \right) \cdot mg$$

- Suyuqlikda turgan jismga ta'sir etuvchi ko'taruvchi kuch: $F_A = F_A - mg$

$F_A > 0$ - bo'lsa, jism qalqib chiqadi

$F_A = 0$ - bo'lsa, jism suyuqlikda suzib yuradi

$F_A < 0$ - bo'lsa, jism suyuqlik tubiga botadi

- Suyuqlikdagi tezlanish:

→ suyuqlik ichiga: $a = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} \cdot g$; $\rho_2 = \frac{g}{g-a} \rho_1$

→ suyuqlikdan tepaga: $a = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} \cdot g$

- Suvda yurgan jismni yuk ko'tara olish qobiliyati:

$(\rho_1 > \rho_2)$ bo'lsa $\Delta m = V \cdot (\rho_2 - \rho_1)$

- Suv bilan limmo-lim to'ldirilgan idishga jism solinganda idishdan oqib tushadigan suv hajmi:

⇒ jism zichligi suyuqlik zichligidan kichik bo'lsa:

$$V_{\text{oqib}} = \frac{m_j}{\rho_2} \quad V_{\text{oqib}} = \frac{\rho_j}{\rho_2} \cdot V_j \quad (\rho_1 < \rho_2)$$

⇒ jism zichligi suyuqlik zichligidan katta yoki teng bo'lsa:

$$V_{\text{oqib}} = V_j \quad V_{\text{oqib}} = \frac{m_j}{\rho_1} \quad (\rho_1 \leq \rho_2)$$

- Suvda suzib yurgan muz uchun.

Muz hajmining 0,9 qismi suv ostida (V_{ost}), 0,1 qismi suv ustida, ya'ni havoda bo'ladi (V_{havo}) $V_{\text{ost}} = 0,9 \cdot V_{\text{muz}}$; $V_{\text{havo}} = 0,1 \cdot V_{\text{muz}}$

⇒ Muz hajmini topish: $V = \frac{10}{9} \cdot V_{\text{ost}}$; $V = 10 \cdot V_{\text{havo}}$

⇒ Muz hajmining suvga botgan qismi botmagan havodagi qismidan 9 marta katta bo'ladi: $V_{\text{ost}} = 9 \cdot V_{\text{havo}}$; $m_{\text{ost}} = 9 \cdot m_{\text{havo}}$

- Jism havoda h balandlikdan tushib suvga l chuqurlikka botdi, a suvdagi

tezlanish: $g \cdot h = a \cdot l$; $a = \frac{h}{l} g$; $h = \frac{a}{g} \cdot l$; $h = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \cdot l$

- Zichliklari ρ_1 va ρ_2 ($\rho_2 > \rho_1$) bo'lgan aralashmaydigan

suyuqliklarda to'la botganicha muallaq suzib yurgan jism hajmining V_1 qismi birinchi suyuqlikda, V_2 qismi ikkinchi suyuqlikda bo'lsa

$$\frac{V_1}{V} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1}; \quad \frac{V_2}{V} = \frac{\rho_1 - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1}; \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 - \rho_1}$$

- Suyuqlik ichida ichi g'ovak bo'shlig'i (V_{hava}) bo'lgan jism massasi va

hajmini topish: $m = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 - \rho_2} \cdot V_{\text{hava}}$; $V_1 = \frac{\rho_1}{\rho_1 - \rho_2} \cdot V_{\text{hava}}$

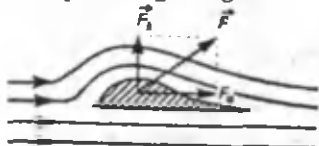
- Brusok suvdan (ρ_1) olib moyga (ρ_{moy}) botirilganida cho'kish balandligi

Δh ga ortgan bo'lsa, brusok massasi: $m = S \cdot \Delta h \cdot \frac{\rho_1 \cdot \rho_{\text{moy}}}{\rho_1 - \rho_{\text{moy}}}$

- Kemaning suv sig'imi deb unga ta'sir qilayotgan Arximed kuchiga aytiladi.
- Suyuqlik zichligini o'lchaydigan asbobga *areometr* deyiladi. Areometning ishlash prinsipi Arximed qonuniga asoslangan.

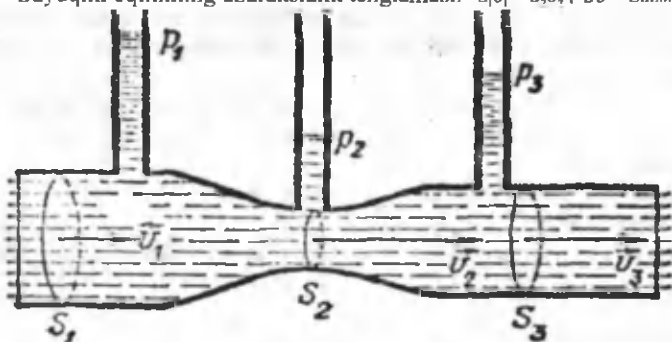
24-§. Suyuqliklarning trubalardagi harakati

- Suyuqliklarning harakat qonunlarini va jismlarning suyuqlik ichidagi harakatini o'rganuvchi fan *gidrodinamika* deyiladi.
- Harakatlanayotgan suyuqlik zarralari to'plamiga *oqim* deyiladi.
- Agar biror nuqtadan o'tayotgan suyuqlik zarrasining tezligi vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, oqim chiziqlarining shakli va vaziyati ham o'zgarmaydi. Suyuqlikning bunday harakati *statsionar (barqaror) harakat* deyiladi.
- Sirt yuzini kesib o'tuvchi oqim chiziqlari to'plami *oqim nayi* deyiladi.
- Bir-biriga tegib oqayotganda aralashmaydigan qatlamli oqishga *laminar oqim* deyiladi.
- Tezlik ortganda qatlamlarning tartibsiz ravishda aralashib oqishiga *turbulent oqim* deyiladi.
- Ishqalanish kuchlari nolga teng bo'lgan va siqilmaydigan suyuqlik *ideal suyuqlik* deyiladi.
- **Bernulli qonuni ta'rifi:** Harakatlanayotgan suyuqlik oqimining tezligi qancha katta bo'lsa, shu suyuqlik ichidagi bosim shuncha kichik bo'ladi.
- Samolyotlarning havoga ko'tarilishi Bernulli qonuniga asoslangan.



Rasm 34. Bernulli qonuni asosidagi ko'tarilish kuchi

- **Samolyot qanotini ko'taruvchi kuch:** Qanot ostidan o'tuvchi havo oqimining tezligi, qanot ustidan o'tuvchi havo oqimining tezligidan kichik bo'ladi. Qanot ostidagi bosim, ustidagi bosimdan katta bo'ladi. Shunga ko'ra ko'taruvchi kuch paydo bo'ladi.
- Suyuqlik oqimining uzuluksizlik tenglamasi: $S_1 v_1 = S_2 v_2 ; S v = Const$



Rasm 35. Suyuqlikning har xil ko'ndalang yuzali trubalardagi harakati

$$S_1 > S_2 > S_3 \quad \vartheta_1 < \vartheta_2 < \vartheta_3 \quad P_1 > P_2 > P_3$$

• Bernulli qonuni: $\frac{\rho \vartheta^2}{2} + \rho gh + P_1 = \frac{\rho \vartheta^2}{2} + \rho gh + P_2$ $\frac{\rho \vartheta^2}{2} + \rho gh + \rho_1 = Const$

$\frac{\rho \vartheta^2}{2}$ – dinamik bosim ρgh – statik bosim

• Aralashma temperaturasini topish: $t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2 + m_3 t_3}{m_1 + m_2 + m_3}$

• Moddani elektr choynakda isitish: $\Delta T = \frac{I^2 R t \eta}{cm}$

• Trubaning ko'ndalang kesim yuzasi: $S = \frac{m}{\vartheta \rho}$

• Suyuqlik oqimining quvvati: $N = \frac{m^2 \rho \vartheta^3}{8}$; $N = \frac{S \rho \vartheta^3}{2}$

d-truba diametri

• Idishdagi suyuqlik sathidan h balandlik pastda joylashgan idishning kichik teshigidan oqib chiqayotgan suyuqlikning tezligi: $v = \sqrt{2gh}$

• Ko'ndalang kesim yuzasi S ga teng bo'lgan quvurdan suyuqlik v tezlik bilan oqib chiqayotgan bo'lsa, t vaqt ichida quvurdan oqib chiqqan suyuqlikning hajmi va massasi:

$$V = S \vartheta t ; \quad m = \rho S \vartheta t ; \quad m = \rho S t \sqrt{2gh}$$

MEXANIK TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR

25-§. Tebranma harakat. Garmonik tebranishlar

- Biror muvozanat vaziyatiga nisbatan davriy takrorlanib turuvchi harakat **tebranish** yoki **tebranma harakat** deyiladi.
- Biror tashqi kuch ta'sirida muvozanat vaziyatidan chiqarilgan va tashqi kuch ta'siri to'xtatilganda ham ichki kuchlar ta'sirida davom etadigan **tebranma harakat erkin** yoki **xususiy tebranma harakat** deyiladi.
- Siljish masofasiga proporsional bo'lgan va dastlabki muvozanat holatiga qaytaruvchi kuch ta'sirida sodir bo'ladigan tebranish **garmonik tebranish** deyiladi.
- Sistemani muvozanat vaziyatidan og'ishini tavsiflovchi kattalik sinusoida yoki kosinusoida qonuni bo'yicha o'zgaradigan tebranishlar **garmonik tebranishlar** deyiladi.
- Tebranuvchi jismning muvozanat holatidan ikki marta ketma-ket bir yo'nalishda to'la o'tishi **to'la tebranish** deyiladi.
- **Tebranish davri** - jismning to'liq bir marta tebranishi uchun ketgan vaqtdir:

$$T = \frac{t}{N}; \quad T = \frac{1}{\nu}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

XBS da tebranish davri birligi qilib sekund (s) qabul qilingan.

- Vaqt birligi ichidagi tebranishlar soniga **tebranish chastotasi** deyiladi.

- Chastota 1 s dagi to'liq tebranishlar sonini ko'rsatadi. XBS da chastotaning birligi qilib s^{-1} yoki gerts (Hz) qabul qilingan:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi}; \quad \nu = \frac{N}{t}; \quad \nu = \frac{1}{T}$$

- Siklik yoki doiraviy chastota: $\omega = 2\pi\nu$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $\omega = \frac{2\pi N}{t}$

- Davr va chastota o'zaro teskari kattaliklardir:

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

- Ixtiyoriy vaqtda tebranayotgan jismning muvozanat vaziyatidan ko'chish masofasiga *siljish* deyiladi. Siljishning eng katta qiymatiga *amplituda* deyiladi.

- Garmonik tebranma harakat tenglamasi:

$$X = X_m \sin(\omega t + \alpha); \quad X = A \sin(\omega t + \alpha); \quad X = X_m \cos(\omega t + \alpha); \quad X = A \cos(\omega t + \alpha);$$

$$\omega = 2\pi\nu; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad A, X_m - \text{amplituda}; \quad \nu - \text{chastota}; \quad T - \text{davr}; \quad \alpha -$$

boshlang'ich faza;

ω - tebranma harakatning burchak (yoki siklik) chastotasi

$\omega t + \alpha$ - tebranish fazasi; φ_0 - tebranishning boshlang'ich fazasi

- Tebranma harakatning *burchak (yoki siklik) chastotasi* deb 2π sekunddagi tebranishlar soniga aytiladi: $\omega = 2\pi\nu$

- *Tebranish fazasi* tebranayotgan sistemaning istalgan paytdagi holatini aniqlaydi.

- Siljishning vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosilasi garmonik harakatning tezligini beradi:

$$v = x' = -\omega x_m \cos(\omega t + \varphi_0); \quad g = A\omega \cos(\omega t + \alpha); \quad g = A\omega \sin(\omega t + \alpha);$$

$$g = -g_{\max} \cdot \cos(\omega t + \alpha); \quad g = g_{\max} \cdot \sin(\omega t + \alpha); \quad g = X'(t); \quad g_{\max} = A\omega = \frac{2\pi A}{T} = 2\pi\nu A;$$

g_{\max} - tezlikning amplituda qiymati

- Garmonik tebranishlarda tezlanish harakat tezligidan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosilasiga yoki siljish bo'yicha ikkinchi tartibli hosilasiga teng:

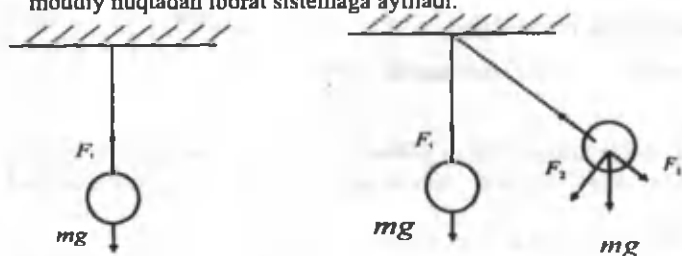
$$a = v' = -\omega^2 x_m \sin(\omega t + \varphi_0); \quad a = g'(t) = X''(t); \quad a = A\omega^2 \sin(\omega t + \alpha);$$

$$a = A\omega^2 \cos(\omega t + \alpha); \quad a = a_{\max} \cdot \sin(\omega t + \alpha); \quad a = a_{\max} \cdot \cos(\omega t + \alpha);$$

$$a = a_{\max} \cdot \sin(\omega t + \alpha); \quad a_{\max} = \frac{4\pi^2 A}{T^2} \cdot \sin(\omega t + \alpha); \quad a_{\max} = 4\pi^2 \nu^2 A \quad a = -\omega^2 \cdot X$$

26-§. Matematik mayatnik.

- Matematik mayatnik deb vaznsiz va cho'zilmaydigan ipga osilgan, og'irlik kuchi ta'sirida vertikal tekislikdagi aylana yoyi bo'ylab harakatlana oladigan moddiy nuqtadan iborat sistemaga aytiladi.



Rasm 36. Matematik mayatnik

- Sistemaning ichki kuchi: $F_1 = -mg \sin \alpha$
- Sharcha tezlanishi: $a = -g \sin \alpha$
- Matematik mayatnikning tebranish davri, chastotasi va siklik chastotasi (yoki Gyugens formulasi):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

→ gorizontal yo'nalishda a - tezlanish bilan harakatlangan sanoq sistemasida:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{\sqrt{g^2 + a^2}}{l}}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\sqrt{g^2 + a^2}}{l}}$$

→ a tezlanish bilan tushayotgan (tezlanish pastga yo'nalgan) sanoq sistemasida:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{g-a}{l}}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g-a}{l}}$$

→ a tezlanish bilan tushayotgan va tezlanish yuqoriga yo'nalgan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{g+a}{l}}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g+a}{l}}$$

→ a tezlanish bilan ko'tarilayotgan (tezlanish yuqoriga yo'nalgan) sanoq sistemasida: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g+a}{l}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{g+a}{l}}$

→ a tezlanish bilan ko'tarilayotgan va tezlanish pastga yo'nalgan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{g-a}{l}}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g-a}{l}}$$

- Matematik mayatnikda davr, chastota va siklik chastota (yoki burchak tezlik) orasidagi bog'lanishlar: $v = \frac{1}{T}; \quad v = \omega/2\pi; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$

- Matematik mayatnikning tebranish davri faqat mayatnik ipining uzunligiga va erkin tushish tezlanishiga bog'liq bo'ladi. Tebranish davri mayatnik ipiga osilgan yukning massasiga bog'liq emas.

Matematik mayatnik x_m masofaga siljiganda uning energiyasi:

$$E = \frac{mg \cdot x_m^2}{l \cdot 2}$$

- Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan yarim amplituda holatiga o'tish vaqti - t_1 : $t_1 = \frac{T}{12}$

- Matematik mayatnik yarim amplituda vaziyatidan to'la amplituda holatiga o'tish vaqti - t_2 : $t_2 = \frac{T}{6}$

- Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan to'la amplituda holatiga o'tish vaqti - t : $t = \frac{T}{4}$

- Birinchi mayatnik t_1 vaqtda N_1 , ikkinchisi t_2 vaqtda N_2 marta tebransa, mayatnik uzunliklari nisbati: $\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{t_2 \cdot N_1}{t_1 \cdot N_2}\right)^2$

- Matematik mayatnik vertikalidan α burchakka og'gan holda gorizontal tekislikda R radiusli aylana bo'ylab harakat qilayotgandagi aylanish davri va chastotasi: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}$; $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha}}$

- Mayatnik ipining uzunligi Δl ga ortganda davri ΔT ga ortgan bo'lsa, boshlang'ich davr - T_0 : $T_0 = \frac{2\pi^2 \Delta l}{\Delta T g} - \frac{\Delta T}{2}$

- Mayatnik ipining uzunligi Δl ga kamayganda davri ΔT ga kamaygan bo'lsa, boshlang'ich davr T_0 : $T_0 = \frac{2\pi^2 \Delta l}{\Delta T g} + \frac{\Delta T}{2}$

- Mayatnikning biror planetadagi tebranish davri:

$$\frac{T_{planet}}{T_{yer}} = \sqrt{\frac{g_{yer}}{g_{planet}}}; \quad \frac{\nu_{planet}}{\nu_{yer}} = \sqrt{\frac{g_{planet}}{g_{yer}}}; \quad T_{planet} = T_{yer} \cdot \sqrt{\frac{g_{yer}}{g_{planet}}}; \quad \nu_{planet} = \nu_{yer} \cdot \sqrt{\frac{g_{planet}}{g_{yer}}};$$

- Vaznsizlik holatida matematik mayatnik tebranmaydi.
- Matematik mayatnikning bir davr davomida bosib o'tgan yo'li - L uning amplitudasidan 4 marta katta bo'ladi: $L = 4 \cdot A$

- Matematik mayatnik tezligi: $\vartheta = x'$; $\vartheta = \vartheta_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$;

$$\vartheta_0 = \omega A; \quad \vartheta_0 = A \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad \vartheta_0 = 2\pi \nu A; \quad \vartheta_0 = \frac{2\pi A}{T};$$

- Vertikalidan α - burchakka og'dirib qo'yib yuborilgan matematik mayatnik maksimal tezligi va eng katta kinetik energiyasi:

$$\vartheta_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}; \quad E_0 = mgl(1 - \cos \alpha);$$

- Muvozanat vaziyatidan Δh balandlikka og'dirib qo'yib yuborilgan matematik mayatnik maksimal tezligi, va eng katta kinetik energiyasi:

$$\vartheta_0 = \sqrt{2g\Delta h}; \quad E_0 = mg\Delta h$$

- Matematik mayatnikning tezlanishi:

$$a = x''; \quad a = a_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad a = -\omega^2 \cdot x; \quad a = -\frac{g}{l} \cdot x; \quad a = -\frac{2\pi^2}{T^2} \cdot x$$

- Matematik mayatnik tezlanish amplitudasi

$$a_0 = \omega^2 A; \quad a_0 = A \frac{g}{l}; \quad a_0 = 4\pi^2 \nu^2 A; \quad a_0 = \frac{4\pi^2 A}{T^2}$$

27-§. Prujinali mayatnik

- Bir uchi osmaga mahkamlangan ikkinchi uchiga m massali yuk osilgan prujinadan iborat sistema *prujinali mayatnik* deb ataladi.
- Prujinali mayatnik tebranish davri, chastotasi va siklik chastotasi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

- Tebranish davri, chastotasi va siklik chastotaning prujina o'lchamlariga bog'liqligi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{ml}{ES}}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{ES}{ml}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{ES}{ml}}$$

- Prujinali mayatnikning tebranish davri uning massasining kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional, prujina bikrligining kvadrat ildiziga teskari proporsional.

- Prujinali mayatnik yukining massasi Δm ga oshirilganda davri n marta oshsa, yukning dastlabki massasi:

$$m_0 = \frac{\Delta m}{n^2 - 1}; \quad n = \frac{T}{T_0}$$

$$\Rightarrow \text{keyingi massasi: } m = \frac{n^2 \cdot \Delta m}{n^2 - 1}; \quad m = m_0 + \Delta m;$$

- Prujinali mayatnik yukining massasi Δm ga kamaytirilganda davri

$$n \text{ marta kamaysa, yukning dastlabki massasi: } m_0 = \frac{n^2 \cdot \Delta m}{n^2 - 1}; \quad n = \frac{T_0}{T};$$

$$\Rightarrow \text{keyingi massasi: } m = \frac{\Delta m}{n^2 - 1}; \quad m = m_0 - \Delta m;$$

- Prujinali mayatnikning o'z yuki ta'sirida cho'zilish uzunligi;

$$\Delta x = \frac{gT^2}{4\pi^2}; \quad \Delta x = \frac{m}{k} g; \quad \Delta x = \frac{g}{\omega^2};$$

- Prujinaga osilgan yuk muvozanat vaziyatiga nisbatan x_m masofaga uzoqlashganda uning tebranish energiyasi:

$$E = \frac{k \cdot x_m^2}{2};$$

- Prujinali mayatnikning maksimal potensial energiyasi uning to'liq mexanik energiyasiga yoki maksimal kinetik energiyasiga teng bo'ladi:

$$E_{pot \max} = E_{kin \max} = E_0; \quad E_0 = \frac{kA^2}{2}; \quad E_0 = \frac{m\omega^2 A^2}{2}; \quad E_0 = \frac{2\pi^2 m \cdot A^2}{T^2};$$

- Prujinali mayatnik tezligi: $\mathcal{V} = x'$; $\mathcal{V} = \mathcal{V}_0 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$;

$$\mathcal{V}_0 = \omega A; \quad \mathcal{V}_0 = A \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad \mathcal{V}_0 = 2\pi \nu A; \quad \mathcal{V}_0 = \frac{2\pi A}{T};$$

- Prujinali mayatnik tezlanishi:

$$a = x''; \quad a = a_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad a = -\omega^2 \cdot x; \quad a = -\frac{k}{m} \cdot x; \quad a = -\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot x;$$

- Prujinali mayatnik tezlanish amplitudasi:

$$a_0 = \omega^2 A; \quad a_0 = A \frac{k}{m}; \quad a_0 = 4\pi^2 \nu^2 A; \quad a_0 = \frac{4\pi^2 A}{T^2};$$

- Vaznsizlik holatida matematik mayatnik, qum soat, prujinali tarozi, suyuqlikli barometrlardan foydalanib bo'lmaydi; bunda prujinali mayatnik, ma'nometr, prujinali soatlardan foydalansa bo'ladi.

- Garmonik harakatda bikrilik: $K = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$

- **Garmonik tebranma harakat.**

Sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgaruvchi harakatga *garmomik tebranma harakat* deyiladi.

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

$$\Rightarrow \text{Matematik mayatnik: } x = A \sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}} \cdot t + \varphi_0\right)$$

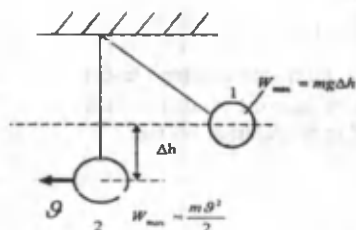
$$\Rightarrow \text{Prujinali mayatnik: } x = A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t + \varphi_0\right)$$

A – amplituda, φ_0 – boshlang'ich faza, $(\omega \cdot t + \varphi_0)$ – t vaqtdagi faza.

- Tebranish muvozanat vaziyatidan boshlansa, sin funksiyadan, amplituda vaziyatidan boshlansa cos funksiyadan boshlanadi.

28-§. Garmonik tebranishlarda energiyaning saqlanish qonuni.

- **Garmonik tebranma harakatda energiyaning saqlanish qonuni:** Garmonik tebranma harakatda to'la mexanik energiya o'zgarimasdan qoladi. U goh potensial, goh kinetik energiya ko'rinishida ifodalanadi. Harkatning chegaraviy nuqtalarida u potensial energiyaga aylanadi, muvozanat vaziyatida kinetik energiya sifatida namoyon bo'ladi.



Rasni 37. Matematik mayatnikda energiya almashinuvi

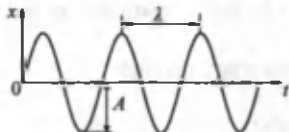
- Tebranayotgan jismning potensial energiyasi (1-holat): $W_p = mg\Delta h$
- Tebranayotgan jismning kinetik energiyasi (2-holat): $W_k = \frac{mv^2}{2}$
- Tebranma harkatda to'liq energiya: $W_T = W_k + W_p = \frac{4\pi^2 A^2 m}{T^2}$; $W_T = 4\pi^2 v^2 A^2 m$;
 $W_T = a_{\max} \cdot Am$; $W_T = \frac{kA^2}{2}$; $W_T = \omega^2 A^2 m$ k- bikrlilik

29-§. Majburiy tebranishlar. Rezonans

- Davriy o'zgarib turuvchi tashqi kuchlar ta'sirida sodir bo'ladigan tebranishlar *majburiy tebranishlar* deyiladi. Majburiy tebranishning xususiyatlari:
 1. Sistema tashqi ta'sir kuchining tebranish chastotasida tebranadi.
 2. Majburiy tebranishlar amplitudasi .. tashqi ta'sir kuchi tebranish amplitudasiga proporsional.
 3. Majburiy tebranish amplitudasi tashqi ta'sir chastotasiga bog'liq.
- Sistemaga ta'sir etuvchi tashqi kuch o'zgarishlarining chastotasi sistemaning erkin tebranishlari chastotasi bilan tenglashganda, majburiy tebranishlar amplitudasining keskin o'sishi *rezonans* deb ataladi.

30-§. To'liqlar. Bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar

- Tebranishlarning vaqt o'tishi bilan fazoda tarqalishi *to'liqin* deyiladi. To'liqin – bu tebranishlarning nuqtadan-nuqtaga, zarradan-zarraga tarqalishidir.
- Zarralarning tebranishi to'liqinning tarqalishi yo'nalishiga tik (perpendikulyar) bo'lgan to'liqin *ko'ndalang to'liqin* deb ataladi. Bir uchi mahkamlangan arqon bo'ylab tarqalayotgan to'liqin ko'ndalang to'liqinga misoldir.



Rasm 38. Mexanik tebranishlarning tarqalishi

- Zarralarning tebranish yo'nalishi tebranishning tarqalish yo'nalishida bo'lgan to'liqin *bo'ylama to'liqin* deb ataladi. Prujinaga osilgan yuk tebranishi, havodagi tovushning tarqalishi, suyuqlik va qattiq jismlarda tovushning tarqalishi bo'ylama to'liqinga misoldir.
- Tebranishning bir xil fazalarda bo'lgan bir-biriga eng yaqin nuqtalari orasidagi masofa *to'liqin uzunligi* deyiladi.
- Ikki do'nglik yoki ikki pastlik orasidagi eng yaqin masofa *to'liqin uzunligi* deyiladi.
- To'liqinning to'liq bir marta tebranishi uchun ketgan vaqt, to'liqinning *tebranish davri* deb ataladi. T – davr λ – to'liqin uzunlikka teng oraliqni o'tish uchun ketgan vaqtdir.
- Mexanik to'liqlar va yorug'lik to'liqlari uchun:

$$g = \frac{\lambda}{T}; \quad g = \lambda \cdot \nu; \quad l = N \cdot \lambda; \quad \lambda = \frac{ChN}{\rho l};$$

- Yorug'lik xalqalarining diametrlarini topish formulasi: $d = \sqrt{\lambda \cdot n \cdot R}$; n -chi yorug'lik diametri (son); R -egrilik radiusi
- Tarqalayotgan yassi to'liqin tenglamasi:
 $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$
- Bir-biridan Δx masofada tebranayotgan yassi to'liqindagi fazalar farqi:

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x = \frac{2\pi \nu}{v} \Delta x$$

31-§. Tovush to'liqlari

- Fizikaning tovush hodisalarini o'rganadigan bo'limi *akustika* deb ataladi.
- Insonning eshitish organi 20 Hz dan 20000 Hz gacha bo'lgan chastotali to'liqlarni eshita oladi va bu to'liqlar *tovush to'liqlari* deyiladi. Tovush havo zarralarining tebranma harakatidan paydo bo'ladi. Tovush qulog'imiz bilan tovush manbai oralig'idagi havo orqali o'tib keladi. Tovush to'liqin sifatida tarqaladi.
- Vakuumda tovush yuzaga kelmaydi. Chunki tebranishni uzatuvchi elastik muhit bo'lmaydi.
- Tovushni yuzaga keltirib, uni sezishning to'rtta sharti mavjud:
 1. Tovush manbaining mavjud bo'lishi;
 2. Tovush tarqalishini ta'minlovchi elastik muhit;
 3. Tovush to'liqlarining aniq chastota intervalida yuzaga kelishi;
 4. Tovush to'liqlarini qabul qiluvchi qurilma.
- Qattiq jismlarda to'liqlar ham bo'ylama, ham ko'ndalang bo'ladi. Suyuqlik va gazlarda esa faqat bo'ylama to'liqlar vujudga keladi. Shunga ko'ra, suyuqlik va gazlarda tarqalayotgan tovush to'liqlari faqat bo'ylama to'liqlardir. Qattiq jismlarda esa tovush to'liqlari bo'ylama va ko'ndalang bo'ladi
- Gazlarda tovush tezligi temperaturaning ko'tarilib borishi bilan muttasil ortib boradi. Ammo suyuqliklarda buning aksini ko'ramiz: ularda temperaturaning ortishi bilan tovush tezligi kamayadi. Qattiq jismlarda tovush tezligi o'zining eng katta qiymatiga erishadi. Masalan, berilliy metalida tovush tezligi 12 250 m/s atrofida, po'lat yoki temirda 4900-5000 m/s atrofida. Suvda normal sharoit uchun tovush tezligi 1450 m/s ga teng. Havoda tovush to'liqinining tarqalish tezligi (normal atmosfera bosimida va temperaturasi 15°C bo'lgan sharoitida) ≈ 340 m/s.
- Biror aniq chastotaga ega bo'lgan tovush *musiqiy ton* deyiladi. Tonning yuksakligi tebranishlarning chastotasiga ko'ra aniqlanadi.
- Chastotasi eng kichik bo'lgan oddiy tebranma harakat *tovushning asosiy toni* deyiladi. Qolgan katta chastotali tebranishlar *oberton* deyilib, ular tovushga biror tembr (rang) beradi.
- Nodavriy, ya'ni davri o'zgaruvchan hamda uzoq davom etadigan manbalardan chiqadigan turli tovushlar yig'indisi *shovqin* deyiladi.
- Tovush tebranishlari *energiyasi* tebranish amplitudasining kvadratiga proporsional bo'ladi.
- Tarqalayotgan tovush to'liqini, tovush manбайдan olgan ma'lum energiyaga ega. *Tovushning kuch yoki intensivligi (halandligi)* tovush to'liqinining shu to'liqin tezligiga perpendikulyar bo'lgan yuzaga birligidan 1 sekundda olib o'tadigan energiya miqdori bilan aniqlanadigan kattalikdir.

$$I = \frac{W}{S \cdot t} = \frac{P}{S}; \quad I = \bar{w} \cdot \vartheta = \frac{1}{2} \rho \vartheta \omega^2 A^2;$$

bunda W – tovush to'liqini energiyasi, S – to'liqinning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan yuza, P – tovush to'liqining quvvati, t – vaqt. \bar{w} – energiya zichligi.

- Tovush intensivligi SI da W/m^2 da o'lchanadi. Inson qulog'i 10^{-12} dan $10 W/m^2$ gacha intensivlikni sezishga qodir. Intensivlik bundan katta bo'lsa, inson qulog'i og'riqni xis qiladi. Tovush manбайдan uzoqlashgan sari intensivlik masofa kvadratiga teskari proporsional ravishda kamayadi.
- Tarqalayotgan tovush to'liqini ma'lum bir miqdorda impulsiga ega.
- Tovush to'liqini o'z yo'lida to'siqqa uchraganda unga bosim ko'rsatadi, unga tovush bosimi deb ataladi. Boshqa bosimlar kabi tovush bosimi ham paskalda (Pa) o'lchanadi. O'rtacha qattqlikda gapirganda tovush bosimi taxminan 0,1 Pa ga teng.
- Yorug'lik bosimini topish formulasi: $P = \frac{E}{isc}$; s- yuza; t-vaqt
- To'liqin energiya zichligi: $\bar{w} = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2$;
- Tarqalayotgan to'liqinning o'rtacha energiyasi: $\bar{W} = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$; m-ajratib olingan muhit hajmining massasi.
- Tovushning qattqligi tovush to'liqining sub'ektiv bahosidir. Tovush qattqligi tovushning amplitudasiga bog'liq.
- Tovush balandligi tovushning tebranish chastotasiga bog'liq.
- Chastotasi 20000 Hz dan yuqori bo'lgan mexanik to'liqlar *ultratovushlar* deb ataladi.
- Chastotasi 20Hz dan kichik bo'lgan mexanik to'liqlar *infratovushlar* deb ataladi.
- To'liqin intensivligi chastotaning kvadratiga to'g'ri proporsional: $I \sim \omega^2$
- *Tovush tembri* energiyaning ma'lum chastotalar orasida taqsimlanishini xarakterlovchi kattalik.
- **Tovush to'liqlari uchun Dopler effekti.** To'liqlar manbai va qabul qiluvchining bir-biriga nisbatan harakatlanishi natijasida qabul qilinayotgan to'liqlar chastotasining o'zgarishiga Dopler effekti deyiladi.
- Biror muhitda tovush to'liqini tarqalayotib, uning chegarasiga yetib boradi. Boshqa muhit chegarasida tovush to'liqining qaytishi sodir bo'ladi. Aks-sado hodisasi tovushning qaytishi tufayli yuz beradi. Tovushning bu xususiyatidan tovush lokatsiyasi (exolokatsiya) hodisasida keng foydalaniladi. Tovush lokatsiyasi-turli buyumlargacha bo'lgan masofani va ularning o'rmini aniqlash aks-sado hodisasiga asoslangan.
- Radiolokatorming ta'sir uzoqligini topish formulasi:

$$t = \frac{2s}{v} \quad \text{yoki} \quad s = \frac{v \cdot t}{2}$$

MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

32-§ Molekulyar-kinetik nazariyaning asoslari.

Broun harakati

- Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy uch qoidasi:
 1. moddalar ko'zga ko'rinmaydigan zarralar - molekulalardan tashkil topgan;
 2. ular uzluksiz harakat qiladi;
 3. zarralar bir-birlari bilan ta'sirlashadi, bu ta'sirlashish molekulalarning turiga va ular orasidagi masofaga bog'liq bo'ladi.
- *Atomning nisbiy massa birligi* sifatida atom izotoplari aralashmasi o'rtacha massasining C^{12} uglerod izotopi atom massasining m_{at} ning $1/12$ qismiga teng nisbatiga aytiladi:

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{at}}$$

- *Massaning atom birligi* sifatida C^{12} uglerod izotopi atomi massasining $1/12$ qismi qabul qilingan. Massaning atom birligi qiymati miqdoran $M_{at} = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg ga teng.
- 1 Mol moddaning shunday miqdoriki, u shu moddadagi molekula yoki atomlar soni massasi 0,012 kg ga teng bo'lgan uglerod tarkibidagi atomlar soniga teng bo'ladi.
- Massasi bir molga teng bo'lgan modda tarkibidagi molekulalar soni *Avogadro doimiysi* deyiladi: $N_a = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;
- Qiymati bir molga mos keluvchi moddada mavjud bo'lgan massa *molyar massa* deyiladi.
- *Broun harakati* deb zarrachalarning suyuqlik yoki gazlardagi muallaq tartibsiz harakatiga aytiladi. Broun harakati to'xtovsiz harakat, uning tezligi zarralarning o'lchamiga bog'liq, temperatura ko'tarilishi bilan bu harakat tezligi ortadi.
- *Broun harakati* suyuqlik yoki gazda erimaydigan va muallaq holatda bo'lgan qattiq zarralarning uzluksiz xotik harakatidir.

- Nisbiy atom massa- m_{at} :
$$m_{at} = \frac{m_0}{12 m_{at}}$$

m_0 - qaralayotgan modda atomining massasi,

m_{at} - uglerod atomining massasi.

- Suv molekulasining diametri $\approx 3 \cdot 10^{-8}$ sm
- Modda miqdori: $v = \frac{m}{M}$; $v = \frac{N}{N_a}$; $v = \frac{V}{V_0}$; $V_0 = 22.41 \text{ l/mol}$
 $V_0 = 22.41 \text{ l/mol} \rightarrow (T = 273.15 \text{ K}) \text{ va } (P = 10^5 \text{ Pa})$
V-normal sharoitdagi gaz hajmi.

- Molyar massa - M : $M = m_0 \cdot N_A$ $M = \frac{m}{N} N_A$
 m_0 - bitta atomning (molekulaning massasi).
- Berilgan moddadagi molekular soni:
 $N = \nu \cdot N_A$; $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$; $N = \frac{\rho V N_A}{M}$; $N = \frac{m}{m_0}$; $N = nV$
- Bitta molekula massasi: $m_0 = \frac{m}{N}$; $m_0 = \frac{M}{N_A}$
- Har xil gaz molekulari nisbati: $\frac{N_2}{N_1} = \frac{m_2 M_1}{m_1 M_2}$
- Modda massasi:
 $m = \nu \cdot M$; $m = \rho \cdot V$; $m = m_0 N$; $m = \frac{M \cdot N}{N_A}$; $m = n \cdot m_0 V$
 n -molekular konsentratsiyasi
- Molekula o'lchami: $d = \sqrt{\frac{V}{N}}$; $d = \sqrt{\frac{M}{\rho \cdot N_A}}$
- Gaz molekulari orasidagi masofa: $b = \sqrt{\frac{kT}{P}}$

33-§. Diffuziya. Gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlar molekularining harakati

- Turli moddalar bir-biriga tekkizilsa, bir moddaning molekulari ikkinchi modda molekulari orasiga kiradi, ya'ni ikki xil modda molekularining bir-biriga singishi sodir bo'ladi. Bu hodisaga *diffuziya* deyiladi.
- *Diffuziya* deb bir-biriga chegaradosh bo'lgan ikki modda molekularining tartibsiz harakati tufayli o'zaro qo'shilib ketishiga aytiladi. Diffuziya hodisasini gazlarda, suyuqliklarda va qattiq jismlarda kuzatish mumkin.
- Gazlarda diffuziya suyuqliklardagiga qaraganda tez sodir bo'ladi.
- Qattiq jismlardagi molekular orasidagi tortishish kuchlari suyuqlikdagiga qaraganda ancha katta bo'lganligi uchun diffuziya hodisasi juda ham sekin kechadi.
- Diffuziya jarayonining intensivligi temperatura ortgan sari molekularning tartibsiz harakat tezligining ortishi hisobiga ortib boradi.
- Molekularning o'rtacha erkin yugurish masofasi—ikki ketma-ket to'qnashish orasida molekula bosib o'tgan masofa bo'lib, uning kattaligi moddaning zichligiga bog'liq bo'ladi.
- Bosim qancha past bo'lsa, zichlik ham shuncha kichik bo'ladi va molekularning erkin yugurish o'rtacha masofasi shuncha katta bo'ladi.
- Moddaning *agregat holati* to'rt xil bo'ladi:
 1) gaz holat; 2) suyuq holat; 3) qattiq holat; 4) plazma holat.

34-§. Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyaning tenglamasi

- Hajm birligidagi molekular soni, *molekular konsentratsiyasi* deyiladi.
- Molekulalarning to'xtovsiz harakati davomida ularning idish devori bilan to'qnashishlari tufayli gaz bosimi vujudga keladi.
- *Ideal gaz*-molekulalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari e'tiborga olinmaydigan darajada kichik bo'lgan gaz.
- *Ideal gazning bosimi* hajm birligidagi molekular soni (*molekular konsentratsiyasi*) bilan molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi ko'paytmasiga to'g'ri proporsional.
- Molekular ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi faqat gazning absolyut temperaturasiga bog'liq.

• Molekular konsentratsiyasi: $n = \frac{N}{V}$; $n = \frac{P}{kT}$; $n = \frac{3P}{m_0 g^2}$;

$$n = \rho \frac{N_0}{M}; \quad n = \frac{m}{m_0 V}; \quad n = \frac{\rho}{m_0}; \quad n = \frac{v N_A}{V}; \quad n = \frac{m N_A}{M V}$$

- *Zichlik* (ρ) deb hajm birligidagi massaga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho = n m_0; \quad \rho = \frac{v M}{V}; \quad \rho = \frac{PM}{RT}; \quad \rho = \frac{3P}{g^2}; \quad \rho = \frac{nM}{N_A}; \quad \rho = \frac{Nm_0}{V};$$

- Zichligi ρ_1 hajmi V_1 va zichligi ρ_2 hajmi V_2 bo'lgan suyuqliklar

aralashirilganida aralashmaning zichligi: $\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$; $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$

- Agar aralashmaning hajmi uni tashkil etuvchilari hajmlarining yig'indisiga teng bo'lsa $V = V_1 + V_2$ aralashmadagi moddalarning massa

ulushlari: $\frac{m_1}{m} = \frac{\rho_1}{\rho} \frac{\rho - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}$; $\frac{m_2}{m} = \frac{\rho_2}{\rho} \frac{\rho_1 - \rho}{\rho_1 - \rho_2}$

ρ - aralashmaning umumiy zichligi.

- Bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasi:

$$E_1 = \frac{m_0 g^2}{2}; \quad E = \frac{3}{2} kT; \quad E_1 = \frac{3P}{2n}$$

- Temperatura molekulyar kinetik energiya o'lchovidir: $E = \frac{3}{2} kT$

- Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamalari: $P = knT$;

$$P = \frac{1}{3} m_0 n g^2; \quad P = \frac{2}{3} n \cdot \frac{m_0 g^2}{2}; \quad P = \frac{2}{3} n E_1; \quad P = \frac{1}{3} \rho g^2; \quad P = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m_0 g^2$$

g - o'rtacha kvadratik tezlik, P - bosim, n - konsentratsiya, m_0 - bitta molekula massasi, ρ - molekular zichligi, V - gaz hajmi.

- Boltsman doimiysi: $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

- **Dalton qonuni.** Idishda turli xil gazlar aralashmasi bo'lganida ularning umumiy bosimi, har bir gaz alohida boshqalari bo'lmaganida butun idish hajmida hosil qiladigan bosimlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

- Gaz aralashmasida har bir gazning alohida hosil qiladigan bosimi parsial bosim deyiladi.
- Universal gaz doimiysi - R : $R = k \cdot N_A$; $R = 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$

35-§. Temperatura. Temperaturaning absolyut shkalasi.

- *Temperatura*-makraskopik sistemaning issiqlik muvozanatini va issiqlik almashinishi yo`nalishini xarakterlovchi kattalikdir.
- *Issiqlik (termodinamik) muvozanatdagi* jismlar temperaturasi bir xil bo'ladi.
- Issiqlik (termodinamik) muvozanatida turgan gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyalari teng bo'ladi.
- *Temperatura*-modda molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi o'lchovi.
- Temperaturani o'lchash uchun mo'ljallangan asbob *termometr* deyiladi.
- Absolyut nol shunday temperaturaki, bunda molekulalarning ilgari lanma harakati tamomila to'xtaydi. Ammo molekulalar harakatining boshqa turlari (aylanma va tebranma harakatlar) $T = 0 K$ da ham sodir bo'laveradi.
- Temperaturaning o'lchov birligi sifatida $1^{\circ}C$ (gradus Selsiy) va $1 K$ (Kelvin) olingan. Selsiy shkalasida $t=0^{\circ}C$ - sifatida normal atmosfera bosimidagi suvning qattiq holatga (muzga) o'tish temperaturasi, $t=100^{\circ}C$ - sifatida suvning gaz (bug') holatiga o'tish temperaturasi olingan. Kelvin shkalasida $T = 0K$ sifatida, modda molekulalarning ilgari lanma harakati to'xtaydigan temperatura olingan.
- Temperaturaning Kelvin va Selsiy shkalalari orasidagi bog'liqlik:

$$T = (t + 273.15)K; \quad t = (T - 273.15)^{\circ}C$$

- Temperaturani topish formulalari:

$$\Delta T = \Delta t; \quad T = \frac{P}{nk}; \quad T = \frac{2E}{3k}; \quad T = \frac{m_0 g^2}{3k}; \quad T = \frac{PV}{\nu R}; \quad T = \frac{Mg^2}{3R}; \quad T = \frac{PV}{kN}$$

- Aralashma temperaturasi: $t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2 + m_3 t_3}{m_1 + m_2 + m_3}$

- Moddani elektr choynakda isitish: $\Delta T = \frac{I^2 R t \eta}{cm}$

- Temperaturaning Selsiy va Farangeyt shkalalari orasidagi bog'liqlik:

$$F = \left(\frac{9}{5}t + 32\right)^{\circ}F; \quad t = \frac{5}{9}(F - 32)^{\circ}C$$

36-§. Molekulalarning o'zaro ta'siri

- Gazlarda molekulalar orasidagi o'zaro *tortishish potensial energiyasi* ularning *kinetik energiyasiga* qaraganda juda kichik.
- Suyuqliklarda molekulalar orasidagi o'zaro *tortishish potensial energiyasi* ularning *kinetik energiyasiga* taxminan teng.
- Qattiq jismlarda molekulalar orasidagi o'zaro *tortishish potensial energiyasi* ularning *kinetik energiyasiga* qaraganda juda katta.
- Molekulalar orasida o'zaro tortishuvchi va itarishuvchi kuchlar mavjud bo'ladi. Molekulalar bir-biridan bu kuchlar teng bo'ladigan masofa r_0 joylashadi. Masofa $r > r_0$ bo'lsa $F_{\text{tor}} > F_{\text{itar}}$ va $r < r_0$ bo'lsa $F_{\text{tor}} < F_{\text{itar}}$ bo'ladi.
- Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi :

$$v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}; \quad v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}; \quad v = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}; \quad v = \sqrt{\frac{3PV}{\rho}}; \quad v = \sqrt{\frac{3PV}{Nm_0}}; \quad v = \sqrt{\frac{3PV}{m}}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}; \quad v_x^2 = v_y^2 = v_z^2 = v^2/3; \quad v = \frac{6nR_2(R_2 - R_1)}{S}$$

ω – burchak tezlik, A – ichki silindr, B – tashqi silindr.

37- §. Boyl — Mariott, Gey-Lyussak va Sharl qonunlari

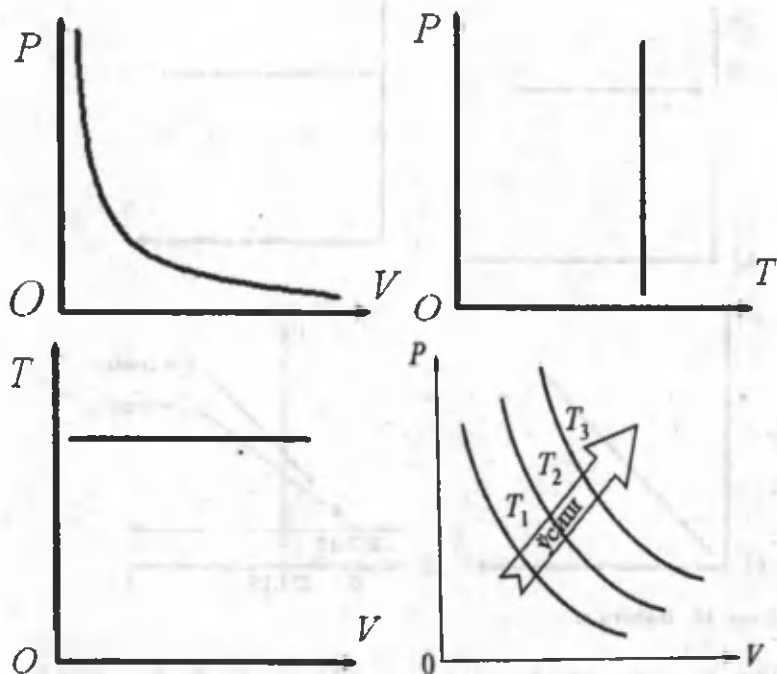
- **Boyl—Mariott qonuni:**
 1. Berilgan gaz massasi uchun o'zgarmas temperaturada gazning hajmi uning bosimiga teskari proporsionaldir.
 2. Berilgan gaz massasi uchun o'zgarmas temperaturada gaz hajmining bosimiga ko'paytmasi o'zgarмайdi.
- O'zgarmas temperaturada kechadigan jarayon *izotermik jarayon* deyiladi. Izotermik jarayon grafiklari *izotermalar* deyiladi .
- Izotermik jarayon (Boyl Maroitt qonuni):

$$T = \text{Const}; \quad PV = \text{Const}; \quad P_1V_1 = P_2V_2; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\rightarrow \text{Izotermik jarayonda: } \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

- Izotermik jarayonda har xil gaz molekulalarini o'rtacha kinetik energiyasi bir xil, gaz molekulalari o'rtacha kvadratik tezliklari har xil bo'ladi:

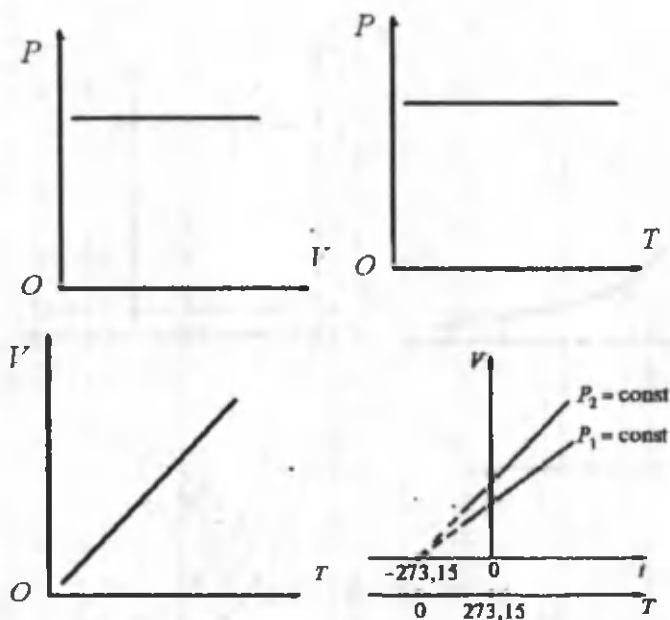
$$E_{k1} = E_{k2}; \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$



Rasm 39. Izotermalar

Gey-Lyussak qonuni:

1. Bosim o'zgaras bo'lganda ma'lum massali gaz hajmining nisbiy o'zgarishi temperaturaga to'g'ri proporsionaldir.
 2. O'zgaras massali gaz uchun bosim o'zgaras bo'lganda hajmning temperaturaga nisbati o'zgarmaydi.
- Muayyan gaz massasining bosimi o'zgaras ($P=\text{const}$) bo'lganda sodir bo'ladigan jarayon, *izobarik jarayon* deyiladi. Izobarik jarayon grafiklariga *izobaralar* deyiladi.



Rasm 40. Izobaralar

- Izobarik jarayon (Gey-Lyusak qonuni): $\frac{V}{T} = \text{Const}$; $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; $P = \text{Const}$;

$$V = V_0(1 + \alpha\Delta T); \quad \alpha = \frac{\Delta V}{\Delta T V_0}$$

- Izobara grafigida temperatura o'qiga yaqinroq joylashgan to'g'ri chiziqqa mos keluvchi gaz bosimi kattaroq qiymatga ega bo'ladi.
- Izobarik jarayonda temperatura ΔT ga o'zgarganda gaz hajmi ΔV ga o'zgaragan bo'lsa:

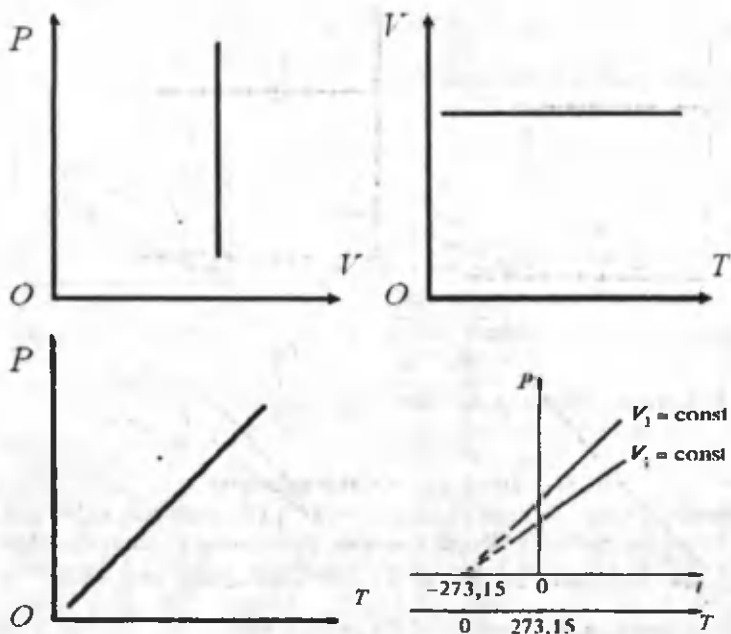
$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta T}{T_0} \quad T_0 = \frac{V_0}{\Delta V} \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow \text{Gaz hajmi } n \text{ marta ortgan bo'lsa: } T_0 = \frac{\Delta T}{n-1}$$

$$\Rightarrow \text{Gaz hajmi } n \text{ marta kamaygan bo'lsa: } T_0 = \frac{n \cdot \Delta T}{n-1}$$

Sharh qonuni:

- Hajm o'zgarmas bo'lganda ma'lum massali gaz bosimining nisbiy o'zgarishi temperaturaga to'g'ri proporsionaldir.
- O'zgarmas massali gaz uchun hajm o'zgarmas bo'lganda bosimning temperaturaga nisbati o'zgarmaydi.



Rasm 41. Izoxoralar

• O'zgarmas hajmda sodir bo'ladigan jarayon *izoxorik* jarayon deyiladi. Izoxorik jarayon grafiklari *izoxoralar* deyiladi.

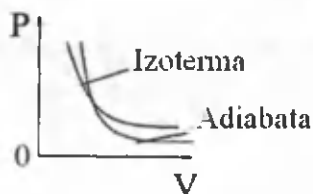
• **Izoxorik jarayon (Sharl qonuni):**

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; \quad \frac{P}{T} = \text{Const}; \quad V = \text{Const}; \quad \alpha = \frac{\Delta P}{\Delta T \cdot P_0}; \quad P = P_0(1 + \alpha t); \quad \alpha = \frac{1}{273k};$$

• Tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan kechadigan jarayonga *adiabatik* jarayon deyiladi. Adibatik jarayon grafiklari *adiabatalar* deyiladi.

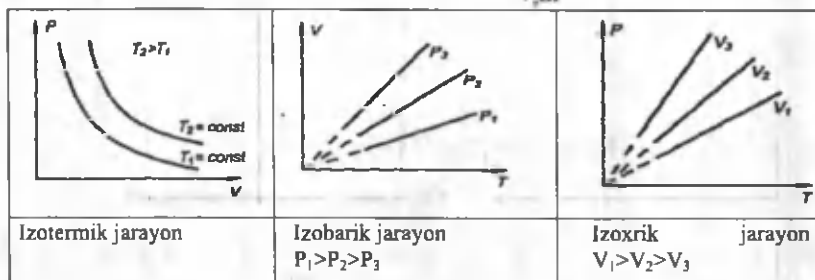
• **Adibatik jarayon (Puasson tenglamasi):**

$$PV^\gamma = \text{Const}; \quad TV^{\gamma-1} = \text{Const}; \quad TP^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \text{Const}; \quad \gamma = \frac{i+2}{i} \quad i \text{ — erkinlik darajasi}$$



Rasm 42. Adiabata va izoterma

- Ideal gaz bosimining termik koeffitsiyenti: $\beta = \frac{\Delta P}{P \Delta T}$
- Ideal gaz hajmining termik koeffitsiyenti: $\beta = \frac{\Delta V}{V \Delta T}$



Rasm 43. Izoterma, izobara va izoxora

38-§. Ideal gaz holat tenglamasi

- **Avogadro qonuni:** Istalgan gazning bir moli bir xil temperatura va bosimda bir xil hajmi egallaydi. Normal sharoitda, ya'ni bosim 1 atm. temperatura $T_0 = 273 \text{ K}$ bo'lganda 1 mol gazning egallagan hajmi 22,4 litrga teng bo'ladi.
- Normal sharoitdagi ($P=1 \text{ atm}$; $T=273\text{K}$) molyar hajm:
 $V_0=22.4 \text{ l/mol}$ $V_0=22.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$
- Normal sharoitda har qanday 1 mol miqdordagi gaz bir xil $V = 22.4$ litr hajmga ega bo'ladi.
- Klapeyron tenglamasi: $\frac{PV}{T} = kN$; $\frac{PV}{T} = \text{Const}$; $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$;

- Mendeleev-Klapeyron yoki holat tenglamasi:

$$\frac{PV}{T} = \frac{m}{M} \cdot R; \quad PV = \nu RT; \quad P = \frac{\rho RT}{M};$$

- Turli xil gazlar uchun: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{M_2 \rho_1^2}{M_1 \rho_2^2}$ $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \sqrt{\frac{T_2 M_1}{T_1 M_2}}$
- Har xil gazlarda: $T_1 = T_2 = T$, va $V = V_1 + V_2 + V$, bajarilsa, gazlar aralashmasining natijaviy bosimi: $P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P V_3}{V_1 + V_2 + V_3}$
- Normal sharoitda 1 m^3 gazdagi molekulalar *Loshmid soni* bilan aniqlanadi:

$$N_L = \frac{N_A}{V_0} = 2,7 \cdot 10^{23} \cdot \text{m}^{-3}$$

39-§ Issiqlik miqdori. Jismning ichki energiyasi.

- O'zaro va tashqi jismlar bilan ta'sirlashadigan va energiya almashadigan makroskopik jismlar majmuasi *termodinamik sistema* deyiladi.
- Termodinamik sistemaning hech bo'lmaganda bitta parametrining o'zgarishi *termodinamik jarayon* deyiladi.
- Issiqlik uzatish uch turga bo'linadi: issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish.
- *Issiqlik o'tkazuvchanlik* deb modda molekularining va boshqa zarralarning tartibsiz harakati sababli moddaning bir qismidan ikkinchi qismiga ichki energiyaning uzatilishiga aytiladi.
- *Konveksiya* deb notekis isitilgan gaz yoki suyuqlik qatlamlarining og'irlik kuchi ta'sirida siljishi sababli bo'ladigan issiqlik uzatishga aytiladi.
- *Nurlanish* deb jismlar ichki energiyasining nur chiqarish yo'li bilan uzatilish jarayoniga aytiladi. Quyoshdan Yerga nurlanish orqali energiya uzatiladi.
- Jismlarning yoki ular qismlarining bir-biri bilan ichki energiya almashinishiga (mexanik ish bajarilmaganda) *issiqlik uzatish* yoki *issiqlik almashinishi* deyiladi.
- Bir jismdan boshqasiga issiqlik uzatishda o'tgan energiya miqdorini belgilovchi fizik kattalik *issiqlik miqdori* deyiladi.
- Moddaning massa birligini (1kg ni) 1 gradusga (yoki 1 Kelvinga) qizdirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalik *solishtirma issiqlik sig'imi* deyiladi. Solishtirma issiqlik sig'imining o'lchov birligi J/kg·K. Jismlarni solishtirma issiqlik sig'imini tajriba yo'li bilan aniqlashda *kallorimetrdan* foydalaniladi.
- Moddaning harakatlanayotgan molekularining kinetik energiyasi bilan ularning o'zaro ta'sir potensial energiyasining yig'indisi uning *ichki energiyasi* deyiladi.

$$U = W_k + W_p$$

→ Bir atomli ideal gazning ichki energiyasi:

$$U = \frac{3m}{2M} RT; \quad U = \frac{3}{2} \nu RT; \quad U = \frac{3N}{2N_A} RT; \quad U = \frac{3}{2} PV$$

- Ideal gazda molekularning o'zaro ta'sir potensial energiyasi e'tiborga olinmaydi, shu sababdan ideal gaz uchun

$$U = E_{k1} + E_{k2} + E_{k3} + \dots + E_{kN}$$

N – gaz molekularining soni. Bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasi $E_k = \frac{1}{2} kT$ i – gaz molekularining erkinlik darajasi.

- *Molekularning erkinlik darajasi i* deb, uning fazodagi o'zini to'la aniqlash uchun zarur bo'lgan, bir-biriga bog'liq bo'lmagan koordinatalarning umumiy soniga aytiladi.
- Bir atomli gazlar molekulasida uchta ilgarilanma harakat erkinlik darajasiga ega bo'ladi, ya'ni $i = 3$

- Ikki atomli gazlar molekulasida uchta ilgarilanma va ikkita aylanma harakat erkinlik darajasiga ega bo'ladi, ya'ni $i = 5$
- Uch atomli gazlar molekulasida uchta ilgarilanma va uchta aylanma harakat erkinlik darajasiga ega bo'ladi, ya'ni $i = 6$
- Ichki energiya o'zgarishi:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T; \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T; \quad \Delta U = \frac{3}{2} \frac{N}{N_A} R \Delta T; \quad \Delta T = T - T_0$$

- Jismni isitish uchun sarflangan issiqlik miqdori:

$$Q = cm(t_2 - t_1); \quad Q = cm(T_2 - T_1); \quad Q = cm\Delta t;$$

c - solishtirma issiqlik sig'imi.

- **Issiqlik balans tenglamasi:** $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3$; ya'ni issiqlik almashinish jarayonida jismlarning bergan issiqlik miqdorlarining yig'indisi issiqlik oluvchi jismlarning olgan issiqlik miqdorlarining yig'indisiga teng.

- **Suyuqlik aralashmasining temperaturasi.**

m_1 massali, t_1 temperaturali suyuqlik m_2 massali va t_2 temperaturali suyuqlik bilan aralashganda qaror topadigan temperatura:

$$t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$$

→ Agar suyuqlik bir jinsli bo'lsa: $t = \frac{V_1 t_1 + V_2 t_2}{V_1 + V_2}$

- Yoqilg'ining *yonish issiqligi* deb 1kg yoqilg'i yonganda ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga son jihatdan teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$Q = q \cdot m; \quad q - \text{yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi. (J/kg)}$$

- Yoqilg'i vositasida ishlovchi dvigatelnig foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{A_{faydal}}{A_{yoqilg'}} \cdot 100\%; \quad \eta = \frac{N_{faydal}}{qm} \cdot 100\%$$

- Agar avtomobil o'zgarimas tezlik bilan ketayotgan bo'lsa: $N = F \cdot g$

$$\frac{N \cdot S}{g} = \eta q m_{yoqilg'}; \quad S = \frac{\eta q m_{yoqilg'} g}{N}$$

g - avtomobil tezligi, N - avtomobil dvigatelinig quvvati, $m_{yoqilg'}$ - yoqilg'ini massasi, S - avtomobil o'tgan masofa.

- Suyuqlikning bug'lanish issiqlik miqdori: $Q = Lm$

- Yoqilg'ining to'la yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdori: $Q = qm$

40- §. Termodinamikaning birinchi qonuni

- **Termodinamikaning birinchi qonuni ta'rif:**

1. Sistemaga tashqaridan berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgartirishga va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga sarflanadi.
2. Birinchi tur abadiy dvigatelni qurish mumkin emas, ya'ni tashqaridan olingan issiqlikdan ko'p ish bajaradigan dvigatelni yaratishning imkoniyati yo'q.

- **Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanish qonuniga asoslangan:** tabiatda yuz beradigan hamma jarayonlarda energiya hosil bo'lmaydi ham, yo'q bo'lmaydi ham, u faqat bir turdan boshqa turga aylanib turadi va bir jismdan boshqa jismga o'tib turadi, xolos.

- Termodinamikaning birinchi qonuni umumiy holda: $Q = \Delta U + A$; $\Delta U = Q + A'$

A – tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ish,

A' – tashqi kuchlarning jism ustida bajarilgan ishi.

41-§. Termodinamikaning birinchi qonunini izoprotsess (izojarayon) larga tadbqiq

- **Izobarik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni:** Sistemaga tashqaridan berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgartirishga va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga sarflanadi.

→ Izobarik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni formulalari:

$$P = \text{Const}; \quad Q = A + \Delta U; \quad Q = P\Delta V + \Delta U; \quad Q = P\Delta V + \frac{3}{2}mR\Delta T; \quad A = P\Delta V;$$

$$A = \nu R\Delta T; \quad A = \frac{m}{M}R\Delta T; \quad A = \frac{2}{5}Q; \quad \Delta U = \frac{3}{5}Q; \quad P = \text{Const};$$

- **Izoxorik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni:**

Hajm o'zgarmaganligi sababli izoxorik jarayonda ish bajarilmaydi, ya'ni $A=0$. Izoxorik jarayonda ideal gazga beriladigan issiqlik miqdorining hammasi gazning ichki energiyasini o'zgartirishga sarf bo'ladi.

→ Izoxorik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni:

$$A = 0; \quad Q = \Delta U; \quad V = \text{Const}; \quad Q = \frac{3}{2}mR\Delta T;$$

- **Izotermik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni:** Bu jarayonda ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi, ya'ni $\Delta U=0$. Izotermik jarayonda gaz olayotgan issiqlik miqdorining hammasi ish bajarishga sarflanadi: $Q=A$

→ Izotermik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni:

$$T = \text{Const} \Rightarrow \Delta U = 0; \quad A = Q; \quad Q = A;$$

- **Adiabatik jarayonlar.** Tashqi muhit bilan issiqlik miqdori, almashinmay sodir bo'ladigan jarayonga *adiabatik jarayon* deyiladi. Adiabatik jarayonda sistema tashqaridan hech qanday issiqlik miqdori olmaydi va tashqariga hech qanday issiqlik miqdori bermaydi.

→ Adiabatik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni:

$$Q = 0; \Delta U + A = 0;$$

$\Delta V < 0$ gaz siqiladi va $\Delta U > 0; \Delta T > 0$ (temperatura ortadi)

$\Delta V > 0$ gaz kengayadi $\Delta U < 0; \Delta T < 0$ (temperatura kamayadi)

$$\frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T + P \Delta V = 0; \Delta U = -A;$$

- **Abdiabatik jarayon uchun Puasson tenglamasi:**

$$PV^\gamma = \text{Const}; TV^{\gamma-1} = \text{Const}; TP^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \text{Const}; \gamma = \frac{i+2}{i}$$

i – erkinlik darajasi, γ -adiabatik doimiysi

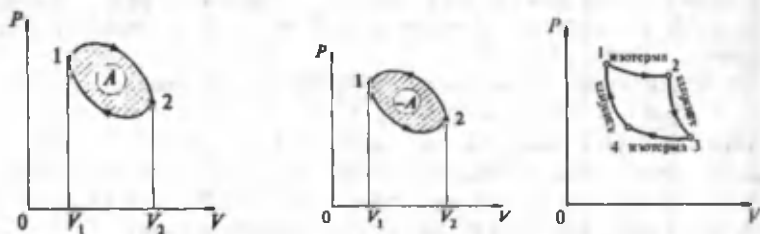
Adiabatik doimiysining son qiymati aksariyat gazlar uchun birdan katta.

- Gazlarda o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'iminin miqdori, o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'imga nisbatan katta bo'ladi. Chunki, o'zgarmas bosimda gazga beriladigan issiqlikning bir qismi ish bajarishga sarf bo'lsa, qolgan qismi gazni isitishga sarf bo'ladi. O'zgarmas hajmda esa berilgan barcha issiqlik miqdori gazni isitishga sarf bo'ladi va bunda ish bajarilmaydi, ya'ni $C_p > C_v$.
- Erkin siljiy oladigan porshen (izobarik jarayon) uchun termodinamikaning birinchi qonuni:

$$\Delta U = \frac{3}{5} Q; \Delta U = \frac{3}{2} P \Delta V; A = \frac{2}{5} Q; Q = \frac{5}{2} P V; Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T;$$

42-§. Issiqlik jarayonlarining qaytmaslik xususiyati

- *Qaytar jarayon* deb sistemaning oxirgi holatdan boshlang'ich holatga o'sha oraliq holatlar orqali atrof muhitda hech qanday o'zgarish ro'y bermasdan o'tishiga aytiladi.
- *Qaytmas jarayon* deb ma'lum qarshilikka uchraydigan yoki issiq jismdan sovuq jisimga issiqlik uzatilishi bilan ro'y beradigan jarayonga aytiladi.
- Sistema 1-holatdan 2-holatga o'tib, so'ng yana 2-holatdan 1-holatga qaytsa va bunda sistemaning o'zida, shuningdek uni o'rab turgan tashqi muhitda hech qanday o'zgarish sodir bo'lmasa bu jarayon, *qaytuvchan jarayon* deyiladi. Aksincha, sistema boshlang'ich holatga o'tgandan so'ng unda, shuningdek, tashqi muhitda o'zgarish sodir bo'lsa bunday jarayon *qaytmas jarayon* deyiladi.



Rasm 44. Issiqlik mashinasi va sovutkichdagi jarayonlar. Karno sikli

43-§. Issiqlik dvigatellari. Issiqlik mashinaning foydali ish koeffitsiyenti va uning maksimal qiymati

- Yoqilg'ining yonishi natijasida olingan issiqlik miqdoring bir qismini mexanik ishga aylantiruvchi mashina *issiqlik mashina* yoki *issiqlik dvigateli* deb ataladi. Har qanday issiqlik dvigateli uch qismdan iborat: isitgich, sovitgich va ishchi modda.

- Real issiqlik mashinasining FIK i:

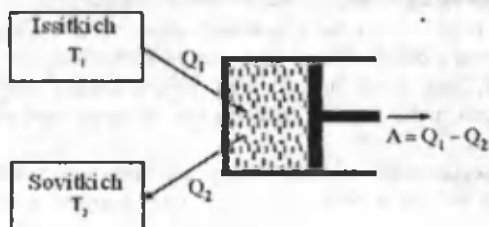
$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%; \quad \eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%; \quad A = Q_1 - Q_2; \quad \eta = \frac{A}{Q_2 + A} \cdot 100\%; \quad \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1};$$

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

- Ideal issiqlik mashinasining FIK i (Karno sikli uchun):

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

- Karno sikli ikkita adiabat va ikkita izoterma o'tishlaridan iborat.



Rasm 45. Issiqlik dvigateli

44-§. Erish

- Qattiq jismning suyuq holatga o'tish jarayoni *erish* deyiladi.
- Kristallarning amorf moddalardan farqi shundaki, ular aniq erish temperaturasiga ega.
- Kristall jismlarning erish jarayonida temperaturasi o'zgarmaydi. Jumladan, muz to'la ravishda suvga aylangunga qadar, uning temperaturasi o'zgarmaydi, ya'ni 0°C ga tengligicha qoladi.
- 1 kg moddani, o'zgarmas temperatura va o'zgarmas bosimda eritish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga teng kattalikka *solishtirma erish issiqligi* deyiladi.
- Ko'pchilik moddalarning erish paytida hajmi ortib, qotishida esa kamayadi. Ba'zi moddalarning erish paytida hajmi kamayib qotishda ortadi (cho'yan, vismut, muzlarning erish jarayonida, ularning hajmi kichrayadi). Shunday qilib, nomlari yuqorida qayd qilingan moddalardan tashqari barcha moddalar eriganda hajmi ortadi, zichligi kamayadi. Agar bu moddalarni siqadigan bo'lsak, ya'ni tashqi bosim ortishi bilan, solishtirma erish issiqligi ham

ortadi. Tashqi bosim ortgan sari moddaning hajmiy kengayishi qiyinlashadi va erish temperaturasi ortadi

- Erish issiqligi qattiq jism massasiga to'g'ri proporsional: $Q = r \cdot m$ bu erda r – jismning solishtirma erish issiqligi.
- Solishtirma erish issiqligi solishtirma qotish issiqligiga teng.
- Jism eriyotganda temperaturasi o'zgarmaydi.
- Eriyotganda issiqlik yutiladi va jismning ichki energiyasi ortadi.
- Jism qotayotganda issiqlik ajralib chiqadi va jismning ichki energiyasi kamayadi.

45-§. Bug' hosil bo'lishi va kondensatsiya. Bug' hosil bo'lishning solishtirma issiqligi

- Moddaning suyuq holatidan gaz holatiga o'tishiga *bug' hosil bo'lish* deyiladi.
- Moddaning gazsimon holatidan suyuq holatiga o'tishi *kondensatsiya* deyiladi.
- Bug' hosil bo'lish jarayoni modda ichki energiyasining ortishi bilan bog'liq bo'lsa, kondensatsiya jarayoni modda ichki energiyasining kamayishi bilan bog'liq bo'ladi. Ravshanki, bug' hosil bo'lishi ham, kondensatsiya ham, modda bilan uni o'rab turgan muhit orasida energiya almashinishi mavjud bo'lgan holdagina ro'y beradi.
- Bug'lanish jarayoni molekullarning kinetik energiyasi hisobiga sodir bo'lgani sababli, bug'lanish ro'y berayotgan suyuqlikning temperaturasi doimo pasayadi.
- Qattiq jismlarning bug'lanishiga *sublimatsiya* deyiladi. Qattiq jismning sublimatsiyasini hididan bilish mumkin. Naftalin yoki kofening hidini eslash kifoya.
- Bug'lanish jarayoni hamma temperaturalarda ro'y beradi.
- O'zgarmas temperatura va o'zgarmas bosimda birlik massadagi suyuqlikni to'la bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga *solishtirma bug'lanish issiqligi* deyiladi.
- Suyuqlikning bug'lanish issiqlik miqdori: $Q = \lambda m$
 λ – bug' hosil bo'lishining solishtirma issiqligi, m – suyuqlik massasi.
 $Q_{\text{kimdan}} = -Q_{\text{dikun}}; \quad \lambda_{\text{bug}} = \lambda_{\text{kimdan}}$
- O'z suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug'ga *to'yingan bug'* deyiladi.
- To'yingan bug' bosimi hajmga bog'liq emas, u temperaturaga bog'liq: $P = \text{kon}T$
- Gazni siqish yo'li bilan suyuqlikka aylantirib bo'lmaydigan eng past temperatura *kritik temperatura* deyiladi.

46-§. Qaynash. Qaynash temperaturasi bosimga bog'liqligi

- Agar o'zgarmas temperaturadagi bug' hosil bo'lish suyuqlikning to'liq hajmi bo'yicha sodir bo'lsa, bu hodisaga *qaynash* deyiladi
- Qaynash jarayonida temperatura o'zgarmas bo'lib, suyuqlik to'yingan bug'ining bosimi tashqi bosimga teng bo'ladi.
- Suyuqlik to'yingan bug'ining bosimi tashqi bosimga teng bo'lgan paytidagi temperaturaga *qaynash temperaturasi* deyiladi.
- Qaynayotgan suyuqlikning temperaturasi uning sirtidagi bug'ning temperaturasi teng bo'ladi.
- Normal atmosfera bosimidagi qaynash temperaturasi *qaynash nuqtasi* deyiladi.
- Suyuqlik to'yingan bug'ining bosimi tashqi bosimga teng bo'lgan holdagina qaynaydi.
- Suyuqlik ustidagi tashqi bosim qanchalik kichik bo'lsa, qaynash temperaturasi ham shunchalik past bo'ladi.

47-§. Absolyut va nisbiy namlik

- Yer atmosferasida suv bug'ining mavjudligini xarakterlovchi kattalik *namlik* deyiladi.
- 1 m³ havo tarkibidagi suv bug'ining (grammlardagi) massasiga *absolyut namlik* deyiladi:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Havo tarkibidagi faqat suv bug'ining hosil qiladigan bosimiga suv bug'ining *parzial bosimi* deyiladi. Demak, parzial bosim—havo namligini ko'rsatuvchi kattaliklardan biri hisoblanadi va u Paskal yoki simob ustuni hisobida o'lchanadi.
- **Havoning nisbiy namligi:** absolyut namlik ρ_a berilgan temperaturada, havoni to'yintiruvchi suv bug'i zichligi ρ_r ning necha foizini tashkil etish bilan aniqlanadi va u matematik tarzda quyidagicha yoziladi: $\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_r} \cdot 100\%$
- Meteorologiyada nisbiy namlik deb, havo tarkibidagi suv bug'ining parzial bosimini, berilgan temperaturadagi havoni to'yintiruvchi suv bug'ining parzial bosimiga, nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi. Bu kattalikni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\varphi = \frac{P_a}{P_r} \cdot 100\%$$

- Havoni nisbiy namligi 100% ga teng bo'ladigan temperatura, *shudring nuqtasi* deb ataladi.
- Havodagi suv bug'lari to'yingan holatda bo'ladigan temperatura *shudring nuqtasi* deyiladi.
- Havo namligini o'lchash uchun Lambrext *gigrometri* qo'llaniladi. Gigrometning ishlash prinsipi havoning namligi ortishi bilan inson sochini *uzayishiga* asoslangan.

- Havoni namligini o'lchash uchun ishlatiladigan asboblari *psixrometrlar* deyiladi. Psikrometrlar nam va quruq termometrlardan tashkil topgan.
- Nisbiy namlik taxminin 40 — 60% atrofida bo'lgan taqdirdagina inson o'zini yaxshi his etishi tajriba yo'li bilan aniqlangan.

48-§. Suyuqliklarda sirt taranglik

- Sirt qatlamidagi barcha molekullar uchun sirtga perpendikulyar ravishda yo'nalgan teng ta'sir etuvchi kuch mavjud bo'lib, bu kuch suyuqlik ichi tomon yo'nalganligi sababli qo'shimcha molekulyar bosimning vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Shu sababli suyuqlik siri eng kichik hajmni olishga intiladi. Turli shakldagi jismlar ichida sharsimon jism eng kichik sirtga ega bo'lgani uchun suyuqlik doimo sharsimon shaklga ega bo'lgan tomchi ko'rinishini olishga intiladi.
- *Sirt taranglik kuchi* - suyuqlik sirtini chegaralab turgan chiziqqa perpendikulyar ravishda, shu sirt bo'ylab ta'sir etadigan va ushbu sirtni mumkin qadar qisqartirishga intiladigan kuchdir.
- Sirt taranglik kuchlari suyuqlik sirtiga yaqinlashgan sari kattalashadi. Suyuqlik ichiga botgan sari esa kamayib, molekulyar ta'sirga teng radius qiymatidagi chuqurlikda nolga aylanadi.
- Kontur sirtining uzunlik birligiga ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchiga miqdoran teng kattalikka *sirt taranglik koeffitsiyenti* deyiladi. Bu koeffitsiyent suyuqlik tabiatiga hamda unda mavjud bo'lgan aralashmalar tarkibiga bog'liqdir. Sirt taranglik koeffitsiyenti Xalqaro birliklar sistemasi (SI) da N/m larda o'lchanadi.
- Sirt taranglik koeffitsiyenti suyuqlik sirtini bir birlik yuzaga o'zgartirish uchun lozim bo'lgan potensial energiya miqdorini o'zgarish qiymati bilan aniqlanadi. Sirt taranglik koeffitsiyentining ikkinchi o'lchov birligi tariqasida J/m^2 qabul qilingan.
- Sirt taranglikda:
 - potensial energiya: $W = \sigma \cdot s$;
 - bajarilgan ish: $A = \sigma \Delta s = \sigma \cdot (S_2 - S_1)$;
- Sirt taranglik koeffitsiyenti: $\sigma = \frac{F}{l}$; $F = \sigma \cdot l$; $\sigma = \frac{A}{\Delta S}$; $\sigma = \frac{W}{S}$;
- Tomchilar soni: $N = \frac{mg}{\sigma l}$; $N = \frac{mg}{2\pi R \sigma}$; R- radius
- Sirt energiyasi -U, suyuqlik sirtiga to'g'ri proporsional: $U = \sigma \cdot S$
- Bir qancha tomchi birlashsa katta tomchining sirt yuzi, tomchilar sirtlari yig'indisidan kichik bo'ladi, natijada sirt energiyasi kamayadi, katta tomchining harorati nisbatan ortadi.

49-§. Xo'llash

- Molekulyar o'zaro ta'sir xususiyatiga asoslangan holda, agar suyuqlik molekulalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchi suyuqlik molekulasi bilan qattiq jism molekulasi orasidagi o'zaro ta'sir kuchidan kichik bo'lsa, xo'llash hodisasi ro'y beradi. Aks holda esa, xo'llash sodir bo'lmaydi va bu suyuqlik qattiq jismga nisbatan xo'llamaydigan suyuqlik deyiladi.
- Agar suyuqlik xo'llovchi bo'lsa, uning sirti tepa tomonga egiladi aksincha, xo'llamaydigan suyuqlik bo'lsa, suyuqlik sirti past tomonga egiladi
- Xo'llaydigan suyuqlik uchun xo'llash burchagi θ o'tkir, xo'llamaydigan suyuqlik uchun esa o'tmas bo'ladi.

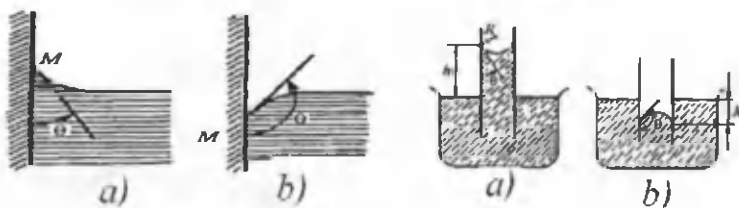


Rasm 46. a) Xo'llash; b) Xo'llamaslik

50- §. Kapillyar hodisalar

- Ingichka (kapillyar) naylarda suyuqliklarning keng naylardagi sathiga nisbatan ko'tarilishi yoki pasayishi *kapillyar hodisalar* deyiladi .
- Tekis bo'lmagan suyuqlik sirtlarida vujudga keladigan qo'shimcha bosimni sirt taranglik kuchlari vujudga keltiradi va u quydagicha aniqlanadi:

$$P = \frac{2\sigma}{R}$$
 bu formula *Laplas formulasi* deyiladi .
- Xo'llaydigan suyuqlik sirtida yuzaga keladigan, botiq sirtlar uchun qo'shimcha bosim musbat ($P > 0$), xo'llamaydigan suyuqliklardagi qavariq sirtlar uchun manfiy ($P < 0$) deb qabul qilingan.
- Kapilyarlarda suyuqlikning ko'tarilish balandligi: $h = \frac{2\sigma}{\rho R g}$;



Rasm 47. a) Xo'llash; b) Xo'llamaslik

Rasm 48. a) Xo'llash; b) Xo'llamaslik

51- §. Kristall va amorf jismlar

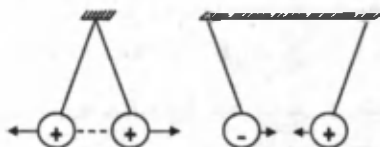
- Aniq hajmga va shaklga ega bo'lgan jism qattiq holatda bo'ladi.
- Qattiq jismlar kristall, polikristal, amorf ko'rinishida bo'lishi mumkin.
- Kristall jismlar atomlari muntazam joylashgan.
- Atomlari va molekulalari qat'iy tartib bilan fazoda joylashgan qattiq jismlar *kristall jismlar* deyiladi. Misol: Osh tuzi va olmos.
- Kristall jismlar aniq erish va qotish temperaturasiga ega bo'lib, *anizotropik xossaga* ega.
- Juda ko'p mayda kristalchalardan tuzilgan qattiq jism *polikristall* deb ataladi. Yakka-yakka kristallar *monokristallar* deb ataladi.
- Polikristall qattiq jismlar fazoda o'zaro tartibsiz joylashgan kichik-kichik monokristall bo'lakchalardan tashkil topgan bo'ladi.
- *Anizotropiya* - kristall jismlar fizik xossalari (mexanik, issiqlik, yorug'lik, elektr) kristaldagi turli yo'nalishlarda bir xil bo'lmasligi.
- Amorf jismlar aniq erish va qotish temperaturasiga ega emas va *izotropik* (barcha yo'nalishlarda fizik xossalari bir xil) xossaga ega.
- Amorf jismlar barcha yo'nalishlar bo'yicha, qat'iy takrorlanadigan, panjara yasaladigan yacheykalarga ega emas.

ELEKTROSTATIKA

52-§. Elektr zaryadi va uning ikki turi. Elementar zaryad.

Kulon qonuni

- Elektrodinamikaning tinch turgan zaryadli jismlarning o'zaro ta'sirlashuvini va elektr maydonini o'rganadigan bo'limi *elektrostatika* deb ataladi.
- Junga ishqalangan qaxrabo tayoqchasi manfiy zaryadlanib qoladi.
- Junga ishqalangan shisha tayoqchasi musbat zaryadlanib qoladi.
- Elektr kuchini hosil qiluvchi kuch maydoni *elektr maydoni* deb ataladi.
- Zaryadlangan zarralar orasida hosil bo'ladigan o'zaro ta'sirlar *elektromagnit o'zaro ta'sirlar* deb ataladi.
- Bir xil ishorali zaryadlar bir-biridan qochadi, har xil ishorali zaryadlar bir-biriga tortiladi.



Rasm 49. Zaryadli zarralarning bir-biriga ta'sir kuchlari yo'nalishlari

- Atomning markazida musbat zaryadlangan yadro joylashgan bo'lib, u zaryadsiz zarralar neytronlar va musbat zaryadli zarralar protonlardan tashkil topgan. Yadro atrofida manfiy zaryadli zarralar elektronlar mavjud bo'lib, u aylanma harakat qiladi.
- Elektr jihatidan neytral bo'lgan, atom yadrosidagi protonlar soni doim uning atrofida mavjud bo'luvchi elektronlar soniga teng bo'lib, bu son o'z navbatida kimyoviy elementning (Mendeliyev) davriy jadvaldagi tartib raqamiga teng.
- Agar jism o'ziga elektron biriktirib olsa, u manfiy zaryadga ega bo'ladi, aksincha u elektrlanish jarayonida o'zidan elektronini berib yuborsa musbat zaryadlanadi.
- Tabiatda uchraydigan zaryadlarning eng kichigi elektron zaryadining moduliga teng bo'lib, u *elementar zaryad* deb ataladi va *e* harfi bilan belgilanadi: $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Elektron va proton zaryadining modullari o'zaro teng bo'lib, ular ishoralari bilan farq qiladi. $|e| = |q_p| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- Elektronning massasi: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
- Protonning massasi: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.
- **Zaryadlarning karralik qonuni:** tabiatda uchraydigan zaryadlarning barchasi doim elementar zaryadga karrali bo'ladi:
 $q = n \cdot e$ $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, butun sonlar. $q = N \cdot e$; $N = q/e$
- Karralik qonuni bajarilishining asosiy sababi elementar zaryadning bir qismini ajratib olish mumkin emasligidadir, ya'ni elementar zaryadni (elektron yoki protonni) parchalab bo'lmaydi.
- Jismlar ishqalanish vositasida elektrlanganda undagi erkin elektronlar qayta taqsimlanadi.

- Tashqariga zaryadli zarralar chiqmaydigan va bunday zarralar tashqaridan kirmaydigan sistemaga elektr jihatidan *yopiq sistema* deyiladi.
- **Zaryadni saqlanish qonuni:** Elektrlanish jarayonida, yopiq sistema ichidagi barcha zarralar zaryadlarining algebraik yig'indisi o'zgarmaydi:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \sum_{i=1}^n q_i = \text{Const}; \quad q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$$

- Zaryadning saqlanish qonuni elementar zarralar bir-biriga aylanganda yoki yangi zarralar paydo bo'lganida ham bajariladi.
- O'lchamlari o'zaro ta'sirlashayotgan zaryadli jismlar orasidagi masofaga nisbatan hisobga olinmas darajada kichik bo'lgan jismlar *nuqtaviy zaryadlangan jismlar* deyiladi.
- **Kulon qonuni:** Vakuumda joylashgan ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi ularning zaryadlari modullarining ko'paytmasiga to'g'ri, orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'ladi

$$F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{R^2} \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{R^2} \quad \left. \vphantom{F} \right\} \text{vakuum uchun}$$

$$F = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{R^2} \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{R^2} \quad \left. \vphantom{F} \right\} \text{muhit uchun}$$

k - proporsionallik koeffitsiyenti.

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}; \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} C^2 / N \cdot m^2; \quad \epsilon_r = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m};$$

ϵ_r -elektr doimiysi

- XBSda zaryadning birligi $1C = 1A \cdot 1s$ ga teng. $1A$ o'zgaras tok o'tayotgan o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan $1s$ da oqib o'tgan zaryad miqdori 1 Kulon ga teng bo'ladi.
- Cho'zilmas ipga osilgan ikki zaryadlangan shar zaryadini topish:

$$q = r \cdot \sqrt{\frac{2mg\tau g \alpha}{k}}; \quad q = \frac{\epsilon_r mg\tau g \alpha}{\sigma};$$

- q_1 va q_2 zaryadlarga ega bo'lgan bir xil o'lchamli sharlar r masofada joylashganda, sharlar o'zaro tekkizilib yana oldingi joyiga keltirilsa, bunda sharlarning o'zaro ta'sir kuchlari orasidagi munosabat:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(q_1 + q_2)^2}{4q_1 q_2};$$

53-§. Elektr maydon va uning kuchlanganligi

- Qo'zg'almas zaryadlar hosil qilgan elektr maydoni *elektrostatik maydon* deyiladi
- Elektrostatik maydonni faqat qo'zg'almas zaryadlar hosil qiladi.
- Elektrostatik maydon vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi.
- Vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan maydon elektromagnit maydon deyiladi.
- Elektrostatik maydonga kiritilgan nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi kuchni miqdor jihatdan tavsiflovchi kattalikka *maydon kuchlanganligi* deb ataladi.

- Elektrostatik maydonning biror nuqtasidagi kuchlanganligi:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}; \quad \vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

- Nuqtaviy zaryadning elektr maydon kuchlanganligi:

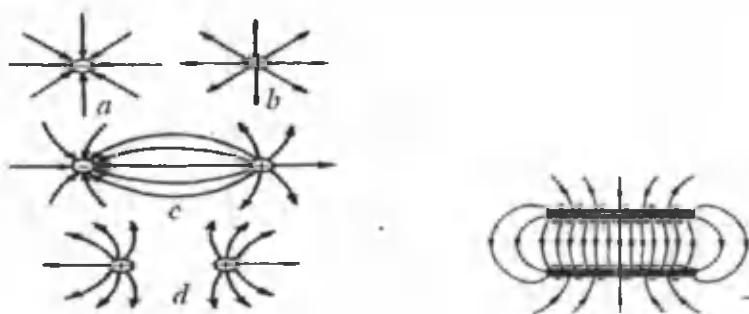
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2}; \quad E = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{q}{R^2} \quad \left. \vphantom{E} \right\} \text{ muhitda}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2}; \quad E = k \cdot \frac{q}{R^2} \quad \left. \vphantom{E} \right\} \text{ vakuumda}$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2};$$

$$\epsilon - \text{muhitning nisbiy dielektrik sindiruvchanligi.} \quad \epsilon = \frac{F_{\text{vakuum}}}{F_{\text{muhit}}}$$

- Elektr maydonining biror nuqtasiga kiritilgan bir birlik musbat zaryadga maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuchga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka, elektr maydonining shu nuqtadagi kuchlanganligi deyiladi.
- Kuchlanganlik elektr maydonini kuch tomonidan xarakterlovchi vektor kattalikdir.
- Maydon kuchlanganligining birligi XBS da N/C va V/m larda ifodalanadi.
Kuchlanganlik chiziqlari va ularni o'tkazish qoidalari
- Fazoda elektr maydon kuch chiziqlarini o'tkazish shartlari:
 - kuch chizig'ining ixtiyoriy nuqtasiga o'tkazilgan urinma elektr maydonning shu nuqtasidagi kuchlanganlik vektori bilan mos tushishi kerak;
 - kuch chiziqlarining zichligi elektr maydon kuchlanganligining shu sohada qiymatiga proporsional bo'lishi kerak.
- Har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinmalarning yo'nalishi, kuchlanganlik vektorining yo'nalishiga mos keluvchi uzluksiz chiziqlar, *kuchlanganlik (qisqacha kuch) chiziqlari* deb ataladi.
- Kuchlanganlik chiziqlari hech qaerda o'zaro kesishmaydi.
- Elektr maydoni kuchlanganlik chiziqlari yopiq bo'lmasdan, ular musbat zaryaddan boshlanib, manfiy zaryadda tugaydi.
- Kuchlanganlik chiziqlari faqat zaryad joylashgan nuqtadagina tutashadi.
- Ikkita parallel plastinkani modullari teng, lekin ishorasi qarama-qarshi bo'lgan zaryadlar bilan zaryadlasa, plastinkalar orasida kuchlanganlik chiziqlari o'zaro parallel joylashadi va maydon kuchlanganligi vektorining moduli plastinkalar orasidagi barcha nuqtalarda bir xilda bo'ladi.
- Kuchlanganlik vektorining moduli va yo'nalishi hamma nuqtalarida bir xil bo'lgan elektr maydoniga *bir jinsli elektr maydoni* deyiladi.
- Kuch chiziqlari zaryadli jismlar yaqinida zichroq joylashib, Bu yerda maydon kuchlanganligi ham kattaroq bo'ladi.



Rasm 50. Elektr maydon kuchlanganligi yo'nalishlari

- **Maydon superpozitsiya prinsipi:** Zaryadlar sistemasining biror nuqtada hosil qilgan elektr maydonining kuchlanganligi sistemaga kiruvchi har bir zaryadning o'sha nuqtada alohida-alohida hosil qilgan maydon kuchlanganliklarining vektor yig'indisiga teng.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{k=1}^n \vec{E}_k$$

$$\vec{E}_A = \frac{\vec{F}}{q_c} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}{q_c} = \frac{\vec{F}_1}{q_c} + \frac{\vec{F}_2}{q_c} + \dots + \frac{\vec{F}_n}{q_c} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n; \quad \vec{E}_A = \sum_{k=1}^n \vec{E}_k$$

- Superpozitsiya so'zi «qo'shilish yoki ustma-ust tushish» degan ma'noni anglatadi.
- Superpozitsiya prinsipiga ko'ra bir-biridan r masofa uzoqlikda joylashgan ikki nuqtaviy zaryadning biror nuqtadagi maydon kuchlanganligi:

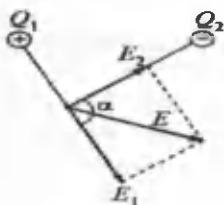
⇒ **Maydon kuchlanganlik vektorlarining**

→ yo'nalishi bir xil bo'lsa: $E = E_1 + E_2$

→ yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa: $E = E_1 - E_2$

→ yo'nalishi perpendikulyar bo'lsa: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

→ α burchak ostida yo'nalgan bo'lsa: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cdot \cos \alpha}$



Rasm 51. Ikkita nuqtaviy zaryadlarning qaralayotgan nuqtadagi natijaviy maydon kuchlanganligi

Bu yerda E_1 va E_2 mos ravishda nuqtaviy zaryadlarning qaralayotgan nuqtadagi maydon kuchlanganliklari, α - maydon kuchlanganlik vektorlari orasidagi burchak.

- Elektr maydoni kuchlanganligi va induksiya: $E = B \sin \alpha$ $E = B \cdot \dot{\varphi}$

54-§. Bir jinsli zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydoni

- Sirtning birlik yuzasiga to'g'ri keladigan zaryadning miqdoriga *zaryad sirt zichligi* deyiladi:

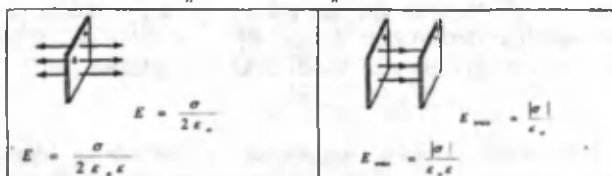
$$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S}; \quad \sigma = \frac{q}{S}$$

- XBSda zaryad sirt zichligi $\frac{C}{m^2}$ da o'lchanadi.
- Tekis zaryadlangan cheksiz tekislik hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}; \quad E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0 \epsilon} \text{ - muhit uchun}$$

- Bir tekis zaryadlangan cheksiz tekislik hosil qilgan maydonning kuchlanganligi fazoning ixtiyoriy nuqtasida bir xil qiymatga ega bo'lib masofaga bog'liq emas: ($E_1 = E_2 = \dots = E_n$).
- Zaryadlangan cheksiz tekisliklar tizimining tashqarisida natijaviy elektr maydon kuchlanganligi nolga teng.
- Elektr maydoni faqat tekisliklar orasida hosil bo'ladi:

$$E_{\text{orasi}} = \frac{|\sigma|}{\epsilon_0}; \quad E_{\text{tashqari}} = \frac{|\sigma|}{\epsilon_0 \epsilon}$$



Rasm 52. Yakkalangan va parallel tekisliklarda elektr maydon kuchlanganligi

- Qarama-qarshi ishorali zaryadlar bilan zaryadlangan ikkita parallel tekisliklar orasida hosil bo'lgan elektr maydon kuchlanganligi zaryadlangan bitta tekislik hosil qilgan elektr maydoni kuchlanganligidan ikki marta ortiq bo'ladi.
- Parallel tekisliklar orasidagi fazoning istalgan nuqtasida maydon kuchlanganligi vektorining moduli va yo'nalishi bir xil bo'ladi.
- Cheksiz parallel tekisliklar orasidagi maydon bir jinsli maydon hisoblanadi.
- Musbat zaryad maydoniga manfiy zaryad kiritsak yoki manfiy zaryad maydoniga musbat zaryad kiritsak elektr maydon kuchlanganligi ortadi.
- Musbat zaryad maydoniga musbat zaryad, yoki manfiy zaryad maydoniga manfiy zaryad kiritsak elektr maydon kuchlanganligi zaiflashadi.
- Nuqtaviy zaryadning r masofadagi elektr maydon kuchlanganligi:

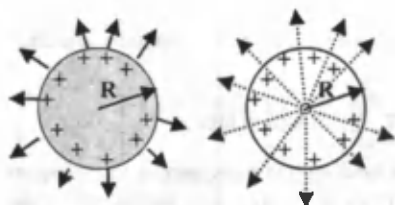
$$E = k \frac{q}{\varepsilon \cdot r^2};$$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot r^2}$$

- Bir xil ishorali nuqtaviy zaryad orasidagi masofa l , ular orasidagi kuchlanganlik $E = 0$ bo'lgan nuqta:

$$r_1 = \frac{l}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1} + 1}} \quad r_2 = \frac{l}{\sqrt{\frac{q_1}{q_2} + 1}}$$

55-§. Bir jinsli zaryadlangan shar va sferaning elektr maydoni



Rasm 53. Bir jinsli zaryadlangan shar va sferaning elektr maydoni kuchlanganligi

- Shar bir jinsli bo'lsa, zaryad shar sirti bo'ylab bir tekisda taqsimlanadi.

$$r > R \rightarrow E = k \frac{|q|}{r^2}; \quad r < R \rightarrow E_{\text{ichki}} = 0$$

- Shar yoki sferaga berilgan zaryad o'zaro itarilish kuchi tufayli faqat ularning sirti bo'ylab taqsimlanganligi uchun ularning ichidagi ($r < R$) maydon kuchlanganligi doim nolga teng ($E_{\text{ichki}} = 0$).
- E gorizontal yo'nalishdagi elektr maydonida elektronning tezlanishi:

$$a = \frac{eE}{m_e}; \quad a = \frac{eU}{m_e \cdot d};$$

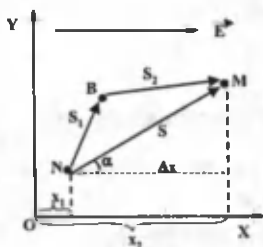
- E vertikal yo'nalishdagi elektr maydonida q zaryadning dinamik tenglamasi: $ma = \pm qE \pm mg$; \pm ishora E vektorining yo'nalishi, zaryadning ishorasi va tezlanishi yo'nalishiga bog'liq.
- Faqat metall shar va sferaga berilgan zaryad sirt bo'ylab tekis taqsimlanadi. Boshqa shakldagi metall jismlarda zaryad, sirt bo'ylab notekis taqsimlanadi.

56-§. Elektr maydonida zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish.

Potensial energiya. Potensial. Potensiallar ayirmasi

- Elektr maydonida nuqtaviy zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish:
 $A = F \cdot s \cdot \cos \alpha = q \cdot E \cdot s \cdot \cos \alpha; \quad A = qEd; \quad d = S \cos \alpha$
 d – maydon bo'yicha zaryadning ko'chishi.
- Elektrostatik maydon *potensial maydon*dir.
- Elektrostatik maydonda zaryadni yopiq kontur bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish doimo *nolga teng* bo'ladi.

- Bajargan ishi zaryadning harakat traektoriyasiga bog'liq bo'lmagan kuchga *konservativ kuch* deyiladi. Elektrostatik kuch ham, xuddi og'irlik, elastiklik kuchlari kabi konservativ kuch hisoblanadi.



$$s \cdot \cos\alpha = x_2 - x_1 = \Delta x ; A = qE\Delta x$$

Rasm 54. Elektr maydonda zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish

- Elektr maydonning bajarilgan ishi hisobiga zaryadning potensial energiyasi kamayadi: $A = W_1 - W_2 = -\Delta W$
- Bajirilgan ish doim teskari ishora bilan olingan potensial energiyaning o'zgarishiga teng bo'ladi: $\Delta W_p = -qE \cdot \Delta x$
- Maydon musbat ish bajarsa, maydondagi zaryadli jismning potensial energiyasi kamayadi ($\Delta W_p < 0$). Aksincha, maydon manfiy ish bajarsa, maydondagi zaryadli jismning potensial energiyasi ortadi ($\Delta W_p > 0$).
- Ikki nuqtaviy zaryad potensial energiyasi:
 - vakuum uchun: $W_a = k \frac{q_1 q_2}{R}$; $W_a = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{R}$;
 - muhit uchun: $W_a = \frac{k}{\epsilon} \frac{q_1 q_2}{R}$; $W_a = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{R}$;
- Bir xil ishoraga ega bo'lgan o'zaro ta'sirlashuvchi zaryadlarning o'zaro ta'sir potensial energiyasi doim musbat va har xil ishorali zaryadlarning o'zaro ta'sir potensial energiyasi manfiy hisoblanadi.
- q_1 zaryadni maydon hosil qiluvchi q zaryaddan r_1 masofa uzoqlikda yotgan nuqtadan r_2 masofa uzoqlikda yotgan nuqtaga ko'chirishda elektr kuchlari bajarilgan ish:

$$A = q_1 \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon \cdot r_1} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon \cdot r_2} \right); \quad A = k \frac{q \cdot q_1}{r_1} - k \frac{q \cdot q_1}{r_2}$$

- Maydonning biror nuqtasiga cheksiz uzoqlikdan kiritilgan zaryad olgan potensial energiyasining, shu zaryadning miqdoriga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka, maydonning shu nuqtadagi *potensial* deyiladi. Potensial skalyar kattalikdir.
- *Potensial* - elektr maydonini energiya tomonidan tavsiflovchi kattalikdir.

• Elektrostatik maydonning biror nuqtasidagi potentsiali: $\varphi = \frac{W_x}{q_0}$

• Nuqtaviy zaryadning potentsiali:

→ vakuum uchun: $\varphi = k \cdot \frac{q}{R}$; $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R}$;

→ muhit uchun: $\varphi = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{q}{R}$; $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R}$;

• Nuqtaviy zaryaddan har xil masofadagi potentsiallar nisbati: $\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{r_2}{r_1}$

• Ikki qarama-qarshi ishorali nuqtaviy zaryad orasidagi masofa l , bo'lsa ular orasidagi potentsiali nol bo'lgan nuqta:

$$r_1 = \frac{q_1}{q_1 + q_2} \cdot l; \quad r_2 = \frac{q_2}{q_1 + q_2} \cdot l$$

• Potensial energiya va ishni potentsial va potentsiallar farqi orqali ifodasi:

$$W = q \cdot \varphi; \quad A = q(\varphi_1 - \varphi_2); \quad A = q\Delta\varphi; \quad U = \varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi; \quad A = qU;$$

$\Delta\varphi$ potentsiallar farqi kuchlanish U ga teng.

• **Maydonlarning superpozitsiya prinsipi natijasi:** Zaryadlar tizimining biror nuqtada hosil qilgan elektr maydonning potentsiali har bir zaryadning o'sha nuqtada hosil qilgan potentsiallarining algebraik yig'indisiga teng:

$$\varphi = \frac{W_{\varphi_1} + W_{\varphi_2} + \dots + W_{\varphi_n}}{q_0} = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$$

• Musbat ishorali zaryadlar hosil qilgan elektr maydonning potentsiali musbat, manfiy ishorali zaryadlar hosil qilgan maydonning potentsiali esa manfiy ishora bilan olinadi.

• Potentsiallar ayirmasi (kuchlanish): $U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$; $U = E \cdot \Delta d$

• Zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish: $A = qU$; $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$; $A = Ed \cdot q$;

• Elektrostatik maydonda zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish zaryadning miqdori bilan zaryad ko'chgan nuqtalar orasidagi kuchlanishning ko'paytmasiga teng.

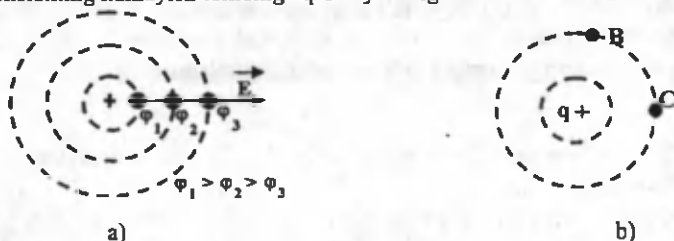
• Potensial va potentsiallar ayirmasining o'lchov birligi italyan olimi Voltning sharafiga Volt (V) deb ataladi: $\varphi = W/q$ dan $1V = \frac{1J}{1C}$ ga teng.

• 1C zaryadni elektr maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda, 1J ish bajaradigan, nuqtalar potentsiallarining ayirmasi 1V ga teng bo'ladi.

• Potentsiallar ayirmasi bilan kuchlanganlik orasidagi bog'lanish yoki bir jinsli elektrostatik maydonning kuchlanganligi:

$$E = \text{Const}; \quad E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}; \quad E = \frac{U}{d}; \quad E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\Delta x}; \quad E = -\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta x};$$

- Elektrostatik maydon *kuchlanganligi* potensialning birlik masofadagi kamayishiga teng bo'lgan kattalik bo'lib, uning yo'nalishi doim potensialning kamayish tomoniga qarab yo'nalgan bo'ladi



Rasm 55. a) Nuqtaviy zaryaddan har xil masofadagi potensiallar;
b) Ekvipotensial sirt

- Potensiallari o'zaro teng bo'lgan ($\varphi = const$) nuqtalarning geometrik o'rniga ekvipotensial (teng potensialli) sirt deyiladi. Zaryadni ekvipotensial sirt bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish nolga teng: Zaryadni B nuqtasidan C nuqtasiga ko'chirishda elektrostatik maydonning bajarilgan ishi: $A = q_1(\varphi_B - \varphi_C) = 0 \rightarrow \varphi_B = \varphi_C$;
- Kuchlanganlik chiziqlari doim ekvipotensial sirtga tik yo'nalgan bo'ladi.
- Elektrostatik maydondagi har qanday o'tkazgichning sirti ekvipotensial sirt-dan iborat bo'ladi. Chunki maydonning kuch chiziqlari doim o'tkazgichning sirtiga perpendikulyardir.
- Nuqtaviy zaryadning ekvipotensial sirti sferadan iborat.
- Zaryadlangan tekislikning ekvipotensial sirti yassi tekislikdan iborat.
- Elektr maydon kuchlanganlik vektori ekvipotensial sirtga perpendikulyar joylashadi.
- Musbat zaryad, potentsiali katta nuqtadan potentsiali kichik nuqta tomon harakat qiladi

57-§. Zaryadlangan shar (sfera)ning hosil qilgan potentsiali

- Agar kuzatilayotgan nuqta shar yoki sfera tashqarisida joylashgan bo'lsa (ya'ni $r > R$) u holda, kuzatilayotgan nuqtaning potentsiali quyidagicha aniqlanadi:

$$r > R \rightarrow \varphi \neq const \rightarrow \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = k \frac{q}{r}; \quad \varphi = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 \epsilon \cdot r}$$

- Aksincha $r < R$ bo'lsa, ya'ni kuzatilayotgan nuqta shar yoki sferaning ichida joylashgan bo'lsa, u holda shar yoki sferaning istalgan ichki nuqtasidagi elektr maydon potentsiali o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$r < R \rightarrow \varphi = \text{const} \rightarrow \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = k \frac{q}{R}; \quad \varphi = \frac{qR}{\epsilon_0}$$

Bu yerda R – shar yoki sfera tashqi sirtining radiusi.

- q_1 zaryadli R_1 radiusli shar q_2 zaryadli R_2 radiusli shar bilan tutashtirilgandan keyingi zaryadning qayta taqsimlanishi – q'_1, q'_2 .

$$q'_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2}(q_1 + q_2); \quad q'_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2}(q_1 + q_2);$$

\Rightarrow bunda sharlardagi zaryadlarning necha marta o'zgarganligini topish formulasi:

$$\frac{q'_1}{q_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{q_2}{q_1}\right); \quad \frac{q'_1}{q_1} = \frac{\varphi_1 R_1 + \varphi_2 R_2}{\varphi_1 (R_1 + R_2)}; \quad \frac{q'_2}{q_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{q_1}{q_2}\right); \quad \frac{q'_2}{q_2} = \frac{\varphi_1 R_1 + \varphi_2 R_2}{\varphi_2 (R_1 + R_2)};$$

- q_1 zaryadli R_1 radiusli shar q_2 zaryadli R_2 radiusli shar bilan tutashtirilgandan:

$\Rightarrow q_1/R_1 > q_2/R_2$ bo'lsa zaryad birinchi shardan ikkinchi sharga o'tadi.

$\Rightarrow q_1/R_1 < q_2/R_2$ bo'lsa zaryad ikkinchi shardan birinchi sharga o'tadi.

$\Rightarrow q_1/R_1 = q_2/R_2$ bo'lsa zaryadni sharlar bo'yicha o'tishi kuzatilmaydi.

- Zaryadlangan sharlar tutashtirilganida biridan ikkinchisiga oqib o'tgan zaryad miqdori Δq :

$$\Delta q = \frac{|R_1 q_2 - R_2 q_1|}{R_1 + R_2}; \quad \Delta q = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2|}{k \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}$$

- φ_1 potentsiali va R_1 radiusli shar va φ_2 potentsiali va R_2 radiusli sharlar bilan tutashtirilgandagi umumiy potensial: $\varphi_{\text{um}} = \frac{R_1 \varphi_1 + R_2 \varphi_2}{R_1 + R_2}$

- φ_0 potentsialga ega bo'lgan n ta shar birlashishidan hosil bo'lgan bitta katta sharning potentsiali: $\varphi_0 = \sqrt{n^2} \cdot \varphi_0$

- Zaryadlangan shar energiyasi:

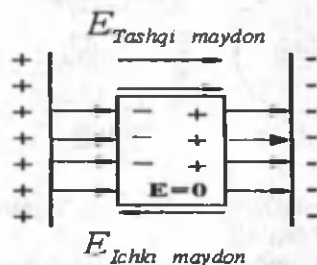
$$W_{\text{shar}} = \frac{q\varphi}{2}; \quad W_{\text{shar}} = \frac{kq^2}{2R}; \quad W_{\text{shar}} = \frac{\varphi^2 R}{2k}; \quad W_{\text{shar}} = 2\pi\epsilon_0 R\varphi^2$$

- Zaryadlangan sharlar o'zaro tekkizilib yana oldingi joylariga qaytarildi, bunda zaryadlarning o'zaro potensial energiyasining o'zgarishi:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{(q_1 + q_2)^2}{4q_1 q_2}$$

58-§. Elektr maydonda o'tkazgichlar. O'tkazgich ichidagi elektr maydoni.

- Bir jinsli elektr maydoniga kiritilgan o'tkazgichning ichida elektr maydoni mavjud emas (nolga teng), uning tashqarisida mavjud (nolga teng emas).

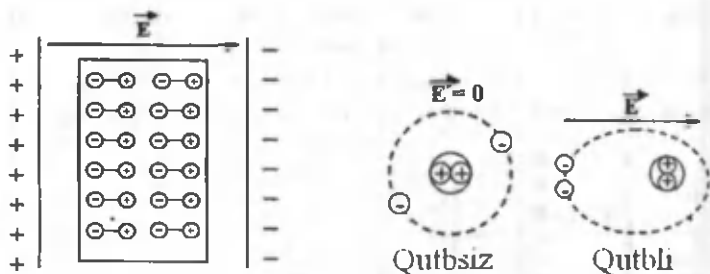


Rasm 56. Tashqi va ichki maydonlarning bir-biriga ta'siri

- Elektr zaryadlari o'tkazgichning faqat sirtida bo'ladi. Uchlik joylarida ko'p, botiq joylarida kam bo'ladi.
- Bir jinsli elektr maydoniga kiritilgan o'tkazgichning sirtida zaryadlar hosil bo'lish jarayoniga elektrostatik induksiya hodisasi deyiladi.

59-§. Elektr maydonidagi dielektriklar. Dielektriklarning qutblanishi.

- Dielektrik elektr maydonni zaiflashtiradi.
- Maydonning vakuumdagi kuchlanganligi modulining (E_0) bir jinsli dielektrik ichida hosil qilingan maydon kuchlanganligi moduliga (E) nisbati nisbiy dielektrik singdiruvchanlik (ϵ) deyiladi: $\epsilon = \frac{E_0}{E}$
- Agar dielektrikni elektr maydoniga kiritsak, maydon ta'sirida elektronlar faqat o'z atomi ichida siljiydi. Natijada atomning bir tomonida manfiy va qarama-qarshi tomonida musbat zaryadlar taqsimoti yuzaga keladi. Bu hol elektr maydoniga kiritilgan dielektrikning sirtlarida, ya'ni kuch chiziqlari kiradigan tomonida manfiy va kuch chiziqlari chiqadigan tomonida esa musbat zaryadlarning ajralishiga olib keladi. Bu hodisaga dielektrikning qutblanish jarayoni deyiladi.
- Dielektrik ichida burilgan atom va molekular hosil qilgan maydonning kuchlanganlik chiziqlari, asosiy maydon kuch chiziqlariga qarama-qarshi yo'nalgan. Shuning uchun dielektrik elektr maydonni susaytiradi.
- Atomdagi elektronlarining massa markazi, yadrosidagi protonlarining massa markazi bilan ustma-ust tushadigan dielektriklar, qutbsiz dielektriklar deyiladi. Qutbsiz dielektriklarning atom va molekulari simmetrik tuzilishga ega. Qutbsiz dielektriklarga polietilen, inert gazlar, kislorod, azot, vodorod molekulari kabilar misoldir.



Rasm 57. Dielektriklar elektr maydoni

- Modullari teng, ishoralari esa qarama-qarshi bo'lgan o'zaro bog'langan nuqtaviy zaryadlar sistemasiga *elektr dipoli* deyiladi.
- Dipol zaryadi (q) ning zaryadlar orasidagi masofa (l) ga ko'paytmasi *dipol momenti* deyiladi: $p = q \cdot l$



Rasm 58. Elektr dipoli

- Dipol momenti vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi manfiy zaryaddan musbat zaryadga qarab yo'nalgan deb tanlab olingan. XBS da dipol momentining birligi qilib 1Debay qabul qilingan, 1Debay= $1,6 \cdot 10^{-19}$ C·m.
- Atomidagi elektronlarining massa markazi yadrosidagi protonlarining massa markazi bilan ustma-ust tushmaydigan dielektriklar *qutbli dielektriklar* deyiladi. Osh tuzi, spirt, suv kabilar qutbli dielektriklardir. Qutbli dielektrik molekulasida elektronlar protonlarga nisbatan siljigan bo'ladi. Shu sababdan tashqi elektr maydoniga kiritilmagan qutbli dielektrik molekulasi elektr dipolini tashkil qiladi
- Elektr maydoniga kiritilgan dielektrikning qutblanishi tufayli uning ichida ichki elektr maydoni hosil bo'ladi. Bu ichki elektr maydoni dielektrik dipollarining maydonlari hisobiga yuzaga kelib, tashqi maydonga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi va shu sababli tashqi maydonni zaiflashtiradi.

60-§. O'tkazgichning elektr sig'imi.

- O'tkazgichning o'zida zaryad to'plash qobiliyatini xarakterlovchi fizik kattalik o'tkazgichning *elektr sig'imi* deb ataladi.
- Agar o'tkazgich, atrofdagi jismlar bilan o'zaro zaryad almashmasa, hamda atrofdagi jismlar bilan o'zaro elektr ta'sirida bo'lmasa, bunday o'tkazgich *yakkalangan o'tkazgich* deyiladi.

- Yakkalangan o'tkazgichning potensialini bir potensial birligiga oshirish uchun, unga berilishi kerak bo'lgan zaryad miqdoriga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka *elektr sig'imi* deyiladi.

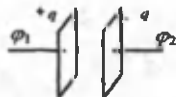
$$C = \frac{q}{\varphi}$$

- XBS da elektr sig'imining birligi Farad (F). $1F = 1C/1V$. Elektr potensialni 1 V ga oshirish uchun 1C zaryad qabul qiladigan yakkalangan o'tkazgichning elektr sig'imi 1 F ga teng.
- Izolyatsiyalangan shar elektr sig'imi: $C = 4\pi\epsilon_0 R$; $C = \frac{q}{\varphi - \varphi_0}$; $C = \frac{R}{k}$;
- Yakkalangan muhitdagi sharni elektr sig'imi: $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$; $C = \frac{\epsilon R}{k}$;

61-§. Kondensator. Kondensatorning elektr sig'imi

- Ikki o'tkazgichdan iborat bo'lgan tizimning elektr sig'imi bitta o'tkazgichning sig'imidan juda katta bo'ladi. Bir-biridan dielektrik bilan ajratilgan ikki o'tkazgichdan iborat bo'lgan har qanday tizim *kondensator* deyiladi. Kondensatorning yakkalangan o'tkazgichlardan asosiy farqi shundaki, uning o'lchamlari juda kichik bo'lsa ham, sig'imi juda katta bo'ladi.
- Kondensatorni hosil qilgan o'tkazgichlar *kondensatorning qoplamalari* deyiladi.
- Qoplamalari ikki parallel yassi tekislikdan iborat bo'lgan kondensatorga *yassi kondensator* deyiladi. Yassi kondensatorning elektr sig'imi, kondensator qoplamalaridan biridagi zaryad miqdorining qoplamalar orasidagi potentsiallar ayirmasiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}; \quad C = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot S}{d}$$



Yassi kondensator



Sferik kondensator

Rasm 59. Kondensatorlar

- Silindrik kondensatorning elektr sig'imi: $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$
- Qoplamalari, har xil radiusli ikki sferik sirtidan iborat bo'lgan kondensator, *sferik kondensator* deyiladi. Sferalar orasidagi elektr maydonini r_1 radiusli sferaning zaryadi hosil qiladi:

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 \cdot r_1 \cdot r_2}{r_2 - r_1}; \quad C = \frac{4\pi\epsilon_0 \epsilon \cdot r_1 \cdot r_2}{r_2 - r_1}$$

- Yassi kondensator qoplamalari orasidagi potensiallar farqi, yoki kuchlanish:

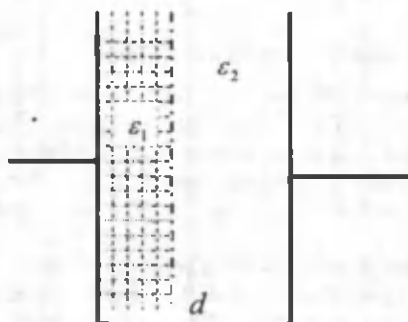
$$U = \frac{q}{C}; \quad U = \frac{qd}{\epsilon_0 \epsilon S}; \quad U = \frac{\sigma d}{\epsilon_0 \epsilon}; \quad U = Ed;$$

- Yassi kondensator qoplamalari orasidagi elektr maydon kuchlanganligi:

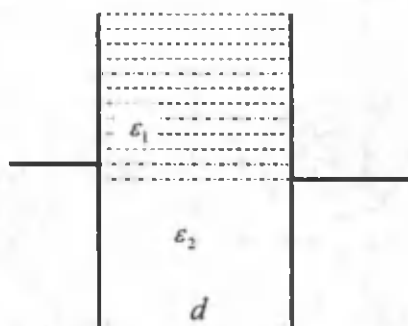
$$E = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon \cdot S}; \quad E = \frac{U}{d}; \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon};$$

- Yassi kondensator zaryadi:

$$q = CU; \quad q = \frac{\epsilon_0 \epsilon SU}{d}; \quad q = \sigma S;$$



$$C = \frac{2\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0 S}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) \cdot d}$$



$$C = \frac{(\epsilon_1 + \epsilon_2) \cdot \epsilon_0 S}{2d}$$

Rasm 60. Yassi kondensator qoplamalari orasidagi fazoning yarmi ϵ_1 qolgan yarmi ϵ_2 dielektrik bilan to'ldirilgan bo'lsa, uning sig'imi.

62-§. Kondensatorlarni parallel va ketma-ket ulash

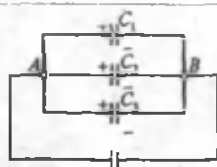
- Kondensatorlar parallel va ketma-ket ulanganda ularning umumiy sig'imi o'zgaradi.

1. Kondensatorlarni parallel ulash.

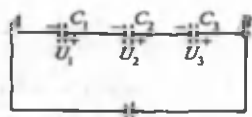
- Agar bir qurilmaning ikki uchi, ikkinchi qurilmaning ikki uchiga mos ravishda ulangan bo'lsa, *parallel ulash* deyiladi.

$$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n; \quad q = C_{\text{um}} \cdot \Delta\varphi; \quad C_{\text{um}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n; \quad C_{\text{um}} = n \cdot c$$

⇒ Agar $C_1 = C_2 = C_3 = C_0$ bo'lsa, $C_{\text{um}} = 3C_0$ bo'ladi



a)



b)

Rasm 61. Kondensatorlarni parallel (a) va ketma-ket ulash (b)

- Parallel ulangan kondensatorlar batareyasining umumiy sig'imi, kondensatorlar sig'irlarining algebraik yig'indisiga teng. Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy sig'im oshadi.

2. Kondensatorlarni ketma-ket ulash.

- Agar bir qurilmaning bir uchi, ikkinchi qurilmaning bir uchiga ulangan bo'lib, qolgan uchlari ulanmasa, *ketma-ket ulash* deyiladi.

$$\Delta\varphi_{\text{umum}} = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 + \dots + \Delta\varphi_n; \quad q = q_1 = q_2 = \dots = q_n;$$

$$\frac{1}{C_{\text{um}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}; \quad C_{\text{um}} = \frac{C_1}{n}; \quad C_{\text{um}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}; \quad U_1 : U_2 : U_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3};$$

- Ketma-ket ulangan ikkita kondensator uchun kuchlanishni taqsimlanishi:

$$U_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} U_0; \quad U_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_0;$$

- Ketma-ket ulangan kondensatorlar batareyasi umumiy sig'imining teskari qiymati, ulangan kondensatorlar sig'irlari teskari qiymatlarining yig'indisiga teng. Kondensatorlar ketma-ket ulanganda kondensatorlar batareyasining umumiy sig'imi kamayadi. Kondensatorlar batareyasining umumiy sig'imi, batareya tizimiga kiruvchi sig'imi eng kichik bo'lgan kondensator sig'imidan ham kichik bo'ladi.

- Kondensatorlar zaryadlari nisbati: $q_1 : q_2 : q_3 = C_1 : C_2 : C_3$

- U_1 kuchlanishgacha zaryadlangan C_1 sig'imli kondensator U_2 kuchlanishgacha zaryadlangan C_2 sig'imli kondensator bilan tutashtirilganda kondensatorlarda hosil bo'luvchi umumiy kuchlanish:

$$U_{\text{um}} = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2}$$

- Zaryadi q_1 sig'imi C_1 bo'lgan kondensator, zaryadi q_2 sig'imi C_2 bo'lgan kondensator bilan tutashirilgandan keyin kondensatorlarda zaryadning qayta taqsimlanishi:

$$q_1' = \frac{C_1}{C_1 + C_2}(q_1 + q_2); \quad q_2' = \frac{C_2}{C_1 + C_2}(q_1 + q_2);$$

63-§. Elektr maydon energiyasi

- Kondensator qoplamalaridagi elektrostatik maydon energiyasi:

$$W_e = \frac{CU^2}{2}; \quad W_e = \frac{q^2}{2C}; \quad W_e = \frac{1}{2}QU; \quad W_e = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2}; \quad W_e = \frac{1}{2}q(\varphi_1 - \varphi_2);$$

$$W_e = \frac{q^2 d}{2\epsilon\epsilon_0 S}; \quad W_e = \frac{\epsilon\epsilon_0 SU^2}{2d}; \quad W_e = \frac{\epsilon\epsilon_0 Sd}{2} E^2; \quad W_e = \frac{\epsilon\epsilon_0 V}{2} E^2$$

- Elektrostatik maydon energiya zichligi: $w_e = \frac{W_e}{V}; \quad w_e = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}; \quad w_e = \frac{ED}{2};$

$$D = \epsilon\epsilon_0 E; \quad D - \text{elektrostatik maydon induksiyasi}$$

- Elektr maydon energiyasining zichligi maydon tarqalgan dielektrikning dielektrik singdiruvchanligi bilan maydon kuchlanganligi kvadratining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional.
- Agar elektr maydon bir jinsli bo'lsa, energiyaning hajmiy zichligi maydonning hamma nuqtalarida bir xilda bo'ladi.
- Elektr maydon deyarli butunlay kondensator ichida to'plangan bo'ladi. Ikkita konsentrik sferadan iborat bo'lgan sferik kondensator da butun maydon qoplamalar orasida to'plangan bo'ladi.
- Kondensatorning asosiy xossalari:
 - Har bir kondensator nafaqat o'zida zaryad to'plash xususiyatiga, shuningdek ular energiya to'plash xususiyatiga ham ega.
 - Bu energiyani kondensator da uzoq vaqt davomida saqlab bo'lmaydi. Chunki kondensator zaryadini vaqt o'tishi bilan uni o'rab turgan atrof muhitga uzatadi.
 - Kondensator elektr qarshiligi kichik bo'lgan zanjir orqali zaryadsizlanganda, o'z energiyasini deyarli bir zumda beradi.

O'ZGARMAS TOK

64-§. Elektr toki. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari. Tok kuchi va tok zichligi

- Zaryadli zarralarning harakati bilan bog'liq bo'lgan hodisa va jarayonlarni o'rganadigan fizikaning bo'limi *elektrodinamika* deyiladi.
- Zaryadli zarralarning tartibli harakatiga *elektr toki* deb ataladi. Elektr toki erkin harakatlana oladigan elektronlar yoki ionlarning tartibli ko'chishidan paydo bo'ladi.
- Elektr toki yo'nalishi sifatida musbat zaryadli zarralar harakatining yo'nalishi qabul qilingan. Agar tokni manfiy zaryadli zarralar (masalan, metallarda elektronlar) hosil qilayotgan bo'lsa, elektr toki zarralar harakatining yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.
- Elektr toki mavjud bo'lish shartlari:
 1. O'tkazgichda erkin zaryadli zarralarning mavjud bo'lishi;
 2. Zaryadli zarralarni tartibli harakatga keltirish va bu harakatni to'xtatmay turish uchun bu zarralarga ma'lum bir yo'nalishda ta'sir qilib turadigan kuch bo'lishi zarur yoki o'tkazgich uchlarida noldan farqli potentsiallar ayirmasi bo'lishi zarur;
 3. Elektr zanjiri yopiq bo'lishi kerak.
- Elektr tokining asosiy belgisi-harakatdagi zaryadli zarralar tufayli paydo bo'luvchi *magnit maydonning* mavjudligidir.
- **Tokning asosiy uch xil ta'siri:** Issiqlik, kimyoviy, optik, magnetik. Magnetik ta'sir eng asosiy ta'sir hisoblanadi.
- O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan vaqt birligi ichida oqib o'tgan zaryad miqdoriga son jihatidan teng bo'lgan skalyar kattalikka *tok kuchi* deyiladi.
- XBSda tok kuchining birligi sifatida, fransuz fizigi Amper sharafiga, *Amper (A)* qabul qilingan. Tok kuchining birligi Amper asosiy fizik kattaliklar qatoriga kirib, bu birlik toklarning o'zaro magnit ta'siri asosida aniqlanadi.
- Tok kuchi *ampermetr* yordamida o'lchanadi.
- Agar tok kuchining moduli va yo'nalishi vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bunday tok *o'zgarmas elektr toki* deyiladi.
- Metall o'tkazgichlarda elektr tokini *elektronlarning*, ya'ni manfiy ishorali zaryadlarning tartibli harakati yuzaga keltiradi.
- Suyuqliklarda yoki elektrolitlarda tok tashuvchilar vazifasini *musbat va manfiy* ionlar bajaradi.
- Elektronlarning harakat yo'nalishi, tokning yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

- Tok kuchi tokni hosil qilayotgan zaryadli zarralarning zaryad miqdori, kontsentratsiyasi, ko'ndalang kesim yuzi va o'rtacha tartibli harakat tezligining ko'paytmasiga teng.
- O'tkazgichning birlik ko'ndalang kesim yuzidan o'tayotgan tok kuchiga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalik *tok zichligi* deyiladi. Tok zichligi $[A/m^2]$ da o'lchanadi. Tok zichligi vektor kattalik bo'lib, tok yo'nalishi bo'ylab yo'nalgan.

- Tok kuchini topish formulalari:

$$I = qIt; \quad I = \Delta q / \Delta t; \quad I = qnSg; \quad I = U/R; \quad I = \frac{US}{\rho l}; \quad I = \frac{ES}{\rho}; \quad I = j \cdot S$$

- Tok zichligini topish formulalari:

$$j = I/S; \quad j = qnS; \quad j = \frac{U}{\rho \cdot l}; \quad j = \frac{E}{\rho};$$

- Zaryadning tartibli harakat tezligi:

$$g = \frac{j}{qn}; \quad g = \frac{I}{qnS}; \quad g = \frac{U}{en\rho l}$$

e – elektron zaryadi, n – zaryad kontsentratsiyasi,

g – zaryadning tartibli harakat tezligi.

- Metallarda elektronlarning tartibli harakat tezligi: $g < 1mm/c$
- t – vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan o'tgan elektronlar soni: $N = \frac{I \cdot t}{e}; \quad N = \frac{q}{e}$

65-§. O'tkazgichning elektr qarshiligi. Solishtirma qarshilik. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni

- Metall o'tkazgichlardagi qarshilik metaldagi erkin elektronlarning kristall panjara tugunlaridagi ionlar bilan to'qnashishi natijasida yuzaga keladi.
- Zanjir orqali o'tayotgan tok kuchini boshqarish uchun ishlatiladigan aniq qarshilikka ega bo'lgan asboblari *rezistorlar* deyiladi. O'zgaruvchan qarshilikka ega bo'lgan rezistorlar *reostatlar* deyiladi.
- Bir jinsli silindrsimon yoki prizma shaklidagi o'tkazgichning elektr qarshiligi (o'zgarmas temperatura sharoitida): $R = \rho_m \cdot \frac{l}{S}; \quad R = \rho_m \cdot \rho_{zich} \frac{l^2}{m};$

$$R = \frac{\rho_m}{\rho_{zich}} \cdot \frac{m}{S^2}; \quad \rho_{zich} - \text{zichlik}; \quad \rho_m - \text{solishtirma qarshilik}$$

- Solishtirma qarshilik ta'riflari:

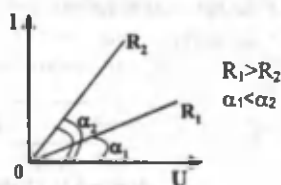
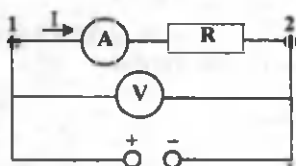
1. Ko'ndalang kesim yuzasi $1m^2$ va uzunligi $1m$ bo'lgan o'tkazgich qarshiligi solishtirma qarshilik deyiladi.
2. Solishtirma qarshilikning son qiymati, qirrasini $1m$ bo'lgan kub shaklidagi o'tkazgichning, tok ikkita kubning qarama-qarshi yog'iga o'tkazilgan normal bo'ylab o'tayotgan holdagi qarshiligiga teng.

3. $1 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ bo'yicha ta'rif: Solishtirma qarshilik-kesim yuzasi 1mm^2 va uzunligi 1m bo'lgan o'tkazgich qarshiligiga teng.

- XBSda solishtirma qarshilikning o'lchov birligi $\text{Om} \cdot \text{m}$ yoki $1 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$:

$$1 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} = 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$$

- Qarshiligi 1Ω , uzunligi 1m va ko'ndalang kesim yuzasi 1m^2 bo'lgan silindr shaklidagi o'tkazgichning solishtirma qarshiligi $1 \Omega \cdot \text{m}$ ga teng.
- Solishtirma qarshilik o'tkazgichning materialiga va haroratiga bog'liq.



Rasm 62. Zanjirni bir qismi uchun Om qonuni

- **Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni:** zanjirning bir qismidan o'tayotgan tok kuchi uning uchlaridagi kuchlanishga to'g'ri, shu qismning qarshiligiga esa teskari proporsional: $I = \frac{U}{R}$; $R = \frac{U}{I}$; $U = I \cdot R$
- Zanjirga ulangan o'tkazgichning elektr qarshiligi uning uchlaridagi kuchlanishga ham, undan o'tayotgan tok kuchiga ham bog'liq emas.
- O'tkazgichdagi kuchlanish uning uchlaridagi potensiallar farqiga teng: $U = \varphi_1 - \varphi_2$; $U = I \cdot R$
- XBSda o'tkazgichning elektr qarshiligi nemis olimi Georg Om sharafiga **Om** da o'lchash qabul qilingan: O'tkazgich uchlariga 1V kuchlanish berilganda, 1A o'zgaras tok o'tadigan o'tkazgichning qarshiligi 1Om ga teng bo'ladi. O'tkazgichning elektr qarshiligi ommetr yordamida o'lchanadi.
- O'tkazgich qarshiligini temperaturaga bog'liqligi:

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot t); \quad \rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t); \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1}; \quad R_2 = \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1} R_1$$

α - qarshilikning termik koeffitsiyenti Bu koeffitsiyent modda qarshiligining temperaturaga bog'liqligini bildiradi.

- Qarshilikning termik koeffitsiyenti tekshirilayotgan o'tkazgichni 1K (yoki 1°C)ga isitilgandagi qarshilikning nisbiy o'zgarishiga teng. Hamma metallar uchun $\alpha > 0$ bo'lib, sof metallarda $\alpha \approx \frac{1}{273} \text{K}^{-1}$ ni tashkil etadi.
- O'tkazgich qarshiligining temperaturaga bog'liqligidan amalda temperaturani o'lchashda foydalaniladi. Temperatura o'zgarishi bilan qarshiligi

o'zgaradigan asboblari yaratilgan bo'lib, ularga qarshilik termometri deyiladi. Qarshilik termometri temperaturani yuzdan bir gradus aniqlikda o'lchash imkoniyatiga ega. Shuningdek, qarshilik termometrlarining o'lchash chegaralari suyuqlik termometrlariga nisbatan ancha yuqoridir.

- **O'ta-o'tkazuvchanlik:** Temperatura juda past bo'lganda (0.....10 K) o'tkazgich qarshiligining juda pasayib 0 ga teng bo'lib qolishiga o'ta-o'tkazuvchanlik deyiladi. Bu hodisani birinchi bo'lib golland fizigi Kammerling-Onnes kashf etgan.

66-§. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash

O'tkazgichlarni ketma-ket ulash

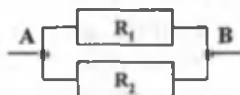
- O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda birining oxiri ikkinchisining boshiga, ikkinchisining oxiri uchinchisining boshiga kabi tartibda ulanadi.



Rasm 63. O'tkazgichlarni ketma-ket ulash

- O'tkazgichlardagi tok kuchi bir xil bo'ladi: $I_1 = I_2 = I$;
 $I = I_1 = I_2 = I_3 = I_n = Const$;
- Ularning umumiy qarshiligi ortadi:
 $R = R_1 + R_2$; $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$; $R_y = nR$;
- O'tkazgichlardagi kuchlanishlar yig'indisi zanjirdagi umumiy kuchlanishga teng bo'ladi: $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$; $U_{AB} = I \cdot R_1$ va $U_{BC} = I \cdot R_2$;
 $\frac{U_{AB}}{I} = \frac{R_1}{R_2}$; $U_{AC} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2$; $U_{AC} = I \cdot R$
 $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$; $Q = Q_1 + Q_2 = \dots = Q_n$; $A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$;
- Ketma-ket ulangan o'tkazgichda kuchlanish taqsimlanishi:
 $U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_m$; $U_1 = U_m - U_2$; $U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_m$; $U_2 = U_m - U_1$
- Ketma-ket ulangan o'tkazgichlardan tuzilgan zanjirning umumiy elektr qarshiligi alohida o'tkazgichlar qarshiliklarining algebraik yig'indisiga teng.

O'tkazgichlarni parallel ulash.



Rasm 64. O'tkazgichlarni parallel ulash

- O'tkazgichdagi tok kuchlarining yig'indisi zanjirdagi umumiy tok kuchiga teng bo'ladi: $I = I_1 + I_2$; $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$;

- O'tkazgichlarda kuchlanishlar bir xil bo'ladi: $U = U_1 = U_2$ yoki $I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$

- Ularning umumiy qarshiligi kamayadi:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}; \quad I = \frac{U}{R}; \quad I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U}{R_2};$$

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n; \quad I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n; \quad Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n;$$

$$R_p = R/n;$$

- Parallel ulangan o'tkazgichlar zanjirini umumiy qarshiligining teskari qiymati, ulangan o'tkazgichlar qarshiliklari teskari qiymatlarining yig'indisiga teng bo'ladi. O'tkazgichlar parallel ulanganda zanjirning umumiy elektr qarshiligi kamayib, zanjir orqali ko'prok tok oqib o'tadi.

- R_0 qarshilikka ega bo'lgan o'tkazgichning n ta bir xil bo'lakka bo'lganda bitta bo'lagining qarshiligi n marta kamayadi: $R = \frac{R_0}{n}$

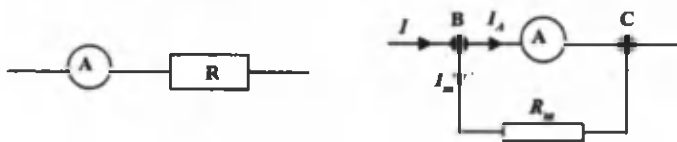
- R_0 qarshilikka ega bo'lgan o'tkazgichning n ta bir xil bo'lakka bo'lib ulami parallel ulaganda uning qarshiligi n^2 marta kamayadi:

$$R = \frac{R_0}{n^2}; \quad n = \sqrt{\frac{R_0}{R}}; \quad R_0 = n^2 R$$

- Simni cho'zib uzunligini n marta oshirsak uning qarshiligi n^2 marta ortadi: $R = n^2 R_0$

67-§. Ampermetr va voltmetrga qo'shimcha qarshilik (shunt) ulash

- O'tkazgich orqali o'tayotgan tokni aniqlash uchun *ampermetr* o'tkazgichga ketma-ket ulanadi
- Ampermetr ham elektr qarshiligiga ega bo'lganligi sababli, u ketma-ket ulangan o'tkazgichdan oqayotgan tok kuchining qiymatini kamaytiradi.
- Ampermetrning elektr qarshiligi uning *ichki qarshiligi* deb ataladi.
- Zanjirdagi tok kuchiga ampermetrning ta'sirini kamaytirish maqsadida uning ichki qarshiligi juda kichik qilib tanlanadi. Ampermetrni tok manbaiga to'g'ridan to'g'ri ulash mumkin emas, aks holda qisqa tutashuv yuz berib ampermetr ishdan chiqadi



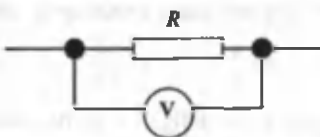
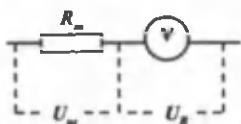
Rasm 65. Ampermetrga shunt ulash

- Ampermetr o'lchay oladigan eng katta tok kuchi miqdoriga ampermetrning o'lchash chegarasi deyiladi. Ampermetrning o'lchash chegarasini oshirish maqsadida unga parallel ulangan qo'shimcha qarshilikka *shunt* deyiladi:

$$I - I_A = (n-1)I_A \quad I_A = \frac{I}{n}; \quad I = I_A + I_{sh}; \quad (n-1)\frac{U}{R_A} = \frac{U}{R_{sh}};$$

$$R_{sh} = \frac{R_A}{n-1}; \quad I = \left(\frac{R_A}{R_{sh}} + 1\right) \cdot I_A; \quad n = \frac{R_A}{R_{sh}} + 1;$$

- O'lchash chegarasidan n marta katta bo'lgan tok kuchini o'lchash uchun, ampermetrga parallel ulangan shuntning qarshiligi ampermetr ichki qarshiligidan $(n-1)$ marta kichik bo'lishi kerak.
- O'tkazgich uchlaridagi kuchlanish tushuvini aniqlash uchun unga voltmeter parallel ulanadi. O'tkazgich uchlaridagi kuchlanishning tushishiga voltmeterning ta'sirini kamaytirish uchun uning ichki qarshiligi juda katta qilib tanlanadi.
- Voltmetrning ichki qarshiligi juda katta bo'lganligi sababli uni tok manbaiga to'g'ridan-to'g'ri ulash mumkin.



Rasm 66. Voltmetrga shunt ulash

- Voltmetrning o'lchash chegarasini oshirish maqsadida unga ketma-ket ulangan qarshilikka *shunt* deb ataladi:

$$U = nU_V = U_{sh} + U_V; \quad I = I_{sh} = I_V; \quad R_{sh} = (n-1)R_V$$

$$n = \frac{R_{sh}}{R_V} + 1; \quad R_{sh} = R_V \cdot \left(\frac{U_m}{U_V} - 1\right); \quad U_m = \left(\frac{U_m}{U_V} + 1\right) \cdot U$$

- Voltmetr o'lchash chegarasidagi kuchlanishdan n marta ortiq kuchlanishni o'lchash uchun unga ketma-ket ulanadigan shuntning qarshiligi voltmeterning ichki qarshiligidan $(n-1)$ marta katta bo'lishi kerak.

68-§. Elektr yurituvchi kuch. Berk zanjir uchun Om qonuni. Kirxgof qoidalari.

- Tashqi kuchlarning berk zanjir bo'ylab birlik zaryadni ko'chirishda bajargan ishiga son jihatidan teng kattalikka *elektr yurituvchi kuch* deb ataladi:

$$\varepsilon = \frac{A_1}{q}; \quad \varepsilon = I(R+r); \quad \varepsilon = U_R + U,$$

Bunda ε - EYUK, A_1 - tashqi kuchning bajargan ishi, q - zaryad. R - tashqi iste'molchining qarshiligi, r - manbaning ichki qarshiligi. XBSda EYUKning birligi qilib 1V qabul qilingan, ya'ni $1V=1J/1s$.

- To'liq zanjir uchun Om qonuni:** Berk zanjirdagi tok kuchi shu zanjirdagi EYUK ning to'la qarshilikka nisbatiga teng:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r};$$

Bu yerda R - tashqi qarshilik, r - manbaning ichki qarshiligi.

- Agar tashqi zanjirni uzib manba klemalari o'zaro ulansa ($R=0$ bo'lganda), *qisqa tutashuv* hosil bo'ladi. Butun zanjir uchun Om qonuni qisqa tutashuvda:

$$I_{qt} = \frac{\varepsilon}{r}$$

- Qisqa tutashuv toki - I_{qt} . EYUKi ε va ichki qarshiligi r bo'lgan tok manbaning bera oladigan eng katta tokidir.
- Agar bir manbaning manfiy qutbiga ikkinchi manbaning musbat qutbi ulansa, bunday ulanishlarga ketma-ket ulanish deyiladi.
- Elementlar ketma-ket ulanganda berk zanjir uchun Om qonuni:

$$I = \frac{n\varepsilon}{R+nr}; \quad I = \frac{\sum \varepsilon}{R+\sum r}; \quad I = \frac{\varepsilon}{R+r};$$

- Manbalar parallel ulanganda batareya qilib ulanuvchi manbalarning musbat qutblari bir tugunga, manfiy qutblari esa ikkinchi tugunga ulanadi.
- EYUKsi ε , ichki qarshiligi r bo'lgan n ta tok manbalari parallel ulanganda berk zanjir uchun Om qonuni:


$$I = \frac{\varepsilon}{R+\frac{r}{n}}$$

- Voltmetr ichki qarshiligi: $r = \frac{UR}{\varepsilon - U};$
- Akkumlyatorni zaryadlashda: $U_{zaryad} = \varepsilon + I_{zaryad} \cdot r;$
 U - zaryadlash kuchlanishi, I - zaryadlash toki.
- Akkumlyatorni razryadlashda: $U_{razryad} = \varepsilon - I_{razryad} \cdot r$
 U - razryadlash kuchlanishi, I - razryadlash toki.
- Iste'molchidagi kuchlanish, yoki tashqi qarshilikdagi kuchlanish:

$$U_r = \frac{R}{R+r} \cdot \varepsilon; \quad U_R = \varepsilon - U_r$$

• Manbaning ichki qarshiligidagi kuchlanish: $U_r = \frac{r}{R+r} \cdot \varepsilon; \quad U_R = \varepsilon - U_r$


• n ta bir xil manba ketma-ket ulanganda;



$$I = \frac{n \cdot \varepsilon}{R + n \cdot r};$$


$$\varepsilon_{\text{um}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n; \quad r_{\text{um}} = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

• Ikkita bir xil manba ketma-ket ulanganda (tok yo'nalishi bir xil bo'lganda):




$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2}; \quad \varepsilon_{\text{um}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2; \quad r_{\text{um}} = r_1 + r_2$$

• Ikkita har xil manba ketma-ket ulanganda (tok yo'nalishi qaràma-qarshi bo'lganda):



$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2}; \quad \varepsilon_{\text{um}} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2; \quad r_{\text{um}} = r_1 + r_2$$

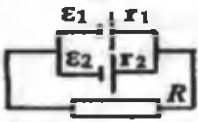
• n ta bir xil manba parallel ulanganda:



$$\varepsilon_{\text{um}} = \varepsilon;$$

$$r_{\text{um}} = \frac{r}{n}; \quad I = \frac{n \cdot \varepsilon}{n \cdot R + r}$$

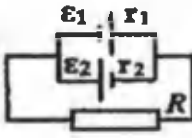
• Ikkita har xil manba parallel, tok yo'nalishi bir xil bo'lganda:



$$\varepsilon_{\text{um}} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} \right);$$

$$r_{\text{um}} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}; \quad I = \frac{\varepsilon_{\text{um}}}{R + r_{\text{um}}}$$

Ikkita manba o'zaro parallel, tok yo'nalishi qaràma-qarshi bo'lganda:



$$\varepsilon_{\text{um}} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} - \frac{\varepsilon_2}{r_2} \right);$$

$$r_{\text{um}} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}; \quad I = \frac{\varepsilon_{\text{um}}}{R + r_{\text{um}}}$$

- Agar 3 ta manba o'zaro parallel ulansa:

$$\varepsilon_{\text{um}} = r_{\text{um}} \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \frac{\varepsilon_3}{r_3} \right); \quad \frac{1}{r_{\text{um}}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

- Manbaning foydali ish koeffitsiyenti: $\eta = \frac{R}{R+r}$; $\eta = \frac{U}{\varepsilon}$
- Manbaga ulangan tashqi qarshilik R_1 dan R_2 ga o'zgariganda manbaning FIK ning o'zgarishi:

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{R_2}{R_1} \frac{R_1+r}{R_2+r}$$

- Elektr dvigatelning FIKi: $\eta_{\text{um}} = \frac{N_{\text{um}}}{IU} = \frac{F\beta}{IU}$
- **Kirxgofning birinchi qoidasi:** Zanjirning tarmoqlanish nuqtasida, potensial o'zgarmayotgan holda, toklarning tugundan oldingi yig'indi qiymati, tugundan keyingi yig'indi qiymatiga teng.



Rasm 67. Kirxgofning birinchi qoidasi

$$q_1 = q_2 + q_3; \quad I_1 = I_2 + I_3 \text{ yoki } I_1 - I_2 - I_3 = 0;$$

- **Kirxgofning ikkinchi qoidasi:** Zanjirning tarmoqlangan qismidagi ixtiyoriy tanlangan har qanday berk konturdagi tok kuchlarining zanjirning tegishli qismidagi qarshiliklariga ko'paytmalari yig'indisi shu konturdagi EYUKlarning algebraik yig'indisiga teng:

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$$

- Manbadagi tashqi qarshilikka parallell ulangan kondensator zaryadini topish formulasi: $q = C \cdot \frac{R \cdot \varepsilon}{R+r}$;

69-§. Elektr tokining ishi va quvvati. Joule-Lens qonuni

- **Joule-Lens qonuni:** Zanjirning bir qismida ajralib chiqqan issiqlik miqdori, tok kuchining kvadrati, qism qarshiligi va tokning o'tish vaqtiga ko'paytmasiga teng:

$$Q = I^2 R t; \quad Q = \frac{U^2}{R} t; \quad Q = I U t; \quad Q = P_{\phi} t; \quad Q = I^2 (R+r) t$$

- Joule-Lens qonuniga ko'ra qarshiliklari R_1 va R_2 bo'lgan o'tkazgichlar ketma-ket ulanganda ularda ajralib chiqqan issiqlik miqdorlari nisbati o'tkazgichlar qarshiliklari nisbatiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

- O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda qarshiligi kichik bo'lgan o'tkazgichda, qarshiligi katta bo'lgan o'tkazgichga nisbatan kamroq issiqlik ajralib chiqadi.
- Parallel ulangan o'tkazgichlarda ajralib chiqqan issiqlik miqdorlari nisbati ularning qarshiliklari nisbatiga teskari proporsional:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

- O'tkazgichlar parallel ulanganda qarshiligi kichiq bo'lgan o'tkazgich, qarshiligi katta bo'lgan o'tkazgichga nisbatan ko'prok issiqlik ajratib chiqaradi.
- Uchta qarshilik ketma-ket ulangan bo'lsa:

$$Q_1 : Q_2 : Q_3 = R_1 : R_2 : R_3; \quad U_1 : U_2 : U_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}$$

- Ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning qarshiligi kattasidan ko'p issiqlik va quvvat ajratadi.
- Parallel ulangan o'tkazgichlarda ajraladigan issiqliklar va quvvatlar nisbati:

$$Q_1 : Q_2 : Q_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}; \quad I_1 : I_2 : I_3 = R_1 : R_2 : R_3$$

- Parallel ulangan o'tkazgichlarning qarshiligi kichigida ko'p issiqlik va quvvat ajraladi.
- R_1 qarshilikli speral suvni t_1 vaqtda, R_2 qarshilikli speral t_2 vaqtda qaynatsa:

⇒ sperral ketma-ket ulanganda, suvning qaynash vaqti ortadi:

$$t_{k-k} = t_1 + t_2$$

→ sperral 3 ta bo'lsa: $t_{k-k} = t_1 + t_2 + t_3$

⇒ sperral parallel ulanganda suvning qaynash vaqti kamayadi:

$$t_{par} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$$

→ sperral 3 ta bo'lsa: $\frac{1}{t_{par}} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3}$

- n ta bir xil cho'lg'am ketma-ket ulanganda suvning qaynash vaqti, ular parallel ulangandagisidan n^2 marta katta bo'ladi: $t_{k-k} = n^2 \cdot t_{par}$

- O'zgarmas tokning ishi

→ zanjirning bir qismi uchun: $A = IUt$; $A = I^2 R t$; $A = \frac{U^2}{R} \cdot t$; $A = qU$; $A = IB\pi R^2 v t$

→ to'liq zanjir uchun:

$$A = \varepsilon I t; \quad A = \frac{\varepsilon^2}{R+r} \cdot t; \quad A = q \cdot \varepsilon; \quad A = I^2 (R+r) t; \quad A = P \cdot t;$$

- Tok manbaining ichidagi samarasiz quvvat:

$$P_i = I^2 r$$

- Tashqi zanjir quvvati (foydali quvvat):

$$P_f = A_f / t; \quad P_f = IU; \quad P_f = I^2 R; \quad P_f = U^2 / R; \quad P_f = \frac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}$$

- Tok manbaining to'liq quvvati:

$$P_T = P_i + P_f; \quad P_T = I^2 r + I^2 R; \quad P_T = I^2 (r + R); \quad P_T = \varepsilon \cdot I; \quad P = \frac{\varepsilon^2}{R+r}; \quad P = \frac{A_m}{t}$$

- Tok manbaining FIKi foydali quvvatning to'liq quvvatga nisbatiga teng:

$$\eta = \frac{P_f}{P_T} \text{ yoki } \eta = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{R}{R+r}$$

- Manbaga ulangan iste'molchidagi maksimal quvvat, $R = r$ bo'lganda amalga oshadi:

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

- R qarshilikka R_1 qarshilikni ketma-ket ulasak R qarshilikdagi

$$\text{quvvat } n \text{ marta kamayadi: } R_n = (\sqrt{n} - 1)R; \quad n = (R_1 / R + 1)$$

- Kuchlanishning ayni bir qiymatida elektr quvvatlari $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ bo'lgan o'zaro ketma-ket ulangan qarshiliklardan tashkil topgan zanjirning umumiy quvvati:

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} + \dots + \frac{1}{P_n}$$

- Ketma-ket ulangan iste'molchilarning umumiy quvvatining teskari qiymati har bir iste'molchi quvvatini teskari qiymatlarining yig'indisiga teng. Iste'molchilarning ketma-ket ulanishidan hosil bo'lgan zanjirning umumiy quvvati kamayadi.
- Kuchlanishning ayni bir qiymatida elektr quvvatlari $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ bo'lgan, o'zaro parallel ulangan iste'molchilardan tashkil topgan zanjirning umumiy quvvati:

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

- Parallel ulangan iste'molchilarning umumiy quvvati har bir iste'molchi quvvatining algebraik yig'indisiga teng. Iste'molchilarning parallel ulanishidan hosil bo'lgan zanjirning umumiy quvvati ortadi.
- Quvvati P_1 va P_2 bo'lgan ikkita lampa ketma-ket ulansa umumiy quvvat kamayadi:

$$\frac{1}{P_m} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}; \quad P_m = \frac{P_1 \cdot P_2}{P_1 + P_2}$$

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa ketma-ket ulansa,

umumiy quvvat bitta lampaning dastlabki quvvatiga nisbatan n

marta kamayadi: $P_{\text{um}} = \frac{P}{n}$.

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa manbaga ketma-ket ulansa, bitta lampadagi quvvat P_1 uning dastlabki quvvatiga

nisbatan n^2 marta kamayadi: $P_1 = \frac{P}{n^2}$.

- Dastlabki quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan lampalar manbaga ketma-ket ulangan bo'lsa, ulardagi kuchlanishlar va qarshiliklar nisbati:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{P_2}{P_1}; \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{P_1}{P_2}$$

- Quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan lampalar manbaga ketma-ket ulandi, ularni alohida quvvatlari:

$$P_1^{\text{yomilq}} = \left(\frac{P_1}{P_1 + P_2} \right)^2 \cdot P_1; \quad P_2^{\text{yomilq}} = \left(\frac{P_2}{P_1 + P_2} \right)^2 \cdot P_2$$

- Manbaga bir qancha lampa ketma-ket ulangan bo'lsa, ularning sonini kamaytirsak lampalarning umumiy ravshanligi ortadi, sonini oshirsak umumiy ravshanligi kamayadi.

- Quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan ikkita lampa parallel ulansa umumiy yonish quvvati ortadi: $P_{\text{um}} = P_1 + P_2$

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa manbaga parallel ulansa, ularning birgalikdagi umumiy quvvati bitta lampaning dastlabki quvvatiga nisbatan n marta ortadi: $P_{\text{um}} = n \cdot P$

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa manbaga parallel ulansa, alohida bitta lampaning yonish quvvati o'zgarmasdan oldingicha qoladi: $P_1 = P$

- Quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan lampalar manbaga parallel ulansa, ularning yonish quvvati o'zgarmaydi: $P_1^{\text{yomilq}} = P_1; \quad P_2^{\text{yomilq}} = P_2$

- Manbaga bir qancha lampa parallel ulangan, ularning sonini kamaytirsak lampaning umumiy ravshanligi kamayadi. Lampaning sonini oshirsak umumiy ravshanligi ortadi.

TURLI MUHITLARDA ELEKTR TOKI

70-§. Metallarning elektronli o'tkazuvchanligi

- Metallarda erkin zaryad tashuvchi zarralar elektronlar hisoblanadi. Elektr maydoni ta'siri ostida elektronlar 10^{-4} m/s o'rtacha tezlik bilan tartibli ravishda ko'chadi.
- Metall o'tkazgich qarshiligi (solishtirishga qarshiligi)ning temperaturaga bogliqligi: $R = R_0(1 + \alpha t)$; $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$; $\alpha \approx \frac{1}{273^\circ C}$;
 α -qarshilikning termik koeffitsiyenti bo'lib, u qarshilikning o'tkazgich 1K ga isitilganda nisbiy o'zgarishiga teng. Metallarda doim $\alpha > 0$
- **O'ta o'tkazuvchanlik.** Metallarda temperatura juda past bo'lganda (0-10 K) o'tkazgich qarshiligining juda pasayib nolga teng bo'lib qolish hodisasi o'ta o'tkazuvchanlik deyiladi. Bu hodisani birinchi bo'lib golland fizigi Kamerling-Onnes kashf etgan.

71-§. Elektrolitlarda elektr toki

- Molekulalarning zaryadli ionlarga ajralish jarayoniga *dissotsiatsiya* deyiladi.
- Ion deganda bir yoki bir necha elektron yo'qotgan (yoki qo'shib olgan) modda zarrasi (atom, molekula, atomlar gruppasi) tushuniladi.
- Qarama-qarshi ishorali miqdorlari teng zaryadlar birlashib neytral atom hosil bo'lishiga *rekombinatsiya* deyiladi.
- Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklarga *elektrolitlar* deyiladi.
- Erituvchida eriganda ionlarga ajraladigan moddalarga *elektrolitlar* deyiladi.
- Elektrolitlarda ionlarning vujudga kelishiga sabab, elektrolit eriganda uning molekulari, erituvchi molekularining elektr maydoni ta'sirida musbat va manfiy zaryadlangan ionlarga ajralishidir.
- Elektrolitdagi ionlarning tashqi maydon ta'siridagi batartib harakatiga *elektrolitlarda elektr toki* deyiladi.
- Elektrolitlarda elektr tokini, sim orqali tok manbaiga ulangan elektrodni unga tushurish bilan, hosil qilinadi.
- Elektrolitlarda kuchlanishni o'zgartirmasdan vanna elektrodni orasidagi masofani ortirsak qarshilik ortadi va tok kuchi kamayadi
- Elektrolitlarda temperatura ko'tarilsa qarshilik chiziqli ravishda kamayadi.
- Elektrolitlarda o'tkazgich qarshiligi (solishtirishga qarshiligi)ning temperaturaga bog'liqligi: $R = R_0(1 - \alpha t)$; $\rho = \rho_0(1 - \alpha t)$; $\alpha = \frac{1}{273^\circ C}$;
 α -qarshilikning temperatura koeffitsiyenti bo'lib, u qarshilikning o'tkazgich 1K ga isitilganda nisbiy o'zgarishiga teng. Elektrolitlarda doim $\alpha < 0$.
- Biror idishdagi elektrolitlarga tok manbaining musbat va manfiy qutblariga ulangan ikki elektrod tushiraylik. Tok manbaining musbat qutbiga ulangan elektrodni — *anod*, manfiy qutbiga ulangan elektrodni esa *katod* deyiladi.

- Elektrolitlarda anod tomon harakatlanayotgan manfiy ionlar *anionlar* va katod tomon harakatlanayotgan musbat ionlar *kationlar* deyiladi. Katodga etib kelgan kationlar undagi ortiqcha elektronni qo'shib olib neytral atomga aylanadi. Anodga etib kelgan anionlar undagi ortiqcha musbat ion bilan birlashib neytral atomga aylanadi.

- Elektrolitdan o'tayotgan umumiy tok musbat (I^+) va manfiy (I^-) ionlar toklari yig'indisi teng: $I = I^+ + I^-$

- Elektrolitlarda tok zichligi: $j = q \cdot n \cdot v_+ + q \cdot n \cdot v_-$

- Elektrolitlardagi elektr toki tartibli harakatlanayotgan ionlar oqimidan iborat.

- Elektrolitdan tok o'tishi jarayonida elektrodda moddaning ajralishi *elektroliz* deyiladi.

- Elektroliz uchun Faradeyning birinchi qonuni: *elektrodlarning har birida ajralgan modda massasi elektrolit orqali o'tgan zaryad miqdoriga to'g'ri proporsional*: $m = kq$; $m = kIt$

- Elektroliz uchun (j - tok zichligi):

$$\rho \cdot V = k \cdot q; \quad \rho \cdot V = k \cdot I \cdot t; \quad d \cdot S \cdot \rho = k \cdot q; \quad d \cdot S \cdot \rho = k \cdot I \cdot t;$$

$$d = j \cdot \frac{kt}{\rho}; \quad d = \frac{I}{S} \cdot \frac{kt}{\rho}; \quad j = \frac{I}{S}$$

ρ - modda zichligi, d - qalinlik, t — ajralgan modda massasi,

k — elektrokimyoviy ekvivalent

- Elektrokimyoviy ekvivalent — elektrolit orqali 1C zaryad o'tganda elektrodda ajralgan moddaning massasiga tengdir. Elektrokimyoviy ekvivalentning o'lchov birligi SI da kg/C.

- Faradeyning ikkinchi qonuni: barcha moddalarning elektrokimyoviy ekvivalentlari ularning kimyoviy ekvivalentlariga to'g'ri proporsionaldir:

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}$$

F -Faradey doimiysi. $F = 96500$ C/mol; $\frac{M}{n}$ -kimyoviy ekvivalent;

n -valentlik; M -molyar massa;

- Faradeyning birlashgan qonuni:

$$\frac{m}{q} = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}; \quad m = \frac{M}{n} \cdot \frac{1}{eN_A} \cdot q$$

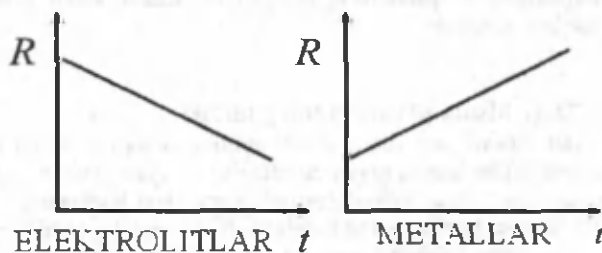
- Faradey doimiysi massasi miqdoran kimyoviy ekvivalentga mos keluvchi moddani elektrodda ajratib chiqarish uchun lozim bo'lgan elektrolit orqali o'tuvchi zaryad miqdoriga son jihatidan teng bo'lgan kattalik.

- Elektrolitlarda tokning kimyoviy ta'siri kuzatiladi.

- O'tkazgichning, tok ta'sirida kimyoviy tarkibiy qismlarga ajralish hodisasi *elektroliz* deyiladi. (grekcha $\lambda i o$ — ajrataman)

- Tokning kimyoviy ta'siri kuzatilmaydigan o'tkazgichlarni *birinchi klass* o'tkazgichlar deyiladi. Ularga barcha metallar, ko'mir va ko'pgina kimyoviy birikmalar kiradi.

- Elektroliz ro'yi beradigan o'tkazgichlarni *ikkinchi klass* o'tkazgichlar yoki *elektrolitlar* deyiladi. Ko'pgina kislotalar va tuzlarning suvdagi eritmaları va qattiq hamda suyuq holatdagi ba'zi kimyoviy birikmalar elektrolitlardir.
- Elektrolizda manfiy qutbda (katodda) doim metallar va vodorod ajraladi, musbat qutbda (anodda) esa qoldiq kimyoviy element ajraladi. Bunda elektrolitning tarkibiy qismi faqat elektrodlarda ajraladi.
- Elektroliz hodisasidan *kulonometrlarda* foydalaniladi. Kulonometrlar zanjir orqali o'tgan zaryad kattaligini bevosita o'lchaydi.
- **Dissotsiatsiyalanish darajasi** deb ionlarga dissotsiatsiyalangan molekular sonining moddadagi molekularning umumiy soniga nisbatiga aytiladi: $\beta = \frac{n}{n_1}$
- Dissotsiatsiyalanish darajasi qiymatiga qarab moddalar kuchli ($\beta > 1$) va kuchsiz ($\beta < 1$) elektrolitlarga bo'linadi. Kuchli elektrolitlarga organik kislotalar va ularning asoslari kirsa, kuchsizlariga minerallar kiradi.
- Dissotsiatsiyalanish darajasi shuningdek erituvchining tabiatiga, temperaturaga, bosimga, erituvchining dielektrik singdiravchanligiga, eritmaning konsentratsiyasiga va boshqa faktorlarga ham bog'liq.
- Temperatura ortishi bilan molekularning kinetik energiyasi ortadi, bu esa molekularning o'zaro to'qnashib ionlashish ehtimolini orttiradi



Rasm 68. Elektrolitlar va metallarda qarshilikning temperaturaga bog'liqligi.

- Elektrolit orqali tok o'tganda ko'chishi mumkin bo'lgan eng kichik zaryad qiymati elementar zaryad qiymatiga teng: $|q_{min}| = 1,6 \cdot 10^{-19} C$
- Poligrafiya sanoatida terilgan harflarni plastik materialga tushurilgan nusxasiga qalin temir yoki boshqa material quyib nusxalar olish elektroliz hodisasiga asoslangan.
- Elementar elektr zaryadining qiymati birinchi marta 1874 yilda elektroliz hodisasiga asosan aniqlandi.
- Elektroliz hodisasiga asosan elektron zaryadini aniqlash formulasi: $e = \frac{M}{mnN_A} \cdot It$

72-§. Gazlarda elektr toki

- Gaz orqali elektr toki o'tish protsessi *gaz razryadi* deb ataladi.
- Gazlarda ionlar, isitishda yoki tashqi ionlashtiruvchilarning (masalan, nurlarning) ta'siri hisobiga hosil bo'ladi.
- Agar ionlashtiruvchining ta'siri to'xtatilsa, razryad ham to'xtasa, bu razryad *nomustaqil razryad* deb ataladi.
- Agar tashqi ionlashtiruvchi olib tashlansa razryad to'xtamasa, ya'ni bu razryadni to'xtatib qo'ymaslik uchun tashqi ionlashtiruvchiga extiyoj yo'qligi sababli, bu razryad *mustaqil razryad* deb ataladi.
- Elektronning to'qnashish oldidagi kinetik energiyasi maydon kuchlanganligiga va elektronning erkin yugurish (uchish) yo'lining uzunligiga (ketma-ket bo'lgan ikki to'qnashish orasidagi yo'lga) to'g'ri proporsional: $\frac{m\phi^2}{2} = eEl$.
- Agar elektronning kinetik energiyasi neytral atomni ionlashtirish uchun bajarilishi lozim bo'lgan A_1 ishdan ortiq bo'lsa, ya'ni $\frac{m\phi^2}{2} \geq A_1$ bo'lsa, u holda elektron atom bilan to'qnashganda uni ionlashtiradi.
- Ko'pgina qattiq moddalarda termoelektron emissiya moddaning bug'lanishi hali juda oz bo'ladigan temperaturada yuz beradi. Katod xuddi mana shunday moddalardan yasaladi.

73-§. Mustaqil razryadning turlari

- **Miltillama razryad.** Bosim past (simob ustuni millimetrining o'ndan bir va yuzdan bir ulushlaricha) bo'lganda nayda miltillama razryad yuz beradi. Miltillama razryad hosil qilish uchun elektrodlar orasidagi kuchlanish bir necha yuz volt (ba'zan esa bundan ancha kichik) bo'lishi etarlidir. Miltillama razryadda katod yaqinidagi kichik sohadan boshqa hamma joyda deyarli butun nay bir jinsli nurlanish bilan to'lgan bo'ladi va bu nurlanish musbat ustun deb ataladi
- **Elektr yoyi.** Bir-biriga tegib turgan ikkita ko'mir sterjenning birikish joyida ko'p miqdorda issiqlik chiqariladi, chunki bu joyning qarshiligi katta bo'ladi. Temperatura termoelektron emissiya boshlanadigan darajaga ko'tariladi. Shuning uchun ko'mir elektrodnlarni bir-biridan ajratishda ular orasida razryad boshlanadi. Ko'mir sterjenlar orasida kuchli yorug'lik beruvchi gaz ustuni hosil bo'ladi; bu ustun elektr yoyi deb ataladi. Bu holda gazning elektr o'tkazuvchanligi atmosfera bosimi sharoitida ham ancha katta bo'ladi, chunki bunda manfiy elektrod juda ko'p elektron chiqarib turadi. Kichikroq yoyda tok kuchi bir necha amperga yetadi, katta yoylarda esa potentsiallar ayirmasi 50 V chamasida bo'lganda tok kuchi bir necha yuz amperga

yetadi. Elektr yoyini birinchi bo'lib 1802 yilda rus akademigi V. V. Petrov hosil qilgan

- Elektr yoyi yongan daqiqada elektrodlar orasidagi kuchlanish ortadi.
- Elektr yoyi hosil qilgan elektrodlar orasidagi gaz bosimi oshirilsa harorat ortadi.
- **Toj razryad.** Razryadning bu turida elektrodlar yaqinida xuddi quyosh tojiga o'xshash nurlanish kuzatiladi. Bunga sabab, kuchlanishning keskin o'zgarishi natijasida ionlanishning tez sodir bo'lishidir. Demak, toj razryad sodir bo'lishi uchun nihoyatda kuchli, ammo notekis-elektr maydon bo'lishi lozim. Masalan, elektrod sirti tekis bo'lmay, unda katta darajali egrilik bo'lsa, u holda egrilikning qavariq hollariga tegishli sirtida zaryadlarning katta konsentratsiyasi vujudga keladi. Bunday sirt atrofida nurlanish kuzatiladi.
- **Uchqunli razryad.** Kondensator qoplamalari yoki o'tkazgichning ikki uchi (shu kuchlar bir-biriga yaqin joylashgan holda) orasidagi kuchlanish juda katta ($\approx 3 \cdot 10^6$ V/m) bo'lgan holda, gazning biror turtki ravishda zarbdan ionlanishi natijasida qisqa vaqt davom etadigan *razryad-uchqun razryad* hosil bo'ladi. Misol sifatida yashinni keltirish mumkin. Uchqun yaqinidagi gaz juda qiziydi va keskin kengayadi.
- **Yoy razryad.** Ikki elektrod oralig'ida yuzaga keladigan bunday razryad elektrodning birining qizishi natijasida undan juda ko'p miqdordagi termoelektronlar uchib chiqishi va ushbu termoelektronlar ikki elektrod oralig'idagi gazni keskin tez ionlashtirishi natijasida sodir bo'ladi. Yoy razryadda elektrodlar orasidagi kuchlanish katta bo'lmasa ham, ular orasidagi tok kuchi juda katta bo'lishi natijasida shu'la, ya'ni yoysimon yorug'lik chiqadi.
- **Yolqin razryad.** Havosi so'rib olingani sababli, bosimi nisbatan kichik 0,1 mm sim. ust. ga teng bo'lgan shisha naycha olaylik. Naychanning ikki uchiga elektrodlar kavsharlangan. Elektrodarga berilgan kuchlanish bir necha yuz voltga teng bo'lsa katod yaqinida kuchlanishning tushuvi katta bo'lib, anodga yaqinlashgan sari kuchlanish o'zgarishi katta bo'lmay, deyarli o'zgarishsiz qoladi hamda katod tomon intilayotgan musbat ionlar katta energiya oladi. Ular katodga urilgach, undan bir necha elektron ajralib chiqishiga sababchi bo'ladi. Bu elektronlar ham katod potentsiali ta'sirida tezlashib gaz molekulalari bilan to'qnashganda yana ionlanish ro'y beradi. Hosil bo'lgan ionlar yana katodga intilib u erdan yana elektron urib chiqaradi va hokazo. Demak, elektrodlar oralig'ida kuchlanish hisobiga razryad uzluksiz davom etaveradi. Ionlarning elektron bilan rekombinatsiyasi, shuningdek, uyg'otilgan molekulalarning energiya chiqarib asosiy holatga o'tishi hisobiga yorug'lik hosil bo'ladi.
- *Plazma qisman yoki to'liq ionlashgan gaz bo'lib, unda musbat va manfiy, zaryadlar zichligi amalda bir xil bo'ladi.* Butunicha olib qaralganda, plazma elektr jihatidan neytral sistemadir. Sharoitga qarab plazmaning ionlashish darajasi, ya'ni ionlashgan atomlar sonining hamma atomlar soniga nisbati

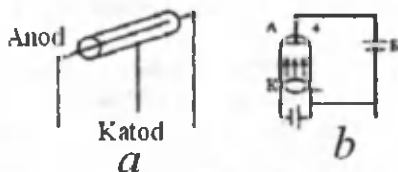
har xil bo'lishi mumkin. To'liq ionlashgan plazmada neytral atomlar bo'lmaydi.

- **Kosmik fazodagi plazma.** Koinotda moddaning ko'p qismi (99% ga yaqini) plazma holatida bo'ladi. Temperaturasi yuqori bo'lgani uchun Quyosh va boshqa yulduzlar to'liq ionlashgan plazmadan iborat.
- Bizning planetamiz atrofida ham plazma bor. Atmosferaning 100—300 km balandlikdan yuqoridagi qatlami ionlashgan gaz bo'lib, *ionosfera* deb ataladi.
- Qattiq jismlar plazmasida musbat ionlar butun jism bo'ylab ko'chib yura olmaydi. Gazda bo'ladigan razryadning hamma turida: miltillama razryad, yoy razryadi, uchqunli razryad va hokazolarda plazma paydo bo'ladi. Gaz-razryadi plazmasi ko'p asboblarda, masalan, yorug'likning kvant manbalari bo'lmish gaz lazerlarida ishlatiladi. Lazerlar, yorug'likning eng kuchli manbalaridir.
- Katod nurlari katoddan anodga tez harakatlanuvchi elektronlar oqimidir.

74-§. Termoelektron emissiya hodisasi. Vakuumda elektr toki. Diod va triod

- Yuqori temperaturadagi metallardan elektronlarning ajralib chiqish hodisasiga *termoelektron emissiya* deyiladi.
- Elektronni metallardan ajratib chiqish uchun bajarish kerak bo'lgan ishga chiqish ishi deyiladi. Chiqish ishi quyidagicha topiladi: $A = e \cdot \Delta\phi$ $\Delta\phi$ – metall sirti va elektron buluti orasida vujudga keladigan potensial.
- Agar elektronning kinetik energiyasi chiqish ishidan katta bo'lsa elektron metallni tark etadi.
- Vakuumda elektr toki termoelektron emissiya natijasida ajralib chiqqan elektronlarning yo'nalgan harakatidan iborat.
- **Diod (Ikki elektrodli lamp)** -havosi so'rib olingan kolba (idish) va uning ichidagi ikki elektrod – katod va anoddan iborat.
- Qizdirish natijasida elektronlar ajralib chiqadigan va o'z elektronlarini yo'qotadigan elektrod *katod* deyiladi. Elektronlarni ushlab qoluvchi ikkinchi elektrod *anod* deyiladi.
- Agar anod potentsiali katod potentsialidan yuqori bo'lsa, qizdirilgan katod chiqqan elektronlar anodga yetib boradi.
- Oksid katodli elektron lampada tok to'yinish holatiga yetmaydi, chunki buning uchun potentsiallar ayirmasi shu qadar katta bo'lishi kerakki, bunday holda katod yemirilib ishga yaramay qoladi.
- Diodlar o'zgaruvchan elektr tokini to'g'rilashda ishlatiladi va elektr tokini faqat bir yo'nalishda o'tkazadi. To'g'rilagich sifatida ishlatiladigan diodlar *kenotron* deyiladi.
- Vakuumli diod va triodning ishlash prinsiplari termoelektron emissiya hodisasiga asoslangan.

- Tez harakatlanuvchi elektronlar moddaga urilib sekinlashganda Rentgen nurlari paydo bo'ladi.



Rasm 69. Vakuimli diod

- Vakuimli diodlarda anod kuchlanishini ortishi bilan tok kuchi chiziqli ortmaganligi tufayli, diod uchun Om qonuni o'rinli emas.
- Katod temperaturasini o'rinish bilan vakuimli diodda vujudga keladigan tok kuchi ortadi.
- Agar triodda to'ring potentsiali katodga nisbatan nolga teng bo'lsa triod diod vazifasini bajaradi. To'ring potentsiali musbat bo'lganda trioddan katta tok o'tadi. To'ring potentsiali manfiy bo'lganda trioddan kam tok o'tadi.
- Triodda to'ring anod toki nolga teng bo'ladigan manfiy qiymatdagi kuchlanishiga yopish kuchlanishi deyiladi. Yopish kuchlanishi anodning kuchlanishiga bog'liq bo'lib, anod kuchlanishi qancha katta bo'lsa yopish kuchlanishi shuncha katta bo'ladi.
- Elektronlar dastasi elektron lampalarda hosil qilinadi. Elektr maydoni va magnit maydoni elektronlar dastasini og'diradi.
- Kondensatorning plastinkalari orasidan o'tayotgan elektronlar dastasi manfiy zaryadli plastinkadan musbat zaryadli plastinkaga tomon og'adi.
- Elektronlar dastasi magnitning shimoliy qutbi ustidan o'tayotganda elektronlar chapga og'adi, janubiy qutbi ustidan o'tayotganda esa o'nga og'adi.
- Vakuumda elektr tokini faqat elektronlar tashiydi. Vakuumda elektr tokining faqat magnit ta'siri kuzatiladi, issiqlik va kimyoviy ta'sir kuzatilmaydi.
- Anod potentsiali (U) ta'sirida elektron olgan tezlanish (a): $a = \frac{eU}{md}$; $ma = \frac{eE}{d}$;
 E – elektr maydon kuchlanganlik vektori, d – elektrodlar orasidagi masofa.
- Anodga yetib borgan elektron tezligi (ϑ):

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}; \quad U = \frac{m_e \vartheta^2}{2e}; \quad E_{kin} = \frac{m_e \vartheta^2}{2} = eU$$

- Elektron anodga etib borishida elektr maydonini bajargan ishi – A :

$$A = q \cdot U; \quad A = N \cdot e \cdot U; \quad N = \frac{A}{e \cdot U}$$

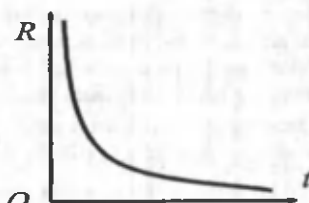
75-§. Aralashmali yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi

- Sof yarim o'tkazgichlar elektr tokini o'tkazmaydi.
- Aralashmali yarim o'tkazgichlarda asosiy tok tashuvchilar *elektronlar va kovaklar (teshiklar)* hisoblanadi. Teshiklar yoki kovaklar musbat zaryadga ega.

- To'rt valentli element atomlariga besh valentli element atomlari qo'shilgan bo'lsa, bunday aralashma yarim o'tkazgichda faqat elektronli elektr o'tkazuvchanlik yuzaga keladi va bunday o'tkazuvchanlik *n-tip* o'tkazuvchanlik deyiladi.
- To'rt valentli element atomlariga uch valentli element atomlari qo'shilgan bo'lsa, bunday aralashma yarim o'tkazgichda faqat teshikli (kovakli) elektr o'tkazuvchanlik yuzaga keladi va bunday o'tkazuvchanlik *p-tip* o'tkazuvchanlik deyiladi.
- *n*-tipidagi yarim o'tkazgichlar *donor aralashmali yarim o'tkazgichlar* deyiladi.
- *p*-tipidagi yarim o'tkazgichlar *aktseptor aralashmali yarim o'tkazgichlar* deyiladi.
- Xususiy yarim o'tkazgichning elektron va kovak o'tkazuvchanligi teng bo'ladi.
- Xususiy yarim o'tkazgichlarda to'la tok: $I = I_{elektron} + I_{teshik}$; $I_{elektron} = I_{teshik}$
- Davriy jadvalning III-guruh elementlari teshik (*p-tur*) o'tkazuvchanlik beradi va ular *aktseptor* atomlardir. V-guruh elementlari elektron (*n-tur*) o'tkazuvchanlik beradi, ular *donor* atomlardir.
- Yarim o'tkazgichlar radiopriyomniklarda, hisoblash mashinalarida va hokazolarda o'zgartiruvchi vosita sifatida qo'llaniladi.
- Temperatura ko'tarilganda yarim o'tkazgichlarning va elektrolitlarning o'tkazuvchanligi ortadi, qarshiligi esa kamayadi.
- Yarim o'tkazgichlarda temperatura 1 °C ga ko'tarilganda ularning elektr qarshiligi o'rtacha hisobda 3–5% ga kamayadi.



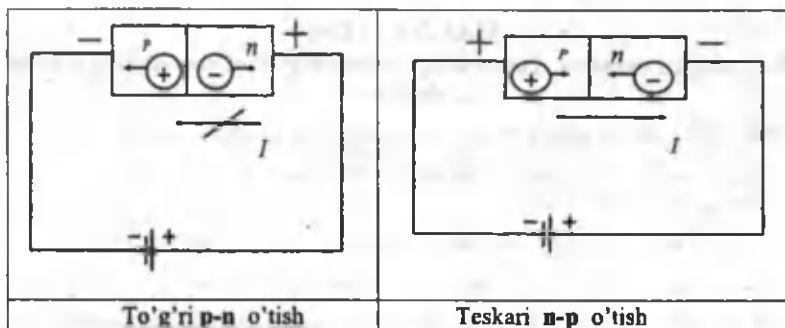
a)



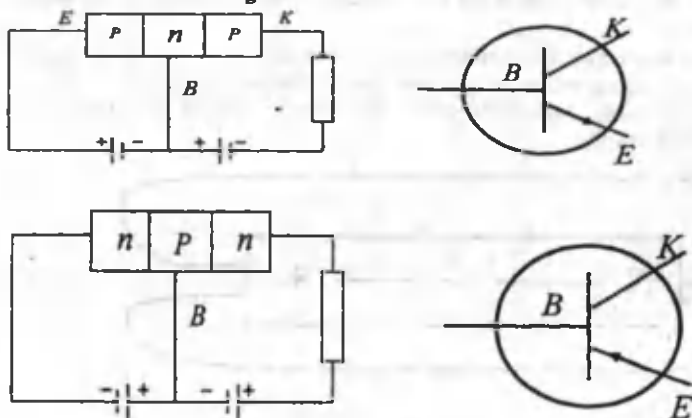
b)

Rasm 70. Dielektriklar (a) va yarim o'tkazgichlarda (b) qarshilikning temperaturaga bog'liqligi.

- Kovaklar musbat zaryadga ega.
- Yarim o'tkazgichlar kristal jismlar hisoblanadi.
- *Bolometr* yordamida temperatura o'lchanadi.
- Yarim o'tkazgichlarda elektron va teshik uchrashganda energiya ajraladi.
- *p-n* o'tishli yarim o'tkazgich, yarim o'tkazgichli diodni tashkil qiladi.
- Issiqlik ta'sirida elektr qarshiligi o'zgaradigan elementlarga *termistorlar* deyiladi.
- **Tranzistor** – baza, emitter, kollektorlardan tashkil topgan qurilmadir.



Rasm 71. Yarim o'tkazgichli diod



Rasm 72. Yarim o'tkazgichli triod (tranzistor)

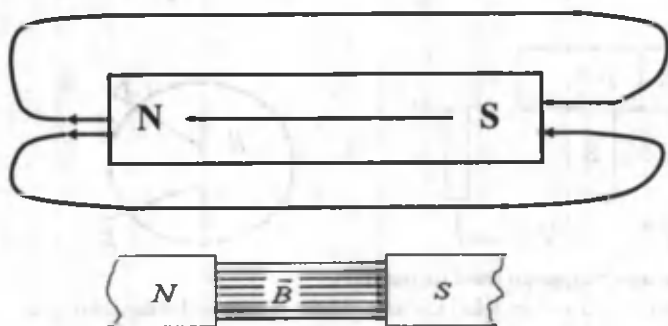
- Tranzistor o'zgaruvchan tokni kuchaytiruvchi qurilma sifatida ishlatiladi.
- Yorug'lik ta'sirida qarshiligi va elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradigan moddalarga fotorezistorlar deyiladi.
- Fotoelement yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmadir.

	Modda turlari	O'tkazuvchanlik turi	Temperatura ortishi bilan qarshilik
1	Metallar	elektronlar	Chiziqli ortadi
2	Elektrolilar	Musbat va manfiy ionlar	Chiziqli kamayadi
3	Vakuum	elektronlar	
4	Gazlar	Musbat va manfiy ionlar va elektronlar	Chiziqli bo'lmagan holda kamayadi
5	Yarim o'tkazgichlar	Kovaklar va elektronlar	Chiziqli bo'lmagan holda kamayadi

MAGNETIZM

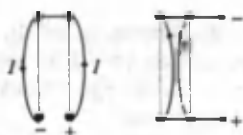
76-§. Magnit maydon. Toklarning magnit maydoni va ularning o'zaro ta'sirlashuvi

- Magnit maydonni harakatdagi zaryad yoki elektr toki hosil qiladi.
- Magnit maydoni harakatlanayotgan zaryadlangan zarraga yoki tokli o'tkazgichga ta'sir qiladi.
- Magnit maydonni magnit maydon induksiya vektori – \vec{B} xarakterlaydi.
- Magnit maydoni harakatsiz zaryadli zarralarga ta'sir qilmaydi.
- Magnitning magnit ta'siri eng kuchli bo'lgan joylari magnit qutblari deb ataladi. Har qanday magnitda ikkita: shimoliy (N) va janubiy (S) qutblari bo'ladi.
- Magnit induksiya chiziqlari magnit ichida janubdan (S dan) shimolga (N ga) tomon yo'nalgan, tashqarida esa shimoldan (N dan) janubga (S ga) tomon yo'nalgan bo'ladi. Agar doimiy magnit ikkiga bo'linsa har bir bo'lagi alohida magnitga aylanadi.



Rasm 73. Magnit maydon induksiya yo'nalishi

- Tabiatda alohida magnit zaryadlari mavjud emas.
- Yer ham magnit maydoniga ega. Ammo Yerning magnit qutblari uning geografik qutblariga to'g'ri kelmaydi.
- Har xil magnit qutblari bir-biriga tortiladi, bir xil magnit qutblari esa bir-biridan itariladi.
- Tokli o'tkazgich atrofidagi magnit maydon uyurmaviy maydon hisoblanadi.
- Har qanday elektr toki, ya'ni harakatlanuvchi elektr zaryadlari atrofida magnit maydoni mavjud bo'ladi. Uni mavjudligini 1820 yilda Daniyalik fizik Ersted aniqlagan



Rasm 74. Parallel toklarning o'zaro ta'siri

- Parallel ingichka o'tkazgichlardan qarama-qarshi yo'nalishda tok o'tsa o'tkazgichlar bir-biridan qochadi. O'tkazgichlardan bir xil yo'nalishda toklar o'tkazilganda ular bir-biriga tortiladi.
- Bir jinsli magnit maydondagi tokli yassi konturga ta'sir etuvchi kuch momenti:

$$M = I \cdot S \cdot B \cdot \sin \alpha; \quad M = p_m B \cdot \sin \alpha$$

α - B vektor bilan tekislikka o'tkazilgan perpendikulyar orasidagi burchak.

- **Parallel toklarning o'zaro ta'siri.** Bu ta'sirni Amper aniqlagan: Parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi \vec{F} o'tkazgichlardan o'tayotgan tok kuchlari I_1, I_2 ga, o'tkazgichning uzunligi ℓ ga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofa r ga teskari proporsional, ya'ni

$$F = \frac{\mu \mu_0 2I_1 I_2 \ell}{4\pi r}$$

μ - muhitning nisbiy magnit singdiruvchanligi,

μ_0 - magnit doimiysi: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ (yoki H/m) ga teng.

- **Tok kuchi birligi 1 amper ta'rifi:** 1 amper (A) deb, vakuumda bir-biridan 1 m masofada joylashgan cheksiz uzun va o'ta ingichka ikkita parallel tokli o'tkazgichning har bir metrida $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ ga teng o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladigan o'zgarmas tok kuchiga aytiladi.
- **O'ng parma qoidasi:** Parma dastasining aylanma harakati magnit induksiya yo'nalishi bilan mos tushsa, parma uchining ilgarilanma harakat yo'nalishi tokning yo'nalishini ko'rsatadi.
- **Tokli kontur.** Magnit maydonini o'rganishda tokli kontur tushunchasidan foydalaniladi. Tokli konturning o'lchamlari magnit maydon hosil qilgan tokkacha bo'lgan masofalarga nisbatan juda kichik va uning maydoni o'rganilayotgan maydonni o'zgartira olmaydi deb hisoblanadi.
- Tokli konturning fazodagi yo'nalishi uning normal bilan aniqlanadi. Normalning musbat yo'nalishi o'ng Parma qoidasi bilan aniqlanadi: Normalning yo'nalishi parmaning ilgarilanma harakati bilan mos kelsa konturdagi tokning yo'nalishi parma dastasining harakati bilan mos kelishi kerak.
- Magnit maydon yo'nalishini o'zgartirmasdan, unga kiritilgan konturdagi tokning yo'nalishi o'zgartirilsa konturning joylashuvi 180° ga o'zgaradi.

- Berilgan nuqtada magnit maydonining yo'nalishi sifatida tokli konturning musbat normal bilan mos keluvchi yo'nalishi qabul qilingan va u shu nuqtada joylashgan magnit strelkasining shimoliy qutbiga ta'sir etadigan kuchning yo'nalishi bilan mos tushadi.
- Tokli konturning magnit xossalari xarakterlovchi va uni tashqi maydonda o'zini qanday tutishini belgilovchi kattalikka konturning *magnit momenti* deyiladi.
- Konturning magnit momenti vektor kattalik bo'lib uning yo'nalishi kontur sirtining musbat yo'nalishi bilan mos keladi.
- **Magnit momenti** - konturdan o'tayotgan tok kuchi I ning kontur yuzi S ga ko'paytmasiga to'g'ri proporsional: $\vec{P}_m = P_m \vec{n} = IS\vec{n}$; $P_m = IS$
 I - konturdagi tok kuchi, S - kontur yuzi,
 \vec{n} - kontur tekisligiga o'tkazilgan birlik vektor, P_m - magnit momenti.
- Har bir sinov konturiga ta'sir qiluvchi maksimal aylantiruvchi moment \vec{M}_m ning konturning magnit momenti \vec{P}_m ga nisbati, maydonning tekshirilayotgan nuqtasi uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, **magnit maydoni induksiya vektori** \vec{B} deyiladi.

$$\frac{\vec{M}_m}{\vec{P}_m} = const ; \quad \vec{B} = \frac{\vec{M}_m}{\vec{P}_m} ; \quad B = \frac{F}{l}$$

- **Magnit maydoni induksiya vektori** magnit maydonining miqdoriy xarakteristikasi hisoblanadi.
- XBSda magnit maydon induksiyasi tesla (Tl) da o'lchanadi:
 $1Tl = N/(m \cdot A)$
- Magnit induksiya chiziqlari deb istalgan nuqtasiga o'tkazilgan urinma shu nuqtaning \vec{B} vektori bilan mos keladigan chiziqqa aytiladi.
- Magnit induksiya chiziqlari doimo yopiq bo'lib, tokli o'tkazgichni qamrab oladi. Bu esa magnit maydonining uyurmali maydonligini va tabiatda magnit zaryadlari mavjud emasligini ko'rsatadi.
- Agar magnit induksiya vektorlari barcha nuqtalarda bir xil bo'lsa, bunday magnit maydonga *bir jinsli maydon* deyiladi.

- **Magnit maydon kuchlanganligi:** $H = \frac{B_0}{\mu_0}$; $H = \frac{B}{\mu\mu_0}$; $H = I \cdot \frac{N}{l}$;
- Magnit maydon kuchlanganligining XBSdagi birligi A/m.
- Magnit maydon induksiyasining magnit maydon kuchlanganligiga bog'liqligi: $\vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}$

77-§. Magnit maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch. Chap qo'l qoidasi

- Magnit maydonida joylashgan tokli o'tkazgichga maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch *Amper kuchi* deyiladi.
- **Amper qonuni:** Bir jinsli magnit maydonidagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi \vec{F}_A kuch o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi I , o'tkazgich uzunligi l , magnit maydon induksiya vektori \vec{B} va o'tkazgich bilan magnit induksiya chiziqlari orasidagi burchak α ning sinusiga ko'paytmasiga teng:

$$\vec{F}_A = IBl \sin \alpha$$

- Amper kuchi yo'nalishi chap qo'l qoidasi yordamida aniqlanadi.
- **Chap qo'l qoidasi:** Agar chap qo'lning kaftiga \vec{B} induksiya vektorining perpendikulyar tashkil etuvchisini tik tushadigan qilib, ko'rsatgich barmoqlar yo'nalishini tokning yo'nalishi bilan mos qilib yoysak, 90° ga burilgan bosh barmoq o'tkazgichga ta'sir qiluvchi Amper kuchining yo'nalishini ko'rsatadi.

78-§. Bio-Savar-Laplas qonuni. Turli shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydon induksiyasi

- Turli shaklga ega bo'lgan o'tkazgichlardagi tokning magnit maydonlari Bio-Savar-Laplas qonuni yordamida o'rganiladi.
- **Bio-Savar-Laplas qonuni:** I tok o'tayotgan o'tkazgich Δl elementini fazoning biror A nuqtasida hosil qilayotgan magnit maydoni induksiya vektori $\Delta \vec{B}$ quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu \mu_0 I \Delta l}{4\pi r^2} \sin \alpha$$

Bu yerda r o'tkazgichning Δl elementidan qaralayotgan A nuqtagacha bo'lgan masofa, α esa \vec{r} vektori bilan tok yo'nalishi orasidagi burchak, μ - muhitning magnit singdiruvchanligi.

- $\Delta \vec{B}$ ning yo'nalishi o'ng parma qoidasi asosida topiladi: Agar parmaning ilgariharakati tokning yo'nalishi bilan mos kelsa, parma dastasining aylanma harakati magnit induksiya vektorining yo'nalishini ko'rsatadi.
- Turli shaklga ega bo'lgan tokli o'tkazgichlarning hosil qilayotgan magnit induksiyalari:

1. Cheksiz to'g'ri tok hosil qilgan magnit maydon induksiyasi: $B = \frac{\mu \mu_0}{4\pi} \frac{2I}{r}$

r -tokli o'tkazgichdan magnit maydoni hisoblanayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa

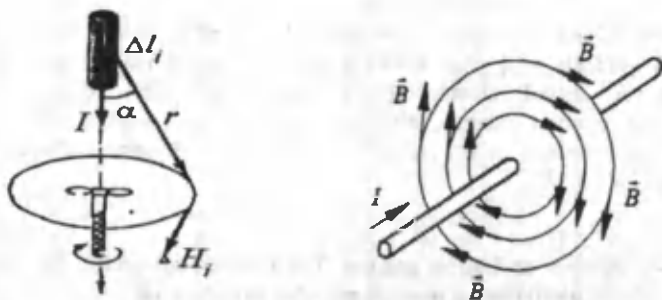
2. Aylanma tokning magnit maydon induksiyasi: $B = \mu \mu_0 \frac{I}{2r}$, r -aylana radiusi.

3. Tokli solenoid o'zagidagi magnit maydon induksiyasi: $B = \mu \mu_0 In$,

- n - solenoidning uzunlik birligiga mos keluvchi o'ramlar soni, $n=N/l$.
4. Tokli toroid (Markazlari aylana bo'ylab joylashgan bir xil aylana shakldagi o'tkazgichlar sistemasi) ning magnet maydon induksiyasi:

$$B = \mu\mu_0 In = \mu\mu_0 I \frac{N}{2\pi R}$$

N -toroiddagi o'ramlar soni, R -toroid o'qining egrilik radiusi.



Rasm 75. Magnet maydon induksiyasi va kuchlanganligi yo'nalishi (O'ng vint qoidasi)

- **Magnet maydon uchun superpozitsiya prinsipi:** Magnet maydonni tokli o'tkazgichlar sistemasi hosil qilayotgan bo'lsa u holda fazoning biror nuqtasidagi natijaviy magnet maydonning induksiyasi har bir tokli o'tkazgichning o'sha nuqtada hosil qilgan magnet maydon induksiyalarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots + \vec{B}_n$

• **Natijaviy magnet maydon induksiyasi**

1. Magnet induksiya vektorlari bir xil yo'nalishga ega bo'lsa: $B = B_1 + B_2$
2. Magnet induksiya vektorlari qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lsa: $B = B_1 - B_2$
3. Magnet induksiya vektorlari o'zaro perpendikulyar yo'nalishga ega bo'lsa:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

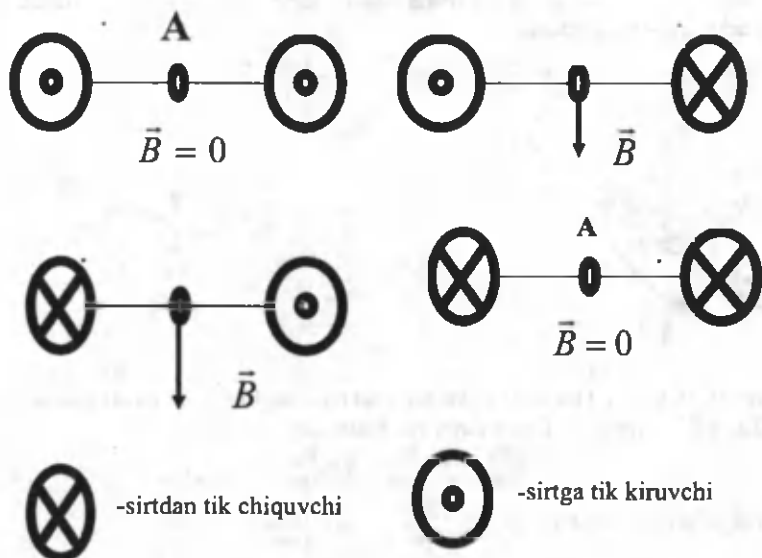
4. Magnet induksiya vektorlari o'zaro α burchak ostida joylashgan bo'lsa:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2 \cos \alpha}$$

- Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel va sirtidan tik chiquvchi (bizga yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnet maydon induksiyasi nolga teng.
- Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel va sirtga tik kiruvchi (bizdan yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnet maydon induksiyasi nolga teng.
- Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel, bizdan chap tomondagisi sirtga tik kiruvchi (bizdan yo'nalgan) va bizdan o'ng tomondagisi sirtidan tik

chiquvchi (bizga yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi pastga yo'nalgan.

- Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel, bizdan chap tomondagisi sirtidan tik chiquvchi (bizga yo'nalgan) va bizdan o'ng tomondagisi sirtga tik kiruvchi (bizdan yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi yuqoriga yo'nalgan.



Rasm 76. Magnit induksiya yo'nalishlari.

79-§. Magnit maydonida zaryadli zarrachaning harakati. Lorens kuchi

- Magnit maydonida harakatlanayotgan zaryadli zarraga shu maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuchga *Lorens kuchi* deyiladi.
- **Lorens qonuni ta'rif:** Bir jinsli magnit maydonida harakatlanayotgan zaryadli zarrachaga ta'sir etuvchi Lorens kuchi \vec{F}_L zarrachaning zaryadi q ga, uning tezligi v ga, magnit maydoni induksiya vektori \vec{B} ga va v bilan \vec{B} vektorlari orasidagi burchak sinusi ko'paytmasiga teng:

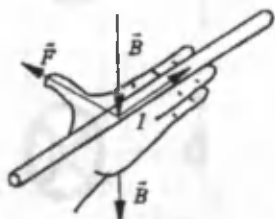
$$F_L = qvB \sin \alpha$$

- **Lorens kuchi yo'nalishi chap qo'l qoidasi yordamida aniqlanadi:** Agar chap qo'lning kaftiga magnit induksiyasi vektorining perpendikulyar tashkil

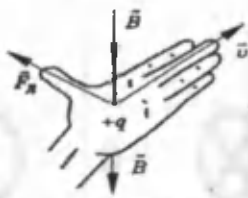
etuvchisi tik tushadigan va ko'rsatkich harmoqlar yo'nalishi musbat zaryadning harakat yo'nalishi bilan bir xil bo'lsa, u holda 90° ga burilgan bosh barmoq Lorens kuchining yo'nalishini ko'rsatadi.

- Lorens kuchi zarraning tezligiga perpendikulyarligi uchun faqatgina zarraning harakat yo'nalishini o'zgartiradi. U zarra ustida ish bajarmaydi. Natijada zarracha aylana bo'ylab tekis harakatga keladi.
- Magnit maydonidagi harakatlanayotgan zaryadli zarrachaning harakat traektoriyasining radiusi:

$$R = \frac{mU}{qB}; \quad R = \frac{m\vartheta}{eB}; \quad R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{q}}$$



a)



b)

Rasm 77. Chap qo'l qoidasi: a) Amper kuchi uchun; b) Lorens kuchi uchun

- Zaryadli zarraning aylanish davri va chastotasi:

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}; \quad T = \frac{2\pi m}{eB}; \quad \nu = \frac{Bq}{2\pi m}; \quad \nu = \frac{eB}{2\pi m};$$

- Zaryadning harakat tezligi: $\vartheta = \sqrt{\frac{2qU}{m}}; \quad \vartheta = \sqrt{\frac{2eU}{m}};$

80-§. Elektromagnit induksiya qonuni. Induksion EYUK

- Yopiq konturni o'rab turgan magnit oqimi o'zgarishi natijasida konturda vujudga keladigan tok *induksion tok* deyiladi.
- Magnit maydon kattaligining o'zgarishi bilan bog'liq ravishda elektr tokining hosil bo'lishi *elektromagnit induksiya* hodisasi deyiladi.
- Berilgan sirt orqali magnit *maydon induksiyasining oqimi* deb, magnit induksiya vektorining sirt normaliga proektsiyasining sirt yuzasi ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi: $\Phi = B \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha$
- Magnit oqimi skalyar kattalik.
- Biror sirt orqali magnit oqimi, shu sirt orqali o'tgan magnit induksiya chiziqlarining sonini xarakterlaydi.
- Yopiq sirt orqali magnit oqimi nolga teng, chunki unga kiradigan va undan chiqadigan kuch chiziqlarining soni teng.

- Magnit oqimining SI'dagi birligi Veber. Bir Veber bir Tesla induksiyali bir jinsli magnit maydon kuch chiziqclariga perpendikulyar joylashtirilgan 1 m^2 yuzali sirtidan o'tadigan oqimidir.
- Elektr o'lchov asboblarning ishlash prinsipi-tokli o'tkazgichlar, tokli o'tkazgich va doimiy magnetiklar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining mavjudligiga asoslangan.
- Magnit oqimi: $\Phi = BScos\alpha$; $\Phi = L \cdot I$; $\Phi = \frac{2W_m}{I}$; $\Phi = \sqrt{2W_m \cdot L}$;
- Tokli o'tkazgichni magnit maydonida ko'chirishda bajarilgan ish:

$$A = IB\Delta x$$
; $A = I\Delta\Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1)$
- Induksion tokning qiymati magnit oqimining o'zgarish tezligiga bog'liq.
- Agar zanjirda induksion tok hosil bo'lsa, demak bu elektr yurituvchi kuch (EYUK) mavjudligini bildiradi. Bu EYUKga *induksion EYUK* (ϵ_i) deyiladi
- Elektromagnit induksiya qonuni: $\epsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$;
- Induksion EYUK: $\epsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; $\epsilon_i = n \cdot \epsilon_o$; $\epsilon_i = \frac{A}{q}$
- O'ramlar soni N ta bo'lgan g'altakda vujudga keluvchi induksion EYUK:

$$\epsilon_i = \epsilon_o N = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$
; $\epsilon_i = -N \cdot \Phi'$
- Elektromagnit induksiya jarayonida yuzaga keluvchi induksion tokning yo'nalishi **Lens qoidasi** asosida aniqlanadi: Konturda vujudga keladigan induksion tok shunday yo'nalishga egaki, uning magnit maydoni shu induksion tokni vujudga keltirgan magnit oqimining o'zgarishiga to'sqinlik qiladi.
- Uyumali elektr maydoni potensial maydon emas, ya'ni birlik musbat zaryadni yopiq kontur bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish nolga teng bo'lmasdan induksion EYUKga teng bo'ladi.
- Magnit oqimining o'zgarish tezligi $\Delta\Phi/\Delta t$ bo'yicha g'altakdagi o'ramlar soni:

$$N = \frac{\epsilon_i}{\Delta\Phi/\Delta t}$$
;
- Fuko toki: $I_\Phi = \frac{\epsilon_i}{R}$
- Bir jinsli magnit maydonida o'zgarmas v tezlik bilan harakatlanayotgan l uzunlikdagi o'tkazgichda hosil bo'ladigan induksion EYUK: $\epsilon_i = vBl \sin\alpha$
 Bu yerda α magnit maydon induksiya vektori bilan o'tkazgichning tezlik vektori orasidagi burchak.
- S yuzali, N ta o'ramga ega bo'lgan ramka magnit maydonida o'zgarmas ω siklik chastota bilan aylanayotganda yuzaga keluvchi induksion EYUK:

$$\epsilon_i = \omega NBS \sin(\omega \cdot t)$$
; $\epsilon_i = 2\pi\nu NBS \sin(\omega \cdot t)$

Bunda induksion EYUKning maksimal qiymati:

$$\varepsilon_{i0} = \alpha v N B S; \quad \varepsilon_{i0} = 2\pi v N B S; \quad \varepsilon_{i0} = \frac{2\pi}{T} N B S;$$

- Qarshiligi R ga teng bo'lgan o'tkazgichli konturda yuzaga keluvchi induksion tok:

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}; \quad I_i = \frac{1}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}; \quad I_i = \frac{N}{R}$$

- Magnit maydonda induksiya vektoriga nisbatan tik ravishta g tezlik bilan harakat qilayotgan to'g'ri o'tkazgichdagi induksion tok:

$$I_i = \frac{g B S}{\rho}$$

- Konturdagi induksion magnit oqimi: $\Phi_m = L \cdot I$
- Berk konturga doimiy magnit kiritilganda yoki chiqarilganda (yaqinlashtirilganda yoki uzoqlashtirilganda) hosil bo'ladigan tok yo'nalishi Lens va parma qoidalari asosida aniqlanadi.
- Magnitning ixtiyoriy qutbi berk konturga yaqinlashtirilganda ular bir-birini itarishadi, uzoqlashtirilganda esa bir-biriga tortiladi.

81-§. Induktivlik

- **Induktivlik** (lot. inductio, uyg'otmoq) faqatgina konturni xarakterlovchi kattalik bo'lib, uning magnit maydonni vujudga keltira olish qobiliyatini ko'rsatadi va konturda oquvchi tok kuchiga mutloqo bog'liq emas.
- Induktivlik birligi sifatida Genri (H) qabul qilingan, u shunday konturning induktivligiki, undan 1A tok oqqanda hosil bo'ladigan magnit oqimi 1Wb ga teng bo'ladi: $1H = \frac{1Wb}{1A}$.
- Induktivlik konturning geometrik shakli va o'lchamlariga bog'liqdir.
- G'altakdagi induksion EYUKning maksimal qiymati: $\varepsilon_{i0} = \alpha \Delta I_0$
- Uzunligi ℓ va ko'ndalang kesim yuzi S bo'lgan bo'shliqda turgan solenoidning induktivligi:

$$L = \frac{\Phi}{I}; \quad L = \frac{\mu\mu_0 N^2 S}{\ell}; \quad n = \frac{N}{\ell}; \quad L = \mu\mu_0 n^2 V;$$

Bu yerda N-solenoiddagi to'liq o'ramlar soni. Agar solenoidning ichiga temir o'zak kiritilsa, solenoidning induktivligi μ marta ortadi.

- L_1 va L_2 induktiv g'altaklari ketma-ket ulansa umumiy induktivlik: $L = L_1 + L_2$
- L_1 va L_2 induktiv g'altaklari parallel ulansa umumiy induktivlik: $\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$

- Zanjirdagi tokning o'zgarishi natijasida shu zanjirning o'zida induksiyalangan EYUKning vujudga kelishiga o'zinduksiya hodisasi deyiladi. O'zinduksiya hodisasi elektromagnit induksiya hodisasining xususiy holdir, ya'ni konturdagi xususiy magnit oqimining o'zgarishi natijasida o'zinduksiya EYUK vujudga keladi.
- Bir-biridan unchalik uzoq joylashmagan ikki konturlardan biri orqali o'tayotgan tok kuchining o'zgarishi natijasida ikkinchi konturda induksiya elektr yurituvchi kuchining vujudga kelish hodisasi *o'zaro induksiya hodisasi* deyiladi.
- Konturda hosil bo'lgan o'zinduksiya EYUK: $\varepsilon = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$; $\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$;
Bu yerda $\Delta I / \Delta t$ - konturdagi tokning o'zgarish tezligi.

82-§. Magnit maydon energiyasi va energiya zichligi

- G'altak magnit maydon energiyasi: $W_M = \frac{LI^2}{2}$; $W_M = \frac{B^2 V}{2\mu\mu_0}$; $W_M = \frac{\Phi I}{2}$;
 $W_M = \frac{\Phi^2}{2L}$; $W_M = \frac{1}{2} \mu\mu_0 n^2 I^2 V$; $W_M = \frac{1}{2} \mu\mu_0 \left(\frac{NI}{l}\right)^2 I^2 V$; $W_M = \frac{1}{2} B^2 V / \mu\mu_0$;
- Magnit maydon energiya zichligi:
 $w_M = \frac{W_M}{V}$; $w_M = \frac{1}{2} \cdot \frac{B^2}{\mu\mu_0}$; $w_M = \frac{1}{2} \mu\mu_0 n^2 I^2$; $w_M = \frac{1}{2} \mu\mu_0 \left(\frac{NI}{l}\right)^2$;

83-§. Muhitning magnit singdiruvchanligi. Dia-, para- va ferromagnitlar

- Bir jinsli muhitdagi magnit induksiya vektori \vec{B} ning kattaligi vakuumda, shu nuqtadagi \vec{B}_0 magnit induksiyasi vektorining kattaligidan son jihatdan farq qiladi. Muhitning magnit xossalari xarakterlovchi:

$$\frac{B}{B_0} = \mu$$

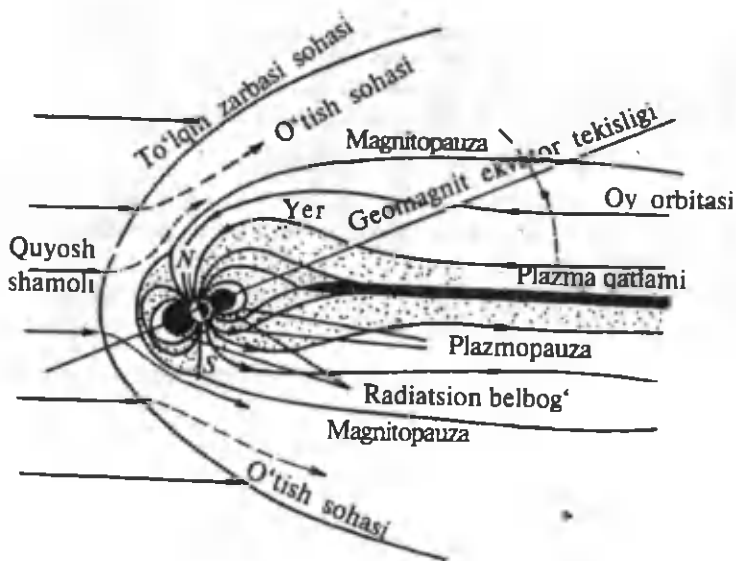
nisbat shu *muhitning nisbiy magnit singdiruvchanligi* deyiladi.

- Tabiatdagi moddalar magnit xossalari bo'yicha, shu modda nisbiy magnit singdiruvchanligining qiymatiga qarab uch turga bo'linadi:

Diamagnitlar	$\mu \leq 1$
Paramagnitlar	$\mu \geq 1$
Ferromagnitlar	$\mu \gg 1$

- Magnit maydonni zaiflashtiruvchi moddalar *diamagnit moddalar* deyiladi va bu moddalarga suv ($\mu = 0,999991$), oltin ($\mu = 0,999961$), kumush ($\mu = 0,999984$) va boshqalarni kiritish mumkin. Diamagnit moddalarning magnit momenti tashqi maydon bo'lmasa nolga teng bo'ladi.
- Diamagnetiklar xususiyatlari temperaturaga bog'liq emas

- Maydonni oz miqdorda kuchaytiruvchi moddalar *paramagnit moddalar* deb atalib, bunday moddalarga alyuminiy ($\mu = 1,000023$), qalay ($\mu = 1,000022$), volfram ($\mu = 1,000176$) ni kiritish mumkin. Magnit maydonga kiritilgan paramagnitlar maydon ta'sirida magnitlanadi va o'zining xususiy magnit maydonini yuzaga keltiradi. Bu xususiy magnit maydon tashqi maydon yo'nalishiga mos keladi va uni kuchaytiradi. Tashqi maydon olib tashlanganda esa yana magnitsizlanadi.
- Paramagnit moddalar tashqi magnit maydon bo'lmasa ham, molekularining magnit momentlari noldan farqli jismlar.
- Paramagnetiklarning magnitlanishi temperaturaga bog'liq bo'lib, temperatura ortishi bilan magnit singdiruvchanligi kamayadi.
- Magnit maydonni juda ham kuchaytirib yuboradigan moddalar *ferromagnitlar* deyiladi. Ferromagnitlarga kobalt ($\mu = 175$), nikel ($\mu = 1120$)larni kiritish mumkin.
- Ferromagnit moddalarda tashqi maydon bo'lmasa ham, magnit momentlari bir tomonga yo'nalgan katta miqdordagi atomlarni o'z ichiga olgan sohalar - *demonlar* mavjud bo'ladi.
- Har bir ferromagnetik modda *Kyuri nuqtasi* (T_k) deb ataladigan aniq bir temperaturada o'zining ferromagnetik xususiyatini yo'qotadi. Temir uchun $T_k = 1043$ K, nikel uchun $T_k = 631$ K. Kyuri temperaturasidan katta temperaturada ferromagnetik oddiy paramagnit moddaga aylanadi.
- Magnit disklari va lentalariga axborotlarni yozib olish, ulardagi magnit tayoqchalarning tashqi maydon ta'sirida ma'lum tartibda joylashib qolishiga asoslangan.
- Magnit lentalar polixlorvinil yoki boshqa moddalardan ishlangan yumshoq asosdan iborat. Unga magnitlanadigan ishchi qatlam surkaladi. Bu qatlam ferromagnit moddalardan juda mayda ninachalar (magnit tayoqchalari) tarzida ishlangan zarralardan va ularni bog'lovchi moddadan iborat bo'ladi.
- *Magnitosfera* deb Yerning xususiy magnit maydoni bilan aniqlanuvchi Yer atrofidagi ma'lum fazoga aytilib, uning xossalari, o'lchamlari va shakli quyoshdan keluvchi zaryadlangan zarralar oqimi, ya'ni quyosh shamoli bilan o'zaro ta'siri asosida aniqlanadi. Magnitosfera quyosh shamolidan Yerni himoya qiladi.
- *Quyosh shamoli*- quyosh tojining sayoralararo bo'shliqdagi plazmadan iborat doimiy radial oqimidir. Uning tarkibi, asosan, protonlardan iborat bo'lib, oz miqdorda geliy yadrosi, kislorod, kremniy, oltingugurt, temir ionlari mavjud. Ular Yer orbitasiga juda katta tezlik bilan yetib kelishadi (protonlarning tezligi $300 - 750 \text{ km / sek}$).
- Yer magnit maydonining qutblarida yorug' (shaffof joy) mavjud bo'lib, unga quyosh shamolining zarralari kirishi mumkin. Bu zarralar qutb yog'dusini vujudga keltiradi.



Rasm 78. Yerning magnitosferasi va uning quyosh shamoli bilan o'zaro ta'siri.

84-§. Elektromagnit tebranishlar

- Zanjirda zaryad miqdorining (yoki tok kuchining) va kuchlanishning davriy ravishda o'zgarib turishiga *elektromagnit tebranish* deyiladi.
- Elektromagnit tebranishlar sinus yoki kosinus qonuniga bo'ysunsa, bunday tebranishlar, *garmonik tebranishlar* deyiladi.
- Elektromagnit tebranishlarda elektr maydon energiyasini magnit maydon energiyasiga va aksincha, magnit maydon energiyasini elektr maydon energiyasiga davriy ravishda aylanib turishi kuzatiladi.
- Elektromagnit tebranishlarda elektr maydon energiyasining maksimal qiymati magnit maydon energiyasining maksimal qiymatiga teng bo'ladi:

$$W_{\text{elektr}}^{\text{max}} = W_{\text{magnit}}^{\text{max}}$$

- Elektromagnit tebranishlarda elektromagnit maydonning to'la energiyasi o'zgarmas bo'lib, uning qiymati, magnit maydon yoki elektr maydon energiyasining eng katta qiymatiga teng bo'ladi:

$$W^{\text{to'la}} = W_{\text{elektr}}^{\text{max}} = W_{\text{magnit}}^{\text{max}} = \text{const}$$

$$W^{\text{to'la}} = W_{\text{elektr}}^{\text{max}} + W_{\text{magnit}}^{\text{max}} = \text{const}$$

- Kondensator (C) va g'altak (L)dan iborat bo'lgan zanjirga *tebranish konturi* deyiladi.

- Elektromagnit tebranish kondensator va g'altakdan iborat bo'lgan berk zanjirda yuzaga keladi. Kondensatorida elektr maydon energiyasi yuzaga keladi, g'altakda magnit maydon energiyasi hosil bo'ladi.

- Tebranish konturida elektr maydon energiyasining eng katta (maksimal)

$$\text{qiymati: } W_{\text{elekt}}^{\text{max}} = \frac{q_0^2}{2C}; \quad W_{\text{elekt}}^{\text{max}} = \frac{CU_0^2}{2}; \quad W_{\text{elekt}}^{\text{max}} = \frac{q_0 U_0^2}{2};$$

q_0 - kondensatoridagi zaryadning maksimal yoki amplituda qiymati, U_0 -

kondensatoridagi kuchlanishning maksimal yoki amplituda qiymati,

C - kondensatorning elektr sig'imi

- Tebranish konturida magnit maydon energiyasining eng katta (maksimal)

$$\text{qiymati: } W_{\text{magnit}}^{\text{max}} = \frac{LI_0^2}{2}$$

I_0 - g'altakdagi tok kuchining maksimal yoki amplituda qiymati,

L - g'altakning induktivligi

- Tebranish konturida elektromagnit tebranishlar tenglamasi: $Q = -\frac{1}{LC}q$

- Tebranish konturi uchun Tomson formulasi

$$T = 2\pi\sqrt{LC}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

T - tebranish davri; ν - tebranish chastotasi; ω - siklik chastotasi

- Kondensator zaryadining maksimal qiymati:

$$q_0 = I_0\sqrt{LC}; \quad q_0 = \frac{T}{2\pi}I_0; \quad q_0 = \frac{I_0}{\omega};$$

$$q_0 = \frac{I_0}{2\pi\nu}; \quad q_0 = \frac{LI_0^2}{U_0}; \quad q_0 = \sqrt{2CW_{\text{max}}};$$

- Kondensatoridagi kuchlanishni maksimal qiymati:

$$U_0 = \omega LI_0; \quad U_0 = 2\pi\nu LI_0; \quad U_0 = 2\pi I_0 / T;$$

$$U_0 = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}; \quad U_0 = \frac{LI_0^2}{q_0}; \quad U_0 = \sqrt{\frac{2W_{\text{max}}}{C}};$$

- G'altakdagi tok kuchini maksimal qiymati:

$$I_0 = \frac{q_0}{\sqrt{LC}}; \quad I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}; \quad I_0 = \sqrt{\frac{q_0 U_0}{L}};$$

$$I_0 = \omega q_0; \quad I_0 = 2\pi\nu q_0; \quad I_0 = \frac{2W_{\text{max}}}{T}; \quad I_0 = \sqrt{\frac{2W_{\text{max}}}{L}};$$

85-§. O'zgaruvchan elektr toki

- Zaryad va tok kuchining o'zgarish qonuni:

$$q = q_0 \sin(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad i = I_0 \cos(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad q = q_0 \sin(2\pi\nu \cdot t + \varphi_0);$$

$$i = I_0 \cos(2\pi\nu \cdot t + \varphi_0); \quad q = q_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right); \quad i = I_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right)$$

q_0 - zaryadning amplituda qiymati, I_0 - tok kuchining amplituda qiymati, φ_0 - boshlang'ich faza.

- t vaqtidagi fazani topish: $\omega t + \varphi_0$ yoki $2\pi\nu t + \varphi_0$
- Elektr energiyasini to'lig'icha energiyaning qaytarib bo'lmaydigan boshqa turlariga aylantiruvchi quurilmalar *aktiv nagruzka*, ularning qarshiligi esa *aktiv qarshilik* deyiladi.

- O'zgaruvchan tok zanjirida rezistor – R :

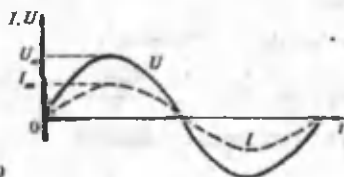
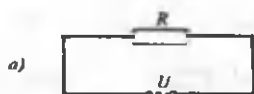
$$i = I_0 \cos \omega t; \quad u = U_0 \cos \omega t; \quad P = I_0 U_0 \cos^2 \omega t;$$

i – tok kuchini oniy qiymati, u – kuchlanishning oniy qiymati,

P – quvvatning oniy qiymati.

$$R = \frac{u}{i}; \quad R = \frac{U_0}{I_0};$$

R – zanjirning aktiv qarshiligi.



b)

a)

$$\underline{I_m = U_m = RI_m}$$

Rasm 79. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilikda (rezistorda) tok kuchi va kuchlanishning fazalari.

- Tok kuchi va kuchlanishning effektiv yoki ta'sir etuvchi (U_d, I_d) qiymati:

$$I_d = \frac{I_0}{\sqrt{2}}; \quad I_d = \frac{U_d}{R}; \quad U_d = \frac{U_0}{\sqrt{2}}; \quad U_d = I_d R;$$

- Tok kuchi va kuchlanish amplituda qiymati:

$$I_0 = \sqrt{2} \cdot I_d; \quad I_0 = \frac{U_0}{R}; \quad U_0 = \sqrt{2} \cdot U_d; \quad U_0 = I_0 \cdot R;$$

- Aktiv qarshilikda tok kuchi va kuchlanish bir xil fazada tebranadi, fazalar farqi: $\Delta\varphi = 0$

- Aktiv qarshilikda o'zgaruvchan tok quvvatining o'rtacha qiymati:

$$P_{av} = \frac{I_d U_d}{2}; \quad P_{av} = \frac{I_d^2 R}{2}; \quad P_{av} = \frac{U_d^2}{2R}; \quad P_{av} = I_d U_d;$$

- Aktiv qarshilikda o'zgaruvchan tokning bajargan ishi:

$$A = I_d U_d t; \quad A = I_d^2 R t; \quad A = \frac{U_d^2}{R} t; \quad A = \frac{I_0^2}{2} R t; \quad A = \frac{U_0^2}{2R} t;$$

- Aktiv qarshilikdan o'zgaruvchan tok o'tganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori:

$$Q = I_d U_d t; \quad Q = I_d^2 R t; \quad Q = \frac{U_d^2}{R} t; \quad Q = \frac{I_0^2}{2} R t; \quad Q = \frac{U_0^2}{2R} t;$$

- Kondensator o'zgaruvchan tokni o'tkazmaydi, o'zgaruvchan tokka qarshilik ko'rsatadi. O'zgaruvchan tokka kondensatorning ko'rsatadigan qarshiligi *sig'im qarshilik* deyiladi.
- O'zgaruvchan tok zanjirida kondensator – C:

$$u = U_0 \cos \omega t; \quad i = -I_0 \sin \omega t = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right); \quad P = -\frac{I_0 U_0}{2} \sin(2\omega t);$$

$$P_{av} = 0;$$

- Kondensator qavat ajralmaydi: $P = 0$;
- Kondensator kuchlanish tok kuchidan $\pi/2$ faza orqada yuradi.

$$\text{Fazalar farqi } -\Delta\varphi: \quad \Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$$

- Kondensator sig'im qarshiligi – X_C :

$$X_C = \frac{1}{\omega C}; \quad X_C = \frac{1}{2\pi\nu C}; \quad X_C = \frac{T}{2\pi C};$$

- Tok kuchi va kuchlanishning amplitudalari:

$$I_0 = \frac{U_0}{X_C}; \quad I_0 = \omega C U_0; \quad I_0 = 2\pi\nu C U_0; \quad U_0 = I_0 X_C;$$

$$U_0 = \frac{I_0}{\omega C}; \quad U_0 = \frac{I_0}{2\pi\nu C}; \quad U_0 = \frac{I_0 T}{2\pi C}; \quad I_0 = \frac{2\pi C U_0}{T}$$

- Induktiv g'altakning o'zgaruvchan tokka ko'rsatadigan qo'shimcha qarshiligi *induktiv qarshilik* deyiladi.
- O'zgaruvchan tok zanjirida g'altak – L.

$$u = U_0 \cos \omega t; \quad i = I_0 \sin \omega t = I_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right); \quad P = \frac{I_0 U_0}{2} \sin(2\omega t); \quad P_{av} = 0;$$

i – tok kuchining oniy qiymati, u – kuchlanishning oniy qiymati,
 P – quvvatning oniy qiymati.

- G'altakda quvvat ajralmaydi – $P = 0$.
- G'altakdagi kuchlanish tok kuchidan $\pi/2$ faza oldinda yuradi.

$$\text{Fazalar farqi } -\Delta\varphi: \quad \Delta\varphi = \frac{\pi}{2};$$

- G'altakning induktiv qarshiligi – X_L :

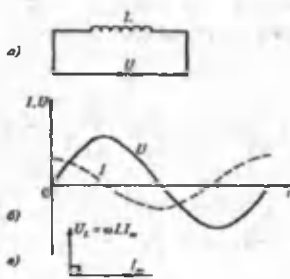
$$X_L = \omega L; \quad X_L = 2\pi\nu L; \quad X_L = \frac{2\pi L}{T};$$

- G'altakda o'z induksion EYUK ning maksimal qiymati: $\varepsilon_n = \omega L I_0$

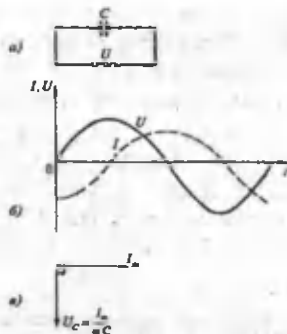
- Tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlari:

$$I_0 = \frac{U_0}{X_L}; \quad I_0 = \frac{U_0}{\omega L}; \quad I_0 = \frac{U_0}{2\pi\nu L}; \quad U_0 = I_0 X_L; \quad U_0 = \omega L I_0;$$

$$U_0 = 2\pi\nu L I_0; \quad U_0 = \frac{2\pi L I_0}{T}; \quad I_0 = \frac{U_0 T}{2\pi L};$$



Rasm 80. Faqat induktiv g'altakdan iborat o'zgaruvchan tok zanjirida tok kuchi va kuchlanish fazalari



Rasm 81. Faqat kondensatordan iborat o'zgaruvchan tok zanjirida tok kuchi va kuchlanish fazalari

- Ketma-ket ulangan rezistor, kondensator va g'altakdan iborat o'zgaruvchan tok zanjirida:

$$u = U_0 \cos \omega t; \quad i = I_0 \cos(\omega t + \varphi); \quad \varphi = \arctg \frac{\omega L - 1/\omega C}{R}; \quad \varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R};$$

$$\varphi = \arccos \frac{R}{Z}; \quad \varphi = \arccos \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}};$$

φ – kuchlanish va tok kuchi tebranishlari orasidagi fazalar farqi:

$X_L > X_C$ bo'lsa kuchlanish faza bo'yicha tokdan oldinda bo'ladi ($\varphi > 0$),
 agar $X_L < X_C$, bo'lsa kuchlanish faza bo'yicha tokdan orqada bo'ladi ($\varphi < 0$).

- Zanjirdagi umumiy kuchlanish: $U_m = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$
 U_m – zanjir umumiy kuchlanishi, $I_m = I_R$ – umumiy tok,
 U_L – g'altakdagi kuchlanish, U_C – kondensatordagi kuchlanish.

- Agar zanjirda aktiv qarshilik (R) bo'lmasa: $U_m = U_L - U_C$;

- Agar zanjirda g'altak (L) bo'lmasa: $U_m = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$;

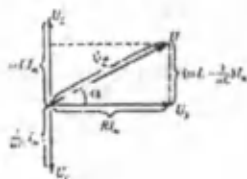
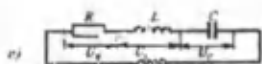
- Agar zanjirda kondensator (C) bo'lmasa: $U_m = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$;

- O'zgaruvchan tok zanjiri to'la qarshiligi:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}; \quad Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}; \quad Z = \frac{U_m}{I_m}; \quad Z = \frac{U_m}{I_m};$$

- Tok kuchi va kuchlanish amplitudalari:

$$I_0 = \frac{U_0}{Z}; \quad I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}; \quad U_0 = Z \cdot I_0; \quad U_0 = I_0 \cdot \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$



Rasm 82. Ketma-ket ulangan rezistor, induktiv g'altak va kondensatordan iborat bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjiri

- Tok kuchi va kuchlanishning effektiv yoki ta'sir etuvchi qiymati:

$$I_d = \frac{U_d}{Z}; \quad I_d = \frac{U_d}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}; \quad U_d = Z \cdot I_d; \quad U_d = I_d \cdot \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2};$$

- O'zgaruvchan tokning quvvati:

$$P = I_d U_d \cdot \cos \varphi; \quad P = \frac{1}{2} I_0 U_0 \cdot \cos \varphi; \quad P = I_R U_R;$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}; \quad \cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}};$$

$\cos \varphi$ – ga quvvat koeffitsiyenti deyiladi.

I_R, U_R – rezistor, ya'ni aktiv qarshilikdagi tok kuchi va kuchlanishlarning effektiv qiymatlari.

- $\cos \varphi$ -elektr energiyaning qancha qismi boshqa tur energiyaga aylanishini ko'rsatadi. Shuning uchun $\cos \varphi$ quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti yoki quvvat koeffitsiyenti deyiladi.
- Quvvat koeffitsiyentining kamayishi elektr stansiya quvvatidan to'liq foydalanmaslikka va zanjirdagi issiqlik isrofiga olib keladi.
- Kondensator va g'altakda quvvat ajralmaydi shu sababdan ular qarshiligiga reaktiv (aktiv bo'lmagan) qarshiliklar deyiladi. Rezistorlarda esa quvvat ajraladi shu sababdan rezistor aktiv qarshilik deb ataladi.
- Zanjirdagi to'la quvvat aktiv qarshilik quvvatiga teng bo'ladi.
- Mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi elektr mashinalari o'zgaruvchan tok generatorlari deyiladi.
- Elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirish uchun ishlatiladigan qurilmalarga elektrodivigatellar deyiladi. Elektrodivigatellarning ishlash prinsipi quyidagicha: magnit maydonda joylashtirilgan ramka orqali elektr toki o'tkazilsa, unga aylantiruvchi moment ta'sir qiladi va ramka aylana boshlaydi.

- Dvigatellar salt ishlaganda u induktiv nagruzka vazifasini bajaradi, shuning uchun $\cos\varphi$ kichik bo'ladi. Elektr dvigatellarining quvvat koeffitsientlarini oshirish uchun ularga parallel ravishda kondensator ulanadi. Kondensator va induktiv g'altak bir vaqtda ulansa qarama-qarshi faza siljishlari yuzaga keladi va ular o'zaro kompensatsiyalashadi. Shuning uchun quvvat koeffitsienti ortadi.
- Issiqlik isrofi orqali yo'qolgan quvvat: $\Delta P = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot R$; $\Delta P = \frac{\Delta P_p}{\cos^2 \varphi}$ Bu yerda P -iste'molchining quvvati; U -iste'molchi ulangan o'zgaruvchan kuchlanish; R -iste'molchining aktiv qarshiligi.

86-§. Transformator

- O'zgaruvchan tokning chastotasini o'zgartirishdan kuchlanishini o'zgartirib beruvchi asboblarga *transformatorlar* deyiladi va u elektromagnit induksiya hodisasiga asosan ishlaydi.
- *Transformator* o'zaro induktiv bog'langan ikkita g'altakdan tashkil topgan qurilmadir. Transformator o'zgaruvchan tok kuchini yoki kuchlanishini o'zgartirish maqsadida ishlatiladi.
- Transformator ikki yoki undan ortiq elektromagnit g'altakdan va berk po'lat o'zakdan iborat.
- Transformatorning manbaga ulangan g'altagi *birlamchi* iste'molchiga ulangan g'altagi *ikkilamchi g'altak* deyiladi.
- Transformatorning *transformatsiya koeffitsiyenti* (K) deb birlamchi g'altakdagi kuchlanish qiymatini ikkilamchi g'altakdagi kuchlanish qiymatiga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

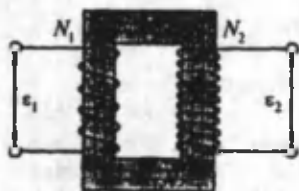
$$K = \frac{U_1}{U_2}; \quad K = \frac{N_1}{N_2}; \quad K = \frac{I_2}{I_1};$$

- Transformatorning birlamchi g'altagidagi kuchlanishining ikkilamchi g'altagidagi kuchlanishiga nisbati ulardagi tok kuchlarining teskari nisbatiga teng bo'ladi:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}; \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}; \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2};$$

- Transformatorda kuchlanish n marta oshirilsa, tok kuchi n marta kamayadi.
- Transformatorda kuchlanish n marta kamaytirilsa, tok kuchi n marta ortadi.
- $K > 1$ ya'ni $U_1 > U_2$, $N_1 > N_2$ ($I_2 > I_1$) bo'lganida transformator pasaytiruvchi, $K < 1$ ya'ni, $U_1 < U_2$, $N_1 < N_2$, $I_2 < I_1$ bo'lganida transformator kuchaytiruvchi deyiladi.
- Transformator g'altaklaridagi quvvat: $P_1 = I_1 U_1$; $P_2 = I_2 U_2$
- Transformatorning foydali ish koeffitsiyenti: $\eta = \frac{P_2}{P_1}$; $\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$;
- Kuchaytiruvchi transformator birlamchi g'altak, pasaytiruvchi transformator ikkilamchi g'altak simining ko'ndalang kesim yuzasi katta bo'lsa, transformatorning FIKi katta bo'ladi.

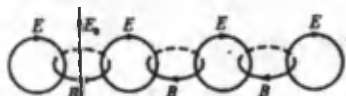
- Elektr energiyasini uzoq masofaga uzatishda energiya sarfini kamaytirish maqsadida transformator yordamida o'zgaruvchan tokning kuchlanishi oshirilib, tok kuchi kamaytiriladi.
- Uzatish liniyasida kuchlanish n marta oshirilsa, energiya sarfi n^2 marta kamayadi.
- Uzatish liniyasida kuchlanish n marta kamaytirilsa, energiya sarfi n^2 marta ortadi.
- Uzatish liniyasida tok kuchi n marta kamaytirilsa, energiya sarfi n^2 marta kamayadi.
- Uzatish liniyasida energiya sarfini n marta kamaytirish uchun, kuchlanishni \sqrt{n} marta oshirish kerak.
- Elektr energiyasi o'zgarmas magnit maydonida aylanma harakat qilayotgan ramkada hosil bo'ladi.
- Magnit maydonini bir juft magnit qutblari hosil qilayotgan bo'lsa tokning o'zgarish chastotasi ramkaning aylanish chastotasiga teng bo'ladi.
- Tokning o'zgarish chastotasining N marta oshirish uchun juft magnit qutblar sonini N marta oshirish kerak bo'ladi.



Rasm 83. Transformator

87-§. Elektromagnit to'liqin

- Fazoda o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarining tarqalishiga *elektromagnit to'liqin* deyiladi.



Rasm 84. Elektromagnit to'liqlar tarqalishi

- Zaryad tezlanish bilan harakat qilganida, yoki zaryad tebranganida o'zidan elektromagnit to'liqin nurlantiradi.
- Zaryad tekis harakat qilganida o'zidan elektromagnit to'liqin nurlantirmaydi.
- Elektromagnit to'liqin ko'ndalang to'liqindir. Elektromagnit to'liqin qutblanadi.
- Elektromagnit to'liqinning vakuumdagi (havodagi) tarqalish tezligi yorug'lik tezligiga (c) ga teng: $\vartheta = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Elektromagnit to'liqinining muhitdagi tarqalish tezligi yorug'lik tezligidan n marta

kichik bo'ladi: $\vartheta = \frac{c}{n}; \quad \vartheta = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$

n – muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi: $n = \sqrt{\epsilon\mu}$

ϵ – muhitning dielektrik sindiruvchanligi,

μ – muhitning magnit kirituvchanligi.

- Elektromagnit to'liqinni muhitdagi to'liqin uzunligi (λ) vakuumdagi to'liqin uzunligi (λ_0) dan n marta kichik bo'ladi: $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

- Elektromagnit to'liqin bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganida *chastotasi o'zgarmaydi*.

- Elektromagnit to'liqin absolyut sindirish ko'rsatkichi (n) kichik bo'lgan muhitdan sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitga o'tganida tezligi va to'liqin uzunligi kamayadi. Absolyut sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan absolyut sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitga o'tganda elektromagnit to'liqin uzunligi va tezligi ortadi.

- Elektromagnit to'liqlarning tarqalish tezligi: $\vartheta = \lambda \cdot \nu; \quad \vartheta = \frac{\lambda}{T}; \quad \vartheta = \frac{\lambda\omega}{2\pi}$

- l uzunlikdagi masofaga N ta to'liqin joylashsa: $\lambda = \frac{l}{N}; \quad N = \frac{l}{\lambda}; \quad N = \frac{l\nu}{c}; \quad N = \frac{l\omega}{c};$

- Elektromagnit to'liqin uzunligi λ va tebranish konturidagi g'altak induktivligi L , kondensator sig'imi C orasidagi munosabatlar:

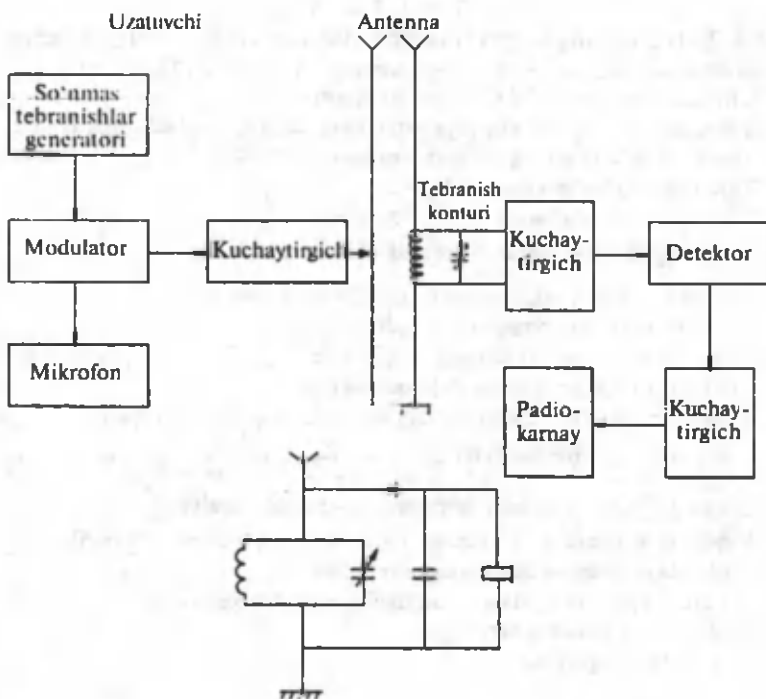
$$\lambda = 2\pi \cdot c \sqrt{LC}; \quad L = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 \cdot C}; \quad C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 \cdot L}; \quad c - \text{yorug'lik tezligi.}$$

$$\Rightarrow \text{g'altakning induktivligi } L \text{ o'zgarmaganda: } \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}; \quad \frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2;$$

$$\Rightarrow \text{kondensator sig'imi } C \text{ o'zgarmaganda: } \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}; \quad \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2;$$

⇒ induktivlik va sig'ım o'zgarsa: $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$;

- **To'liqin fronti** deb bir xil fazada tebranayotgan nuqtalarning geometrik o'miga aytiladi.
- Chastotalari bir xil fazalar farqi vaqt o'tishi bilan o'zgar olmaydigan to'liqinlarga *kogerent to'liqinlar* deyiladi.
- Ikki to'liqinni fazalar farqi bo'yicha yo'llar farqi: $\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \Delta \varphi$; $\Delta x = \frac{\vartheta}{2\pi\nu} \Delta \varphi$;
- Ikki to'liqinni yo'llar farqi bo'yicha fazalar farqi: $\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x$; $\Delta \varphi = \frac{2\pi\nu}{\vartheta} \Delta x$;
- Elektromagnit to'liqin elektromagnit maydon energiyasining tarqalish yo'nalishini bildiradi.
- **Elektromagnit to'liqinning tarqalish yo'nalishi:** Parma dastasini \vec{E} vektordan \vec{B} vektorga qarab aylantirsak, parma uchining yo'nalishi to'liqin tezligi ϑ ning yo'nalishini ko'rsatadi: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vartheta$
- Elektromagnit to'liqinning tarqalish tezligi: $\vartheta = \frac{E}{B}$;
- Radiolakatorming ob'ektni sezish uzoqligi
 ⇒ lokatorda ketma-ket impulslar oralig'idagi vaqt t ga teng: $S = \frac{c \cdot t}{2}$
 ⇒ t vaqt lokatordan N ta impuls chiqayotgan bo'lsa: $S = \frac{c \cdot t}{2N}$
- Astronomiyaning osmon jismlarining chiqaradigan xususiy radionurlariga asosan o'rgandigan bo'limi radioastronomiya deyiladi.
- Radioto'liqinlar radiouzatkichlar yordamida uzatiladi. Radiouzatgich asosini vakuumli lampa yoki tranzistorda terilgan so'nmas tebranishlar generatori tashkil qiladi.
- Biror ma'lumotni uzatish uchun yuqori chastotali tebranishlarning xarakterini (amplitudasini) o'zgartirish jarayoni *modulyatsiya* deyiladi. Modulyatsiya ikki xil bo'ladi: amplituda va chastota modulyatsiyasi.
- Kichik chastotali elektr tebranishlar yordamida yuqori chastotali elektromagnit tebranishlarning parametrlarini o'zgartirish usuli *modulyatsiya yoki modullashtirish* deyiladi.
- Tovush chastotasidagi tebranishlar yordamida yuqori chastotali elektromagnit tebranishlarning amplitudasini o'zgartirish jarayoni *amplituda modulyatsiyasi* deyiladi.
- Radiouzatkichlar yordamida uzatilgan radioto'liqinlar radiopriyomniklar yordamida qabul qilinadi. Radiopriyomnik asosan antena, tebranish konturi, kuchaytirgich, detektor (qayd qilgich) va radiokamaydan tashkil topgan.
- Radiopriyomnikda modullashtirilgan yuqori chastotali tebranishlardan past chastotali tebranishlarni ajratib olish jarayoni *detektorlash* deyiladi.



Rasm 85. Zamonviy radiouzatgich va radiopriyomnik.

O P T I K A

88-§. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi. Yorug'lik tezligi

- Inson sezadigan yorug'lik - to'lqin uzunligi $\lambda = (0,38 + 0,77) \cdot 10^{-6}$ m intervalida bo'lgan elektromagnit to'lqinlardir.
- Yorug'lik nuri deganda energiya oqimining tarqalish yo'nalishiga aytiladi.
- Yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi.
- Yorug'likning bo'shliqdagi tezligi $-c$:

$$c = 2.99792458 \text{ m/s}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s};$$
- Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi $-n$: $n = \frac{c}{g}$;
 c - yorug'likning vakuumdagi tezligi, g - muhitdagi tezlik.
- Yorug'lik nuri elektromagnit to'lqindir.
- Yorug'lik to'lqinlari ko'ndalang to'lqinlardir.
- Yorug'lik to'lqinlari qutblanish hossasiga ega.
- Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab harakati: $S = ct$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Yorug'likning vakuumdagi tezligi: $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}}$; $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \text{ F/m}$;
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$; ϵ_0 - elektr doimiysi; μ_0 - magnit doimiysi;
- Yorug'lik to'lqinlarining uzunligi $0,4 \mu\text{m} - 0,78 \mu\text{m}$ ($400 \text{ nm} + 780 \text{ nm}$) oralig'ida joylashgan elektromagnit to'lqinlardir.
- Har xil to'lqin uzunligidagi yorug'likning rangi har xil bo'ladi:
 $\lambda = 0,4 \mu\text{m}$ - binafsha nur.
 $\lambda = 0,78 \mu\text{m}$ - qizil nur.

Yorug'lik tezligini aniqlashning usullari:

- **Ryomer usuli.** Yorug'lik tezligini birinchi marta astronomik usul bilan daniyalik astronom Ryomer 1676-yilda o'lchagan. Unda Yupiter sayyorasi yo'ldoshining Yupiter orqa tomonidan (soyasidan) o'tishidagi kechikishiga ko'ra aniqlagan. Ryomerda yorug'lik tezligi 215000 km/sekund bo'lgan.
- **Laboratoriya usuli.** (Fizo, 1849-yil) Aylanuvchi tishli g'ildirak usulidan foydalangan. Yorug'lik tezligi 313000 km/sekund bo'lgan.
- **Mayklson usuli.** (1929). Aylanuvchi sakkiz qirrali ko'zgu usulidan foydalangan. Bunda tezlik $299796 \pm 4 \text{ km/sekund}$ bo'lgan. Hozirda o'lchagan natijaga ko'ra $c = (299792456 \pm 0,8) \text{ m/s}$ yoki $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishiga daraxtning soyasi misol bo'la oladi.
- Yorug'lik nurining mustaqillik prinsipiga asosan, yorug'lik nurlari o'zaro kesishganda bir-biriga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi., ya'ni nurlarning kesishishi har bir nurning mustaqil ravishda tarqalishiga xalaqit bermaydi.
- Optikaning yorug'lik energiyasini o'lchash usullarini o'rganuvchi bo'limi *fotometriya* deb ataladi.

- Ma'lum bir yuzaga tushayotgan nurlanish quvvati bilan o'lchanadigan kattalik Φ *yorug'lik oqimi* deyiladi: $\Phi = \frac{W}{t}$
- Yorug'lik oqimining birligi qilib *lyumen (lm)* qabul qilingan: $1lm = 1cd \cdot sr$
- O nuqtada turuvchi nuqtaviy yorug'lik manbaining atrofida markazi shu nuqtada bo'lgan r radiusli shar chizamiz, shunday shar sektori (uchi shar markazida bo'lgan konus) qirqib olaylikki, uning asosi shar sirtida ΔS yuzani hosil qilsin. Bu konus sirti bilan chegaralangan fazo fazoviy burchak $\Delta\Omega$ deb ataladi va quyidagicha topiladi: $\Delta\Omega = \frac{\Delta S}{r^2}$, agar $\Delta S = r^2$ bo'lsa, fazoviy burchak 1 ga teng bo'ladi va bu burchak *steradian* deb ataladi.
- Sfera uchun fazoviy burchak: $\Delta\Omega = \frac{\Delta S}{r^2} = \frac{4\pi \cdot r^2}{r^2} = 4\pi$
- Yorug'lik oqimining bu oqim tarqalayotgan fazoviy burchak kattaligiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka manbaining *yorug'lik kuchi* deb ataladi: $I = \frac{\Phi}{\Delta\Omega}$
- Yorug'lik kuchining birligi *kandela (cd)* bo'lib, XBSdagi asosiy birliklardan biri hisoblanadi.
- Yorug'lik oqimining o'zi tushayotgan sirt yuziga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik *yoritilganlik* deyiladi: $E = \frac{\Phi}{\Delta S}$
- Yorug'lik manbaining yuza birligidan barcha yo'nalishlari bo'yicha nurlanayotgan yorug'lik oqimiga son jihatdan teng bo'lgan kattalik *yorqinlik* deyiladi.
- Manba sirtining yuza birligidan ma'lum yo'nalishda yuzaga normal ravishda chiqayotgan yorug'lik kuchiga son jihatdan teng bo'lgan kattalik *ravshanlik* deyiladi: $B = \frac{I}{\Delta S}$
- Ravshanlik birligi qilib *nit (nt)* qabul qilingan: $1nt = 1cd/m^2$
- Agar nuqtaviy manba yorug'likni hamma yo'nalishlar bo'yicha tekis tarqatayotgan bo'lsa, uning to'liq yorug'lik oqimi va yoritilganligi: $\Phi_0 = 4\pi I, E_0 = \frac{I}{r^2}$
- **Yoritilganlikning ikkinchi qonuni:** Yorituvchi sirtga yorug'lik kuchi burchak ostida tushsa, sirtning yoritilganligi nurning tushish burchagi kosinusiga to'g'ri proporsionaldir: $E = E_0 \cdot \cos\alpha$
- **Yoritilganlikning ikkala qonunini birlashtirishdan chiqqan xulosa:** Nuqtaviy yorug'lik manbaining biror sirtida hosil qilgan yoritilganligi manbaining yorug'lik kuchiga va nurlarning tushish burchagi kosinusiga to'g'ri proporsional va manbadan sirtgacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir: $E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos\alpha; \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$

89-§ Yorug'likning qaytish qonuni

- Bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq-bo'ylab tarqalayotgan yorug'lik nuri o'z yo'lida, birinchi muhit bilan chegaradosh ikkinchi muhitga duch kelsa, uning yo'nalishi o'zgaradi. Ikki muhit chegarasining xususiyatiga bog'liq ravishda yorug'likning ma'lum qismi I muhitga qaytadi, qolgan qismi esa II muhitga o'tadi. Yorug'likning ikki muhit chegarasidan yana I muhitga qaytishi *yorug'likning qaytishi* deyiladi.
- **Bir jinsli muhit** deb barcha nuqtalarida sindirish ko'rsatkichi bir xil ($n=\text{const}$) bo'lgan muhitga aytiladi.
- Sirt optik jihatdan silliq bo'lishi uchun undagi «g'adir-budur» liklarning kattaligi yorug'likning to'lqin uzunligi ($0,4 + 0,8 \mu\text{m}$) dan kichik bo'lishi kerak.
- **Yorug'likning qaytish qonuni:**
 1. Tushgan nur, qaytgan nur va nurning tushish nuqtasidan ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi.
 2. Nurning tushish burchagi qaytish burchagiga tengdir.

90-§ Yorug'likning sinish qonuni

- Yorug'likning bir shaffof muhitdan ikkinchi shaffof muhitga o'tishi va bu o'tishda uning tarqalish yo'nalishining o'zgarishi *yorug'likning sinishi* deyiladi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{12}; \quad \text{yoki} \quad n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \gamma$$

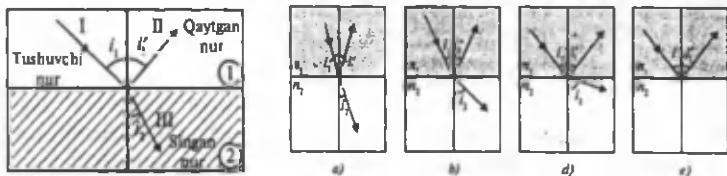
- Tushish va sinish burchaklari sinuslari nisbatining, yorug'lik tezligi va to'lqin uzunligi orqali ifodasi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{g_1}{g_2}; \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2};$$

- **Yorug'likning sinish qonuni:**
 1. Tushuvchi nur, singan nur va muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasidan o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi.
 2. Tushish burchagi sinusning sinish burchagi sinusiga nisbati chegaradosh muhitlarning optik xususiyatiga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattalik bo'lib, uni ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi deyiladi.
- Yorug'lik nuri vakuumdan biror muhitga o'tgan holda mazkur muhitning vakuumga nisbatan sindirish ko'rsatkichi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi deyiladi.
- Agar yorug'lik absolyut sindirish ko'rsatkichi n_1 bo'lgan muhitdan absolyut sindirish ko'rsatkichi n_2 bo'lgan muhitga o'tsa, muhitlar absolyut sindirish ko'rsatkichlarining nisbati ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichiga teng bo'ladi:

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1};$$

n_1 – birinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi, n_2 – ikkinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi.



Rasm 86. Yorug'lik qonunlari

- Ko'riylotgan muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi (n), yorug'lik nurining vakuumdagi tezligini muhitdagi tarqalish tezligiga nisbatiga teng.
- Birinchi va ikkinchi muhitlardagi yorug'lik tezliklari nisbati ularning absolyut sindirish ko'rsatkichlarini teskari nisbatiga teng:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \text{ yoki } v_1 \cdot n_1 = v_2 \cdot n_2$$

- Yorug'likning muhitdagi tezligi: $v = \frac{c}{n}$; $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$;
- Sindirish ko'rsatkichining yorug'lik tezligiga bog'liqligi, yorug'lik tarqalayotgan muhitning fizik xususiyatlari, jumladan uning zichligi, elastiklik darajasi va temperaturasi bilan belgilanadi.
- Sindirish ko'rsatkichining qiymati yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liqdir.
- Yorug'likning sinish hodisasiga misollar:
 1. Suvga botirilgan tayoqchaga yon tomondan qarasak, tayoqcha suv sirtida singandek ko'rinadi.
 2. Suvli idishga tepadan qarasak, idish tubi bizga yaqinroq ko'rinadi.
- Nur optik zichligi (n_1) kichik bo'lgan muhitdan optik zichligi (n_2) katta bo'lgan muhitga o'tganida ($n_1 < n_2$), tushish burchagi sinish burchagidan katta bo'ladi. $\alpha > \gamma$ bu holda $\beta_1 > \beta_2$ va $\lambda_1 > \lambda_2$.
- Nur optik zichligi (n_1) katta bo'lgan muhitdan optik zichligi (n_2) kichik bo'lgan muhitga o'tganida ($n_1 > n_2$), sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi. $\alpha < \gamma$ bu holda $\beta_1 < \beta_2$ va $\lambda_1 < \lambda_2$.
- Nur havodan sindirish ko'rsatkichi n ga teng bo'lgan muhitga o'tganida qaytgan nur bilan singan nur bir-biriga perpendikulyar bo'lsa, (ular orasidagi burchak 90°):

$$\text{tg } \alpha = n;$$
- Nur sindirish ko'rsatkichi n_1 bo'lgan muhitdan sindirish ko'rsatkichi n_2 bo'lgan muhitga o'tganida qaytgan nur bilan singan nur perpendikulyar bo'lsa, (ular orasidagi burchak 90°):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{n_2}{n_1}$$

- Yorug'likning to'lqin uzunligi λ , tezligi c , chastotasi ν , tebranish davri T , orasidagi munosabatlar:

$$\lambda = \frac{c}{\nu}; \quad \lambda = c \cdot T; \quad \vartheta = \lambda \cdot \nu; \quad \vartheta = \frac{\lambda}{T}; \quad \nu = \frac{c}{\lambda}; \quad \nu = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{\lambda}{c}; \quad T = \frac{1}{\nu};$$

- Bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganida yorug'likning tezligi va to'lqin uzunligi o'zgaradi, chastotasi esa o'zgarmaydi. Sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitda yorug'likning tezligi va to'lqin uzunligi kichikroq bo'ladi.
- Muhitda yorug'likning tezligi va to'lqin uzunligi:

$$\vartheta = \frac{c}{n}; \quad \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

n – muhitning sindirish ko'rsatkichi, λ_0 – yorug'likning vakuumdagi to'lqin uzunligi.

- Ikki muhitda tarqalayotgan yorug'lik tezliklari va to'lqin uzunliklari nisbati:

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

- Elektromagnit to'lqin (yorug'lik nuri) bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda uning chastotasi (rangi) saqlanadi, lekin, to'lqin uzunligi, tezligi, fazasi va amplitudasi o'zgaradi.

91- §. Yorug'likning to'la ichki qaytishi

- Tushgan nur va sirt orasidagi burchak φ ga teng bo'lsa, nurning tushish burchagi: $\alpha = 90^\circ - \varphi$
- Nurning qaytish burchagi: $\beta = 90^\circ - \varphi$
- Tushgan nur bilan qaytgan nur orasidagi burchak φ ga teng bo'lsa nurning tushish burchagi: $\alpha = \frac{\varphi}{2}$
- \Rightarrow Nurning qaytish burchagi: $\beta = \frac{\varphi}{2}$
- Yorug'lik nuri absolyut sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitdan absolyut sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitga o'tganda, ma'lum tushish burchagida hamma yorug'lik energiyasi orqaga qaytadi. Bu hodisa *to'la ichki qaytish* deyiladi.
- To'la ichki qaytish sodir bo'ladigan eng kichik tushish burchagi (yoki sinish burchagi 90° ga mos keladigan tushish burchagi) *chegaraviy burchak* deyiladi.
- To'la ichki qaytish hodisasidan yorug'lik nurlarini biror yo'nalishga burish yoki nurlar dastasi o'rmini almashtirish uchun foydalaniladi.
- To'la ichki qaytishning chegaraviy burchagi:

$$n_1 \cdot \sin \alpha_0 = n_2 \cdot \sin 90^\circ; \quad \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1};$$

agar ikkinchi muhit vakuum yoki havo bo'lsa: $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$

- Ko'zgudan yorug'lik to'liq qaytadi. Yassi ko'zguda buyumning mavhum tasviri hosil bo'ladi. Tasvir to'g'ri va o'lchami buyum o'lchamiga teng bo'ladi. Tasvirdan ko'zgugacha bo'lgan masofa ko'zgudan buyumgacha bo'lgan masofaga teng bo'ladi.
- Buyum ko'zguga Δx masofaga yaqinlashsa, buyum bilan tasvir orasidagi masofa $2 \cdot \Delta x$ masofaga qisqaradi.
- Buyum ko'zguga ϑ tezlik bilan yaqinlashsa, tasvir ham ko'zguga ϑ tezlik bilan yaqinlashadi, lekin tasvir buyumga $2 \cdot \vartheta$ tezlik bilan yaqinlashadi.
- Bo'yining uzunligi l ga teng bo'lgan bola o'z tasvirini to'liq ko'rishi uchun, uning oldida vertikal osilib turgan ko'zguning balandligi kamida $h = l/2$ bo'lishi kerak.
- Perpendikulyar (tik) tekisliklarda yotgan ko'zgularga tushayotgan nur qaytgan nurga parallel bo'ladi.
- O'zaro α burchak ostida yotgan ko'zgularga tushayotgan va ulardan qaytgan nurlar orasidagi burchak- φ : $\varphi = 2 \cdot \alpha$
- O'zaro α burchak ostida tushirilgan ikkita ko'zgu orasidagi nuqtaning tasvirlari soni: $N = \frac{2\pi}{\alpha}$; $\pi = 180^\circ$; $N = \frac{360^\circ}{\alpha}$;
- Nur tolada nurning yo'li to'la ichki qaytish hodisasiga asoslangandir.

92- §. Nurlarning uchburchakli prizmadagi yo'li

- Nurning prizmaga kelguncha bo'lgan yo'nalishi bilan uning prizmadan o'tgandan keyingi yo'nalishi orasidagi burchak og'ish burchagi deyiladi.

$$\theta = \alpha + \beta' - \varphi; \quad \sin \varphi = \varphi \Rightarrow \theta = (n-1) \cdot \varphi$$

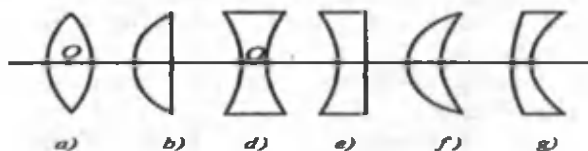
α - nurning prizma sirtiga tushish burchagi, β' - prizmadan chiqqan nurning sinish burchagi, φ - prizmaning sindiruvchi burchagi (uchidagi burchak)

- Shaffof prizmada nur prizmaning katta asosi tomon og'adi.

- Parallel plastinada nurning yo'li: $x = \frac{d \sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$

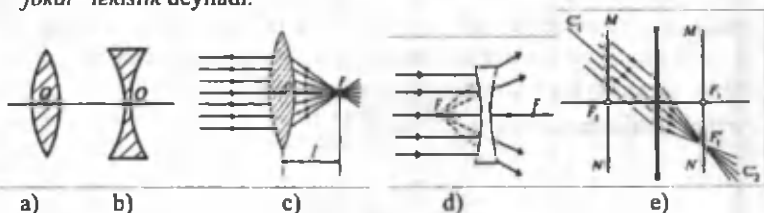
93 - §. Linzalar

- Ikki tomoni sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jism *linza* deb ataladi. O'rtasi chetiga nisbatan qalinroq bo'lgan linzalar *yig'uvchi linzalar* deyiladi. O'rtasi chetiga nisbatan yupqaroq bo'lgan linzalar *sochuvchi linzalar* deyiladi.



Rasm 87. a, b, f-yig'uvchi linza, d, e, g-sochuvchi linza

- Linzaning optik markazi va fokuslaridan o'tuvchi to'g'ri chiziqqa *bosh optik o'q* deyiladi.
- Linzaning bosh optik o'qiga parallel bo'lmagan va optik markazidan o'tuvchi to'g'ri chiziqqa *yordamchi optik o'q* deyiladi.
- Agar linzaga uning bosh optik o'qiga parallel nurlar yuborilsa, ular linzadan o'tayotib sinadi va o'z yo'nalishini o'zgartiradi.
- Linza yig'uvchi bo'lsa, nurlar hir-biriga yaqinlashib bir nuqtada kesishadi. Nurlar kesishgan nuqta linzaning *bosh fokusi* deb ataladi.
- Yordamchi optik o'qqa parallel bo'lgan nurning kesishish nuqtasiga linzaning *yordamchi fokusi* deyiladi.
- Linzaning optik markazlaridan bosh fokusgacha bo'lgan masofa linzaning *fokus masofasi* deyiladi va F harfi bilan belgilanadi.
- Agar parallel nurlar bosh optik o'qqa biror burchak ostida tushsa, bu nurlar ham linzadan o'tgach kesishadi. Kesishish nuqtasi bosh fokusdan o'tuvchi bosh optik o'qqa perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotadi. Bu tekislik *fokal tekislik* deyiladi.



Rasm 88. a- yig'uvchi linza; b- sochuvchi linza; c- yig'uvchi linza fokusi; d-sochuvchi linza fokusi; e-MN-yig'uvchi linzaning fokal tekisligi, F-fokus masofasi

- Sochuvchi linzaning bosh fokus masofasi manfiy hisoblanadi.

94- §. Linzaning optik kuchi

- Linzaning fokus masofasi qancha kichik bo'lsa, uning nur sindirish qobiliyati shuncha katta bo'ladi, ya'ni singan nur shuncha katta burchakka og'adi. Aksincha, fokus masofasi katta bo'lganda og'ish burchagi kichik bo'ladi. Linzaning bunday xususiyatini xarakterlash uchun, odatda, fokus masofasi o'rniga unga teskari bo'lgan fizik kattalik kiritilgan bo'lib, u linzaning optik kuchi deyiladi va D harfi bilan belgilanadi.

Optik kuchining birligi dioptriya. $1D_{pr} = 1/m$

- Agar linza havoda yoki bo'shliqda turgan bo'lsa, uning optik kuchi:

$$D = \frac{1}{F} = \pm(n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

+ yig'uvchi linza $D > 0$;

- sochuvchi linza $D < 0$;

⇒ Agar linza biror muhitda turgan bo'lsa:

$$D = \frac{n_n}{F} = (n - n_n) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

- Qalinligi, buyumdan linzagacha yoki linzadan tasvirgacha bo'lgan masofaga nisbatan kichik bo'lgan linzalar *yupqa linzalar* deyiladi.
- Yupqa linzaning fokus masofasi:

⇒ Agar linza havoda yoki bo'shliqda turgan bo'lsa:

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{(n-1)} \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

⇒ Linza biror muhitda turgan bo'lsa:

$$F = \frac{n_n}{D} = \frac{n_n}{(n - n_n)} \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

95- §. Linzalarda tasvir yasash

- Tasviri yasalayotgan jism yoki buyumning istalgan nuqtasidan ikki nur tanlash yetarli. Yig'uvchi linzadan o'tgach nurlar kesishadi. Sochuvchi linzada esa nurlar yo'nalishi linza tomon davom ettirilib uning orqasida kesishadi.
- Jism tasvirini yasash uchun quyidagi nurlarni tanlash maqsadga muvofiq:
 - 1) linzaning bosh optik o'qiga parallel bo'lgan nur. Bu nur linzadan sinib o'tgach, uning fokusidan o'tadi;
 - 2) linzaga tushguniga qadar uning fokusidan o'tadigan nur. Bu nur linzadan o'tgach, bosh optik o'qqa parallel yo'nalishda ketadi;
 - 3) linzaning optik markazidan o'tuvchi nur yupqa linzalarda o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi.

96- §. Linza formulasi

- Linza formulasi:

→ yig'uvchi linza (qavariq): $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$;

→ sochuvchi linza (botiq): $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$;

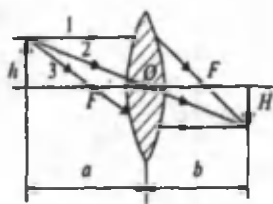
- Linzaning kattalashtirishi:

→ yig'uvchi linza uchun: $K = \frac{f}{d}$; $K = \frac{f-F}{F}$; $K = \frac{F}{d-F}$;

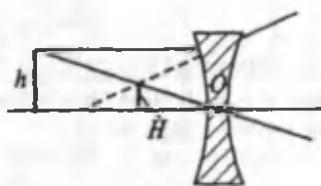
→ sochuvchi linza uchun: $K = \frac{f}{d}$; $K = \frac{F-f}{F}$; $K = \frac{F}{F+d}$;

→ lupa uchun: $K = \frac{d}{F}$; $d_0 = 0.25M$;

d_0 -sog'lom ko'zning eng yaxshi ko'rish masofasi: $d_0 = 0.25M$



a)



b)

Rasm 89. a-yig'uvchi linzada tasvir yasash; b-sochuvchi linzada tasvir yasash

- Linzaning fokus masofasi va kattalashtirishi orasidagi bog'liqlik:

⇒ Yig'uvchi linzada haqiqiy tasvir uchun: $F = \frac{k}{k+1} \cdot d$; $F = \frac{1}{k+1} \cdot f$

Agar tasvir n marta kichraygan bo'lsa, k ning o'rniga $k=1/n$ ifoda olinadi.

⇒ Yig'uvchi linzada mavhum tasvir uchun: $F = \frac{k}{k-1} \cdot d$; $F = \frac{1}{k-1} \cdot f$

⇒ Sochuvchi linza uchun: $F = \frac{k}{k-1} \cdot d$; $F = \frac{1}{k-1} \cdot f$

- Buyumdan linzagacha bo'lgan masofa va linzaning kattalashtirishi orasidagi bog'liqlik:

⇒ Yig'uvchi linzada haqiqiy tasvir uchun: $d = \frac{1}{k} \cdot f$; $d = \frac{k+1}{k} \cdot F$

Agar tasvir n marta kichraygan bo'lsa, k ning o'rniga $k=1/n$ ifoda olinadi.

⇒ Yig'uvchi linzada mavhum tasvir uchun: $d = \frac{1}{k} \cdot f$; $d = \frac{1-k}{k} \cdot F$

- Tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa va linza kattalashtirishi orasidagi bog'liqlik:

⇒ Yig'uvchi linzada haqiqiy tasvir uchun: $f = k \cdot d$; $f = (k+1) \cdot F$

Agar tasvir n marta kichraygan bo'lsa k ning o'rniga $k=1/n$ ifoda olinadi.

⇒ Yig'uvchi linzada mavhum tasvir uchun: $f = k \cdot d$; $f = (1-k) \cdot F$

⇒ Sochuvchi linza uchun: $f = k \cdot d$; $f = (1-k) \cdot F$

- Linza kattalashtirishi k , fokus masofasi F va $l=d+f$ bo'lsa:

$$k = \frac{f}{d}; \quad k = \frac{l}{d} - 1; \quad k = \frac{f}{l-f}; \quad F = \frac{k}{(k+1)^2} \cdot l; \quad d = \frac{l}{k+1}; \quad f = \frac{k}{k+1} \cdot l;$$

- Yig'uvchi linza uchun mavjud bo'lgan ba'zi bir xususiy hollar:

1. Jism linzadan cheksiz uzoq masofada joylashgan, ya'ni $d = \infty$. Bunda tasvir haqiqiy, ammo u nuqtasimon va linzaning fokusida joylashadi

2. Buyum linzadan $d > 2F$, ammo chekli masofada joylashgan. Bunda tasvir haqiqiy, ammo teskari va kichraygan bo'lib, $2F > f > F$ masofada joylashadi.

3. Buyum linzadan $2F$ masofada joylashgan, $d = 2F$. Bu holda tasvir kattalik jihatidan buyumga teng, haqiqiy, ammo teskari.

4. Buyum $2F > d > F$ masofada joylashgan. Bunda tasvir haqiqiy, ammo teskari va kattalashgan bo'lib, $f > 2F$ masofada joylashadi.

5. Buyum $F > d > 0$ masofada joylashgan, ya'ni u linzaga juda yaqin. Bunda buyumdan chiqqan nurlar kesishmaydi. Shu sababli buyumning haqiqiy tasviri o'rniga uning mavhum kattalashgan to'g'ri tasviri linzaning buyum turgan tomonida hosil bo'ladi.

- Ketma-ket joylashgan ikkita yig'uvchi linzalar tizimiga tushayotgan parallel nurlar dastasi linzalardan chiqib parallelligicha qolishi uchun birinchi linzaning orqa fokusiga ikkinchi linzaning fokusi mos tushishi kerak, linzalar orasidagi masofa esa ularning fokus masofalari yig'indisiga teng bo'lishi kerak:

$$l = F_1 + F_2$$

- Yonma-yon turuvchi ikkita yupqa linzaning optik kuchi va fokus masofasi:

$$D = D_1 + D_2; \quad F = \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2};$$

Linza orasidagi masofa l ga teng bo'lsa:

$$D = D_1 + D_2 - l \cdot D_1 D_2; \quad F = \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2 - l}$$

97-§. Optik asboblari

- **Proeksion apparatda** buyum ob'ektivning ikkilangan fokus masofasi bilan fokus masofasi o'rtasiga qo'yiladi. Shu sababli ekranda uning kattalashgan haqiqiy, ammo teskari tasviri hosil bo'ladi.
- Shaffof jismlar tasvirini olishda qo'llaniladigan proeksion apparat *diaskop* deyiladi.
- Agar jism shaffof bo'lmasa, uni yorug'lik manbai bilan yoritib, qaytgan nur yo'lga yassi ko'zgu qo'yiladi. Ko'zgodan qaytgan nur ob'ektivga yo'naltiradi. Ob'ektivdan chiqqan nurni ekranga tushirib, jism tasvirini ko'rish mumkin. Bunday proeksion apparat *episkop* deyiladi.
- Ham shaffof, ham shaffof bo'lmagan buyumlar tasvirini hosil qilish uchun ishlatiladigan proeksion apparatlar *epidiaskop* deyiladi.

- Buyum tasvirini biror plyonkaga tushirish va uni saqlab qolish uchun ishlatiladigan optik asbob *fotoapparat* deyiladi. Fotoapparat, asosan, ikki qismdan tashkil topgan. Birinchi qism buyum tasvirini hosil qiluvchi ob'ektivdan iborat. Odatda, ob'ektiv bir necha linzalar sistemasidan tashkil topgan. Ikkinchi qism orqa devoriga yorug'likka ta'sirchan plyonka yoki plastinka joylashtiriladigan qorong'u kameradan iborat.
- Fotoapparatda tasviri olinmoqchi bo'lgan buyum, odatda, ob'ektivning ikki fokus masofasidan uzoqda joylashganligi sababli uning tasviri haqiqiy kichiklashgan va teskari bo'ladi.
- Fotoapparatda d_1 masofadan suratga olingan jism tasvirining o'lchami h_1 , d_2 masofada esa h_2 bo'lsa, ob'ektiv linzaning fokus masofasi :

$$F = \frac{h_1 d_1 - h_2 d_2}{h_1 - h_2}$$

- Juda mayda narsalarni ko'rish uchun *mikraskop* ishlatiladi. Mikraskop yaqin joylashgan mayda ob'ektlarni ko'rishga mo'ljallangan. Uni optik sistemasi obektiv okulyatordan iborat bo'lib, ularning optik o'qlari bir to'g'ri chiziqda yotadi.
- Mikraskopining kattalashtirishi yorug'lik difraksiyasi sabab 2500-3000 dan oshmaydi.
- Mikraskopning kattalashtirishi K buyumning ikkinchi tasviri H o'lchamining, buyumning o'lchami h ga bo'lgan nisbati bilan o'lchanib, u quyidagi formula bilan aniqlanadi: $K = \frac{H}{h} = \frac{\sigma}{F_1} \frac{d_0}{F_2}$. Bu yerda σ – mikraskop tubusining uzunligi, d_0 – ko'zning yaxshi ko'rish masofasi, F_1 va F_2 – obektiv va okulyatorning fokus masofalari.
- *Teleskop*– osmon jismlarini, yoritgichlarini kuzatish uchun ishlatiladigan astronomik asbobdir. Teleskoplar refraktor va reflektorlarga bo'linadi. Refraktorlarning ko'rish burchagi linzalar sistemasida yordamida kattalashtiriladi, reflektorlarning asosiy qismi parabolik ko'zgudan iborat bo'ladi.
- Optik asboblarning ko'rinma kattalashtirishi: $N = \frac{\varphi_2}{\varphi_1}$. Bu yerda, φ_2 – buyumning asbob orqali qaralgandagi ko'rish burchagi, φ_1 – buyumning qurollanmagan ko'z bilan qaralgandagi ko'rish burchagi.
- Ko'z optik sistema bo'lib, buyumning tasviri ko'z soqqasining yorug'likka sezgir bo'lgan to'rsimon pardasida hosil bo'ladi. Odam ko'zining shakli shar shakliga yaqin bo'ladi.
- Ko'z gavharining fokus masofasini kuzatilayotgan buyumgacha bo'lgan masofaga moslash qobiliyati *akkomodatsiya* deyiladi.
- Buyumdan ko'zgacha shu buyumning mayda qismlarini (ko'zni haddan tashqari zo'riqtirmay) ko'rish mumkin bo'lgan masofa *eng yaxshi ko'rish masofasi* deyiladi.

- Ko'z zo'riqmagan holatda uzoqdagi buyum tasvirini to'r pardasida emas, uning oldida hosil qilsa, ko'zning bu nuqsoni *yaqindan ko'rarlik* deb ataladi. Bu nuqsonni yo'qotish uchun sochuvchi linzalar o'rnatilgan ko'zoyinak taqaladi.
- Uzoqdagi buyumning tasviri to'r parda orqasiga tushishi bilan bog'liq bo'lgan nuqson *uzoqdan ko'rarlik* deyiladi. Bu nuqsonni yo'qotish uchun sochuvchi linzalar o'rnatilgan ko'zoyinak taqiladi.
- Ko'z optik sistema sifatida yig'uvchi linzadan iborat.
- Normal ko'zning eng yaxshii ko'rish masofasi: $L_0 = 25\text{sm}$
- Fokus masofasi odatda, 1 sm dan 10 sm gacha bo'lgan yig'uvchi linza (yoki linzalar sistemasi) *hupa* deyiladi.
- Lupaning vazifasi eng yaxshii ko'rish masofasida buyumni katta ko'rish burchagi ostida ko'rsatib berishdir.
- Buyumning chekka nuqtalaridan keladigan nurlarning ko'zga tushish burchagi ko'rish burchagi deyiladi.
- Odatda ishlatiladigan lupalarning kattalashtirishi 2,5 dan 25 gacha bo'ladi.
- Lupaning kattalashtirishi:

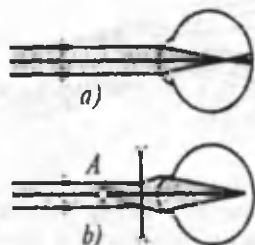
$$K = \frac{L_0}{F}$$

- **Yaqindan ko'rar ko'z** optik kuchi manfiy ($D < 0$) bo'lgan ko'zoyinakdan foydalanadi.
- **Uzoqdan ko'rar ko'z** optik kuchi musbat ($D > 0$) bo'lgan ko'zoyinakdan foydalanadi.
- **Nuqsonli ko'z** foydalanishi kerak bo'lgan ko'zoyinakni optik kuchi (D_{nuqson}):

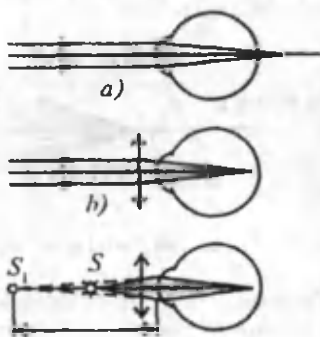
$$D_{\text{nuqson}} = 4 - \frac{1}{L}$$

L – nuqsonli ko'zning yaxshii ko'rish masofasi.

- Mikraskopning kattalashtirishi: $K = \frac{h \cdot D_2}{F_1 \cdot F_2}$



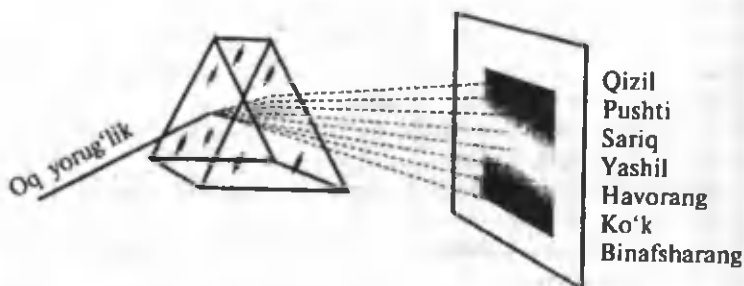
Rasm 90. Yaqindan ko'rar ko'z



Rasm 91. Uzoqdan ko'rar ko'z

98-§ Yorug'lik dispersiyasi

- Oq yorug'lik shaffof prizmada turli rangdagi nurlarga ajraladi. Bu nurlar prizmadan chiqqandan keyin ekranga tushirilsa, kamalakdagidek asosan 7 xil rangdan: qizil, to'q sariq, sariq, yashil, havo rang, ko'k va binafsha ranglardan iborat polosa hosil bo'ladi. Bu kamalak rangdagi, polosa *spektr* deb ataladi.

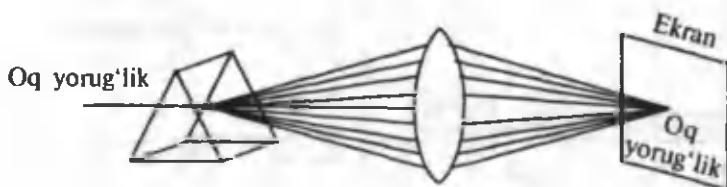


Rasm 92. Yorug'lik dispersiyasi

Ko'zga ko'rinadigan yorug'lik to'lqinlarining uzunliklari

	Rangi	To'lqin uzunligi nm		Rangi	To'lqin uzunligi nm
1	Qizil	800-620	5	Yashil	550-510
2	Zarg'aldoq	620-585	6	Havorang	510-480
3	Sariq	585-575	7	Ko'k	480-450
4	Yashil sariq	575-550	8	Binafsha	450-390

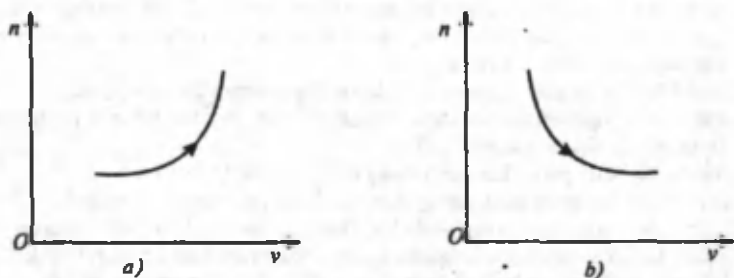
- Prizmadan o'tayotgan to'lqin uzunligi katta bo'lgan nurlar kichik burchakka og'adi, qisqa to'lqin uzunligidagi yorug'lik katta burchakka og'adi.
- Oq yorug'likni tashkil qilgan hamma rangli nurlarning qo'shilishidan yana oq yorug'lik hosil bo'ladi.



Rasm 93. Spektr ranglarining qo'shilishi

- Moddaning sindirish ko'rsatkichining yorug'lik rangiga bog'liqligi *dispersiya* deyiladi. Turli rangdagi yorug'lik nurlari to'lqin uzunligi qiymati bilan farqlanuvchi yorug'lik to'lqinlari ekanligini e'tiborga olsak, sindirish ko'rsatkichi to'lqin uzunligiga bog'liq degan xulosaga kelinadi.

- Dispersiya so'zi lotincha dispersio sochilish so'zidan olingan. Yorug'lik dispersiyasini birinchi bo'lib ingliz fizigi I. Nyuton kuzatgan.
- Dispersiya yorug'lik to'lqin nazariyasi asosida tushuntirish mumkin bo'lgan hodisalardan biridir.



Rasm 94. Chastotaning sindirish ko'rsatkichiga bog'liqligi:
 a) normal dispersiya uchun; b) anomol dispersiya uchun

- Normal dispersiyada to'lqin uzunligi ortishi bilan muhitning sindirish ko'rsatkichi kamayadi. Normal dispersiya hodisasi elektromagnit to'lqinlarining ko'rish diapazonida kuzatiladi

Quyida ba'zi moddalar sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqligi keltirilgan

λ to'lqin uzunligi (mkm)	n sindirish ko'rsatkichi		
	Fluorit	Kvarts	Osh tuzi
0,2	1,5	1,65	1,75
1,6	1,43	1,53	1,53
3,2	1,41	1,47	1,51

- Nurning to'lqin uzunligi qanchalik kichik bo'lsa, shu nur uchun sindirish ko'rsatkichi shunchalik katta bo'ladi.
- Spektrlarni olish va tekshirish (dispersiya hodisasini kuzatish) uchun ishlatiladigan optik asboblarni *spektral apparatlar* deyiladi.
- Muhitda har xil rangdagi nurlarning har xil tezlikda tarqalishi dispersiyadir. Muhitda qizil rangdagi nurlar katta tezlikka, binafsha rangdagi nurlar kichik tezlikka ega bo'ladi:

$$v_{qizil} > v_{sariq} > v_{yashil} > v_{ko'k} > v_{binafsha}$$

- Bo'shliq va havoda barcha rangdagi nurlar bir xil tezlikka ega bo'ladi.
- Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi qizil rangli nurlar uchun kichik binafsha rangli nur uchun katta qiymatga ega bo'ladi:

$$n_{qizil} < n_{sariq} < n_{yashil} < n_{ko'k} < n_{binafsha}$$

- Yorug'lik nurining chastotasi ortib borish tartibi:

$$v_{qizil} < v_{sariq} < v_{yashil} < v_{ko'q} < v_{karam} < v_{ko'k} < v_{qizil}$$

- Ikkita (yoki undan ko'p) ranglarni qo'shish bilan ham oq yorug'likni hosil qilish mumkin. Bunday ranglarga *qo'shimcha rang* deyiladi.
- Uchta asosiy hisoblangan qizil, yashil va binafsha ranglarini turli hissalarda qo'shish bilan istalgan ko'rinisdagi rangni hosil qilish mumkin.
- Yorug'likni qaytarmaydigan va yutmaydigan jismlar *shaffof jismlar* deyiladi.
- Agar bo'yoq surtilgan shishaga oq yorug'lik tushsa, unda shisha asosan, bo'yoq rangidagi yorug'likni o'tkazadi.
- Noshaffof bo'lgan jismning rangi u qaytaradigan yorug'lik ranglarining aralashmasi bilan aniqlanadi. Agar noshaffof jism o'ziga tushayotgan yorug'likni qaytarsa jism shu rangda ko'rinadi.
- Barcha rangdagi yorug'likni qaytaradigan jism oq bo'lib ko'rinadi.
- O'ziga tushayotgan barcha yorug'likni yutadigan jism qora jism bo'ladi.
- Difraksiya va dispersiya natijasida hosil bo'lgan spektrlar bir-biridan keskin farq qiladi. Difraksiyada katta to'lqin uzunligiga ega bo'lgan qizil nurlar, kichik to'lqin uzunligiga ega bo'lgan binafsharang nurlardan ko'ra ko'proq og'adi. Dispersiyada katta to'lqin uzunligiga ega bo'lgan qizil nurlar, kichik to'lqin uzunligiga ega bo'lgan binafsharang nurlardan ko'ra kamroq og'adi.
- Absolyut qora va oq jismlar mavjud emas.

Yorug'likning yutilishi

- Yorug'likning yutilishi (absorbsiya) deb moddadan o'tishda yorug'lik energiyasining yo'qotilishiga aytiladi. Bunga sabab – yorug'lik energiyasining moddaning ichki energiyasiga aylanishi. Yutilish natijasida o'tayotgan yorug'likning intensivligi kamayadi.
- Yorug'likning moddada yutilishi Buger qonuni yordamida tavsiflanadi: $I = I_0 e^{-\alpha x}$
Bu yerda I va I_0 - mos ravishda x qalinlikli moddaga tushayotgan va undan chiqayotgan yorug'likning intensivliklari, α - yutilish koeffitsienti deyilib, moddaning kimyoviy tarkibi, holati va tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq kattalik.
- Dispersiya hodisasining ahamiyati:
 1. Dispersiya hodisasi nurlanish yordamida moddalarning tuzilishi to'g'risida muhim ma'lumotlar olish imkonini beradi.
 2. Dispersiya hodisasi kerakli bo'yoqni turli ranglarni qancha hissada qo'shib hosil qilishni aniqlash imkonini beradi.
- Osmonda kamalakning hosil bo'lishi dispersiya hodisasiga asoslangan: Quyosh nurlarining atmosferada hosil bo'ladigan suv tomchilarida sinishi uning rangli nurlarga ajralishiga, ya'ni kamalakning hosil bo'lishiga olib keladi.

99-§. Infraqizil va ultrabinafsha nurlar

- Bizning ko'zimiz to'lqin uzunligi $\lambda_1 = 0.7 + 0.8 \mu\text{m}$ bo'lgan (qizil) nurdan to'lqin uzunligi $\lambda_2 = 0.37 + 0.4 \mu\text{m}$ gacha bo'lgan (binafsha) nurlarini sezadi.
- Moddaning isish darajasi yoki modda temperaturasining ko'tarilishi tushayotgan yorug'lik nurining to'lqin uzunligiga ham bog'liq. Masalan, qizil yorug'lik ta'sirida modda ko'proq qiziydi.
- Temperaturani o'lchash uchun ishlatiladigan, sirtiga qorakuya surtilgan plastinka — *bolometr* deyiladi.
- To'lqin uzunligi qizil nur to'lqin uzunligidan katta bo'lgan va inson ko'zi sezmaydigan nurlar *infraqizil nurlar* deyiladi. Infraqizil nurlarning to'lqin uzunligi $(0,8 + 100) \mu\text{m}$ intervalida joylashgan.
- Infraqizil nurlari issiqlik ta'siriga ega. Shuning uchun ular ko'pincha *issiqlik nurlari* deb ham ataladi.
- Oddiy ko'zga ko'rinadigan nurlardan farqli ravishda infraqizil nurlarga bulut, tumanlar to'siq bo'lolmaydi. Shu nurlarga ta'sirchan bo'lgan maxsus fotodemulsiya yordamida ulardan texnik masalalarni yechishda, xususan, tungi fotografiya ishlarida foydalaniladi.
- To'lqin uzunligi binafsha nur to'lqin uzunligidan kichik bo'lgan, ya'ni inson ko'zi sezmaydigan nurlar *ultrabinafsha nurlar* deyiladi. Ultrabinafsha nurlar ba'zi moddalarga tushsa, ularda *lyuminestsensiya*, ya'ni qo'shimcha nur chiqarish xususiyatini tug'diradi. Ultrabinafsha nurlarning to'lqin uzunligi $0,4 \cdot 10^{-10}$ m dan $0,005 \mu\text{m}$ gacha.

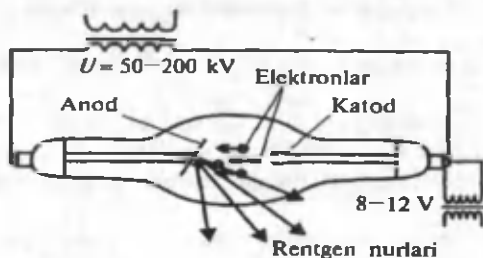
100-§. Nurlanish va Yutilish spektrlari. Spektral analiz

- Yuqori temperaturagacha qizdirilgan moddalardan chiqadigan nurlar moddaning turiga bog'liq holda turli spektr beradi. Bunday spektrlar *nurlanish spektrlari* deyiladi. Bu nurlanish spektrlarini uch turga: *tutash* (uzluksiz), *chiziqli* va *polosasimon* spektrlarga ajratish mumkin.
- **Tutash (uzluksiz) spektrlar.** Bunday spektrlarni o'ta qizdirilgan qattiq yoki suyuq jismlardan chiqqan nurlar hosil qiladi. Shuningdek, yuqori bosim ostida bo'lgan gaz va bug'lar nurlanishida ham tutash spektrlar yuzaga keladi. Uzluksiz spektrda shu spektrni hosil qilayotgan nurlar uchun barcha uzunlikdagi to'lqinlarni topish mumkin, ya'ni spektrda birorta ham uzilish bo'lmaydi. Quyosh nuri va yuqori temperaturada bo'lgan plazmadan chiqqan nur tutash spektrni beradi.
- **Chiziqli spektrlar.** Turli ravshanlikka ega bo'lgan va bir-biridan keng qopa yo'llar bilan ajralgan rangli chiziqlardan iborat spektrlar *chiziqli spektr* deyiladi. Bunday spektrlarni atomar holda bo'lgan gazsimon moddalar hosil qiladi. Har bir atom ma'lum qiymatli to'lqin uzunligiga mos nur chiqaradi. Demak, har bir kimyoviy element o'ziga xos chiziqli spektrga ega.

- **Polosasimon spektrlar.** Polosasimon spektr bir-biridan qora oralig'lar bilan ajralgan ayrim polosalar (yo'llardan) iborat. Har bir polosa bir-biriga juda yaqin joylashgan ko'pdan-ko'p zich chiziqlardan iborat ekanligini o'ta sezgir spektral apparat yordamida payqash mumkin. Polosasimon spektrlarni asosan gaz molekularining nurlanishi hosil qiladi.
- Agar tutash spektrni hosil qiladigan nur, atom yoki molekulari uyg'onmagan moddadan o'tsa, dastlabki tutash spektr o'zgaradi. Bunda hosil bo'ladigan spektr *yutilish spektri* deyiladi.
- *Moddaning nur chiqarishi va nur yutishi Kirxgof qonuniga asoslangan.*
- **Kirxgof qonuni:** Modda yorug'lik manbai sifatida qanday to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nur chiqarsa, u spektrning xuddi shu qismiga mos keluvchi nurni yutadi.
- Qattiq va suyuq moddadan o'tgan yorug'likning yutilish spektrida yutilgan nurlar o'rnida polosasimon qopa chiziqlar paydo bo'ladi.
- Turli moddalarning kimyoviy tarkibini shu moddalarning nurlanish va nur yutish xususiyatiga ko'ra tekshirish usuli *spektral analiz* deyiladi.
- Spektral analiz uchun chiziqli spektrni hosil qilish lozim.
- *Jismning qizishi hisobiga nurlanishi issiqlik nurlanishi deyiladi.*
- Issiqlik nurlanishining asosiy miqdoriy o'lchovi *nurlanish qobiliyatidir* va u E_T harfi bilan belgilanadi. Bu kattalik birlik yuzadan vaqt birligida chiqayotgan issiqlik nurlanishi energiyasidir.
- Absolyut qora jismning nurlanish qobiliyati uning temperaturasining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional: $E_e = \sigma \cdot T^4$. Bu yerda $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^2}$ Stefan-Boltsman doimiysi deyiladi.
- Yutish qobiliyati jism o'ziga tushayotgan nurlanishning qanday ulushini yutishini ko'rsatadi. Yutish qobiliyati a harfi bilan belgilanadi.
- Agar jism o'ziga tushayotgan nurlanishni butunlay yutsa, absolyut qora jism deyiladi. Absolyut qora jism uchun $a = 1$. Boshqa jismlarda $a < 1$. Ideal ko'zguda $a = 0$ bo'ladi.
- Nurlanishlar ikki xil bo'ladi: tormozlanish nurlanishi va anod materialining tabiatiga bog'liq bo'lgan xarakteristik nurlanish.
- Tormozlanish nurlanishi tutash spektr hosil qiladi. Tormozlanish nurlanishi anod materialiga deyarli bog'liq bo'lmaydi.

101-§. Rentgen nurlari

- To'lqin uzunligi ultrabinaf ha va gamma nurlar orasida bo'lgan nurlar Rentgen nurlari deyiladi.
- 1895-yilda nemis fizigi Vilgelm Rentgen tomonidan kashf etilgan.
- Rentgen nurlari elektronlarning biror modda bilan urilishi natijasida paydo bo'ladi.



Rasm 95. Rentgen trubkasi

- Rentgen nurlari moddadan deyarli qaytmaydi. Ular sinmay moddani kesib o'tadi. Elektromagnit maydon bu nurlarga ta'sir qilmaydi.
- Rentgen nurlari fotoplastinkaga tushirilsa, unda iz qoldiradi.
- Xarakteristik rentgen nurlanishi ikki bosqichdan iborat. Dastavval katta engiyali elektron anodga urilib, undagi atomlar bilan ta'sirlashadi. Natijada biror atom qobig'idagi (tashqi valent qobiqdagi) elektronni urib chiqaradi. Ikkinchi bosqichda bo'sh o'ringa yuqori qobiqdagi elektronlardan birortasi o'tadi (joylashadi). Natijada atom nurlanadi va rentgen nurlari chiqaradi.
- Kristall jismga tushganda rentgen nurlari difraksiyasi ro'y beradi.

- Rentgen trubkasida anodga yetib borgan elektron tezligi: $v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$

bunda; U – anod kuchlanishi, e – elektron zaryadi, m_e – elektron massasi.

- Rentgen nurlanishi ikki xil bo'ladi: tormozlanish nurlanishi va xarakteristik nurlanish.
- Tormozlanish nurlanishi tutash spektrga ega bo'ladi. Spektrni aniq qisqa to'lqin chegarasi mavjud bo'lib, u anod kuchlanishi bilan aniqlanadi:

$$\lambda_{\text{min}} = \frac{h \cdot c}{e \cdot U}; \quad v_{\text{max}} = \frac{e \cdot U}{h}$$

bunda; h – Plank doimiysi, c – yorug'lik tezligi, U – anod kuchlanishi, e – elektron zaryadi.

- Anod kuchlanishi: $U = \frac{m_e v^2}{2e}; \quad J = \frac{hc}{e \lambda_{\text{min}}}; \quad U = \frac{h v_{\text{max}}}{e};$
- Quvvati P , foydali ish koeffitsiyenti η bo'lgan rentgen trubkasidan t vaqt oralig'ida nurlangan fotonlar soni: $N = \frac{\eta P t}{h v}; \quad N = \frac{\eta P t \lambda}{hc}$

102-§. Yorug'lik interferensiyasi

- *Yorug'lik interferensiyasi*— ikki yorug'lik to'lqinining qo'shilishi tufayli fazoning ma'lum sohalarida yorug'lik intensivligining kuchayishi yoki susayishi amalga oshadigan hodisadir.
- Yorug'lik interferensiyasini kuzatish shartlari: 1. Kogerent to'lqinlar hosil qilish kerak. 2. Kogerent to'lqinlar uchrashishidan oldin yo'llar farqini hosil qilish kerak, ya'ni bu kogerent to'lqinlarning yo'llar farqi butun yoki yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lishi kerak.
- Yorug'lik interferensiyasi faqat kogerent yorug'lik to'lqinlarining qo'shilishi tufayli vujudga keladi.
- *Kogerent to'lqinlar* — chastotalari (ya'ni to'lqin uzunliklari) o'zaro teng, fazalar ayirmasi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan to'lqinlardir.
- *Monoxrmatik to'lqinlar* – bir xil chastotali (to'lqin uzunlikli) va o'zgarmas amplitudali to'lqinlardir.
- Ikkita yorug'lik manbaidan kogerent to'lqinlar chiqmagani uchun ularni to'lqinlari uchrashganda yorug'lik interferensiyasi kuzatilmaydi.
- Mexanik to'lqinlarda ham interferensiya hodisasi kuzatiladi.
- Turli yorug'lik manbalaridan monoxrmatik to'lqinlari chiqmagani uchun ular interferensiyaga kirishmaydi.
- Interferensiyalanuvchi yorug'lik to'lqinlari, yo'llarining optik farqi yorug'lik to'lqinining yarim uzunligiga juft karrali bo'lgan holda, ya'ni interferension manzaraning $\delta = 2\kappa \frac{\lambda}{2}$, ($\kappa = 0, 1, 2, \dots$) shart bajarilgan sohalarida yorug'lik intensivligining maksimumi kuzatiladi.

Havoda yoki bo'shliqda: $\Delta x = 2m \cdot \frac{\lambda}{2}$ yoki $\Delta x = m \cdot \lambda$; $m = 1, 2, 3, \dots$ butun son.

Biror muhitda: $n \cdot \Delta x = 2m \cdot \frac{\lambda}{2}$ yoki $n \cdot \Delta x = m \cdot \lambda$

n – muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi

δ ning qiymati yorug'lik to'lqinning yarim uzunligiga toq karrali bo'lgan holda, ya'ni interferension manzaraning

$$\delta = (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{2}, \quad (\kappa = 0, 1, 2, \dots)$$

shart bajarilgan sohalarida yorug'lik intensivligining minimumi kuzatiladi.

Havoda yoki bo'shliqda: $\Delta x = (2m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; $m = 1, 2, 3, \dots$ butun son.

Biror muhitda: $n \cdot \Delta x = (2m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$

- **Yorug'lik to'lqinlarining superpozitsiya prinsipi:** Ikkita $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ va $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ kogerent yassi yorug'lik to'lqinlarining qo'shilishi natijasida fazoning ma'lum bir nuqtasida quyidagi amplitudali tebranish vujudga keladi: $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$ Bu yerda $\varphi_2 - \varphi_1$ qo'shilayotgan to'lqinlarining fazalar farqi.

- Agar to'lqin intensivligi amplituda kvadratiga proporsionalligini e'tiborga olsak, u holda: $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$ bo'ladi, Bu yerda I_1 , I_2 va I to'lqin intensivligi.
- Ikki to'lqin intensivligi o'zaro teng bo'lib, $I_1 = I_2 = I_0$ ular uchrashganida optik yo'llar farqi juft yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lsa natijaviy intensivlik (I_{max}) 4 marta ortadi: $I_{max} = 4I_0$
- Ikki to'lqin uzunligi o'zaro teng bo'lib $I_1 = I_2$ ular uchrashganda optik yo'llar farqi toq yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lsa, natijaviy intensivlik (I_{min}) nolga teng bo'ladi: $I_{min} = 0$
- Egrilik radiusi R ga teng bo'lgan sferik sirt (linzada) kuzatiladigan Nyuton halqalaridagi qorong'u dog'larning radiusi:

$$r = \sqrt{mR\lambda}$$

agar linza va plastinka oralig'i biror muhit (n) bilan to'ldirilsa:

$$r = \sqrt{mR \frac{\lambda}{n}}$$

- Yorug' dog'larning radiusi:

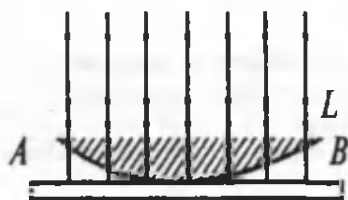
$$r = \sqrt{(2m-1) \frac{R\lambda}{2}}$$

agar linza va plastinka oralig'i biror muhit (n) bilan to'ldirilsa:

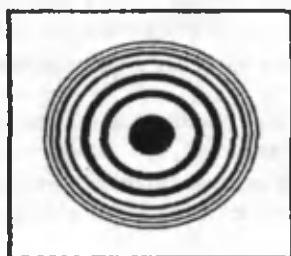
$$r = \sqrt{(2m-1) \frac{R\lambda}{2n}}$$

- Interferensiya hodisasidan quyidagilarda foydalaniladi:

1. Yorug'likni to'lqin uzunligini aniqlashda;
2. Yaxshi qaytaruvchi silliq qatlamlarni hosil qilishda;
3. Sindirish ko'rsatkichining bosim, temperatura va aralashma turiga bog'liqligini o'rganishda.



a)



b)

Rasm 96. Nyuton xalqalari

Yorug'lik interferensiyasini kuzatish usullari:

1. Yung usuli;
 2. Frenel ko'zgusi;
 3. Yupqa pardalarda turli xil ranglarni tovlanishi;
 4. Havo ponada interferensiya;
 5. Nyuton xalqalari;
 6. Frenel diprizmasi.
- **Interferometr**- jism o'lchamlarini yorug'likni to'lqin uzunligi bilan solishtirib aniqlash uchun ishlatiladigan asbob.
 - Interferometr va mikroskopdan iborat *mikrointerferometrlar* yordamida sirtlarning sayqalligi nazorat qilinadi.
 - *Interferension refraktometrlar* yordamida shaffof jismlar (gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlar) sindirish ko'rsatkichining bosimga, temperaturaga va aralashmalarga bog'liqligi o'rganiladi.

103-§. Yorug'lik difraksiyasi

- Yorug'lik to'lqinlarining to'siqlarni aylanib o'tishi va geometrik soya sohasiga og'ishi *difraksiya* deb ataladi.
- Yorug'lik difraksiyasining kuzatilish sharti to'siq o'lchami (d) yorug'lik to'lqin uzunligiga yaqin bo'lishi kerak: $d \approx \lambda$
- **Geometrik optikaning qo'llanilish sharti:** to'siq o'lchami (d) yorug'lik to'lqin uzunligidan juda katta bo'lishi kerak: $d \gg \lambda$
- **Frenel-Gyugens prinsipi:** Yorug'lik to'lqini etib borgan har bir nuqta ikkilamchi yorug'lik manbai bo'lib, ular kogerent yorug'lik manbaiga aylanadi va ulardan chiqqan nurlar kelib tushgan har bir nuqtada interferensiya yuzaga keladi.
- Ketma-ket joylashgan juda ko'p tirqishlar yoki to'siqlardan tashkil topgan asbobga difraksion panjara deyiladi. Tirqishning kengligi (a) bilan, to'siq kengligi (b) yig'indisi difraksion panjara doimiysi (d) deyiladi: $d = a + b$
- Difraksion panjarada maksimumlar sharti:
$$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$$
bunda; d - difraksion panjara doimiysi, k - kuzatilayotgan maksimum tartibi (butun son), φ - k tartibli maksimumning markaziy maksimumga nisbatan ko'rinish burchagi, λ - to'lqin uzunligi.
- Difraksion manzaraning markazida tartib raqami $k = 0$ bo'lgan markaziy maksimum yotadi.
- Markaziy maksimumning har ikki tomonida k tadan maksimumlar yotadi.
- Bir xil tartibli maksimumlar orasidagi burchak α , maksimumlar shartidagi φ burchakdan ikki marta katta bo'ladi:

$$\varphi = \frac{\alpha}{2}$$

- Kuzatilishi mumkin bo'lgan eng katta tartib:

$$k_{\max} = \left[\frac{d}{\lambda} \right], \quad \left[\frac{d}{\lambda} \right] - \text{ning butun qismi.}$$

- Maksimumlar sonini topish:

$$N_{\max} = 2 \cdot \left[\frac{d}{\lambda} \right] + 1$$

- Difraksion panjaradan ekrangacha bo'lgan masofa L markaziy maksimumdan k tartibli maksimumgacha bo'lgan masofa x ga teng bo'lsa maksimumlar sharti quydagicha bo'ladi:

$$d \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}} = k \cdot \lambda$$

- Difraksion panjara yordamida to'liq uzunligini topish:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}; \quad \lambda = \frac{d}{k} \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}};$$

- Difraksion panjaraning l uzunligida, N ta shtrixi bo'lsa $d = l/N$:

$$\frac{l}{N} \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda; \quad \lambda = \frac{l \cdot \sin \varphi}{k \cdot N}; \quad \lambda = \frac{l}{k \cdot N} \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}}$$

- Agar difraksion panjara doimiysi ortirilsa maksimumlar orasidagi masofa kamayadi, maksimumlar soni ortadi.
- Difraksion manzarada qizil rangli nur katta burchakka va binafsha rangli nur kichik burchakka og'adi:

$$\varphi_{qiz} > \varphi_{pur} > \varphi_{nar} > \varphi_{yash} > \varphi_{havo} > \varphi_{ko'k} > \varphi_{bin}$$

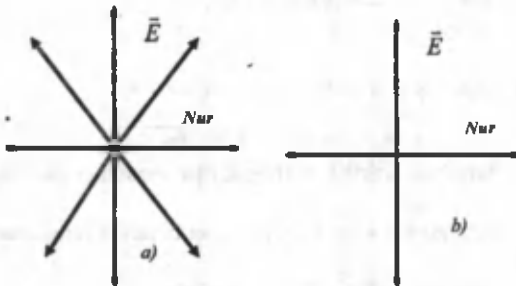
- Difraksion panjara bilan ekran orasidagi masofa ortirilsa maksimumlar soni o'zgarmaydi, maksimumlar orasidagi masofa ortadi va maksimumning kengligi ortadi.
- Difraksion panjarada minimumlar sharti:

$$d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

bunda; d – difraksion panjara doimiysi, φ – k tartibli minimumning markaziy maksimumga nisbatan og'ish burchagi, k – minimumlarning tartib raqami.

104- §. Yorug'likning qutblanishi

- Yorug'lik to'lqinida to'lqin tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar tekislikda uzviy bog'langan elektr vektori E (elektr maydon kuchlanganligi) va magnit vektori B (magnit maydon induksiyasi) tebranadi.
- Yorug'lik tarqatuvchi har bir real manba tartibsiz nur sochuvchi, ya'ni elektr va magnit vektorlarining tebranish tekisligi turlicha bo'lgan ko'plab atomlardan tashkil topgan. Bu atomlardan tarqalayotgan to'lqinlar bir-biriga qo'shilib tabiiy yorug'lik nurini hosil qiladi.
- Tabiiy yorug'likda elektr vektorining tebranishi boshqa yo'nalishlardagi tebranishlardan ustunlikka ega bo'lgan biror bir yo'nalish mavjud emas.



Rasm 97. a) tabiiy yorug'lik nuri, b) qutblangan nur.

- Agar elektr tebranishlari biror-bir yo'nalish bilan tartibga solinsa, (elektr tebranish vektori bitta tekislikda tebranadigan bo'lsa) bunday yorug'lik nuri *qutblangan nur* deyiladi.
- Qutblangan yorug'likning elektr vektori tebranayotgan tekislik-tebranish tekisligi, magnit vektori tebranayotgan tekislik - *qutblanish tekisligi* deyiladi.
- Tabiiy yorug'likni qutblantirib beradigan qurilmalar *qutblagichlar* yoki *polyarizatorlar* deyiladi. Qutblagichdan o'tgan yorug'lik intensivligi ikki marta kamayadi: $I = I_0/2$
- Yorug'lik ikki muhit chegarasiga biror i_B burchak ostida tushsa va bunda $n_2 \sin i_B = n_1 \sin r$ shart bajarilsa (n_2 , ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi), qaytgan nur tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishda *qutblangan* bo'ladi.
- Tabiiy yorug'lik manбайдan chiqayotgan yorug'lik nuri qutblanmagandir.
- **Molyus qonuni:** Birinchi qutblagichdan o'tgan yorug'lik intensivligi I_0 , ikkinchi qutblagichdan o'tgan yorug'lik intensivligi I , qutblagich o'qlari orasidagi burchak α ga teng bo'lsa, ular orasidagi munosabat quyidagiga teng:

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

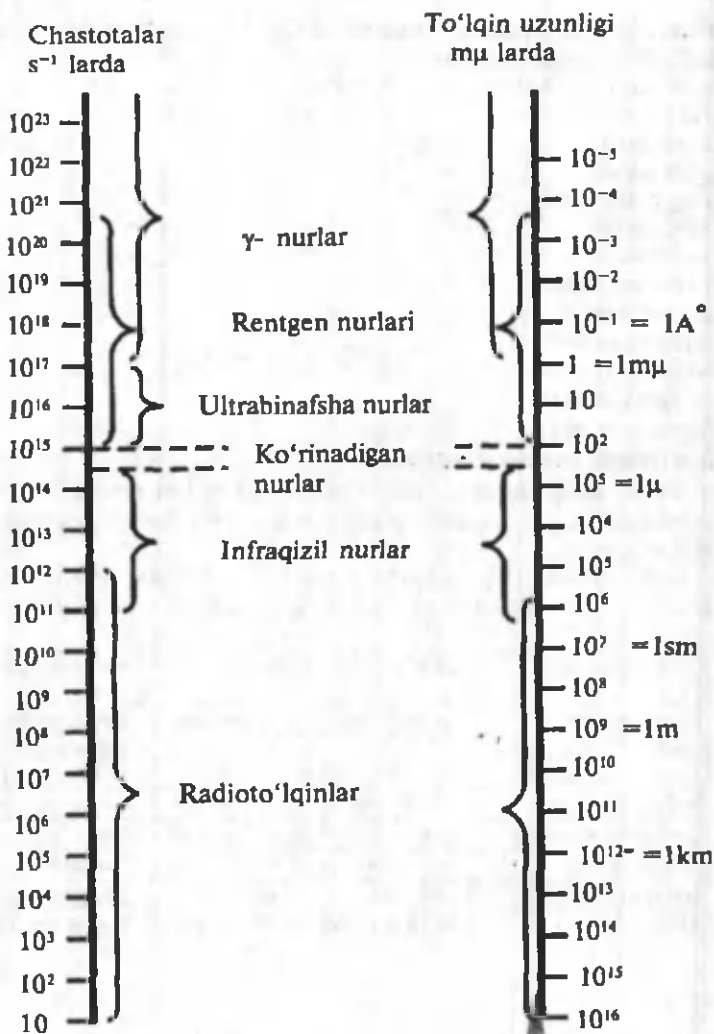
• Elektromagnit to'liqlar shkalasi to'liq uzunligining kamayib borish tartibida quyidagicha joylashadi:

1. past chastotali elektromagnit to'liqlar;
2. radioto'liqlar;
3. infraqizil nurlar;
4. qizil nurlar;
5. zarg'aldoq nurlar;
6. sariq nurlar;
7. yashil nurlar;
8. havo rang nurlar;
9. ko'k nurlar;
10. binafsha nurlar;
11. ultrabinafsha nurlar;
12. rentgen nurlari;
13. gamma γ nurlar;

Ushbu tartibda chastotasi ortib boradi.

- γ nurlar to'liq uzunligi rentgen nurlarining to'liq uzunligidan kichik, chastotasi rentgen nurlarining chastotasidan katta bo'lgan elektromagnit to'liqlardir.
- γ nurlar yadroning uyg'ongan holatidan asosiy stasionar holatiga o'tishida hosil bo'ladi, γ nurlarini uyg'ongan yadro nurlantiradi.

N ^o	Turlarining nomi	To'liq uzunligi, λ	Chastotasi, H :	Nurlar manbai
1	Past chastotali	10^4 dan katta	$3 \cdot 10^4$ dan kichik	Tok generatori
2	Radioto'liqlar	$10^{-1} - 10^4$	$3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^{10}$	Tebranish konturi
3	Ultraradioto'liqlar	$10^{-4} - 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{12}$	Yalpi tarqatgich
4	Infraqizil nurlar	$7,7 \cdot 10^{-7} - 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{12} - 4 \cdot 10^{14}$	Lampalar
5	Yorug'lik nurlari	$4 \cdot 10^{-7} - 7,7 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14}$	Lampalar
6	Ultrabinafsha	$10^{-8} - 4 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{16}$	Lampalar
7	Rentgen nurlari	$10^{-11} - 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{16} - 3 \cdot 10^{19}$	Rentgen nayi
8	Gamma nurlari	10^{-11} dan kichik	$3 \cdot 10^{19}$ dan katta	Radioaktiv modda



Rasm 98. Elektromagnit to'liqlinlar shkalasi

105- §. Yorug'likning kimyoviy ta'siri

- Yorug'lik ta'sirida boradigan kimyoviy o'zgarishlarni *fotokimyoviy reaksiyalar* deyiladi.
 1. **Fotosintez.** O'simliklar tomonidan havodagi korbanat-angidridni yutib, uni yorug'lik ta'sirida kislorod va uglerodga ajratish.
 2. **Fotografiya.** a) *Suratga olish* – yorug'lik ta'sirida bromli kumush molekulasining ajralishi. b) *Surat chiqarish* – yorug'lik ta'sir etgan molekulalardan kumushni chiqarish. v) Mustahkamlash – fotoqatlamdan kumushni chiqarish. g) Nusxa ko'chirish – fotoplyonkadan tasvirni fotoqog'ozga o'tkazish.
- **Luminessensiya** (Sovuq holda nur chiqarish).
Luminessensiya ikki usulda kuzatiladi:
 1. **Fluoressensiya** – jismlarga yorug'lik tushganda nur chiqarib, tushmaganda – chiqmasligi.
 2. **Fosforessensiya** – jismini yoritilgandan keyin ham nur chiqarib turishi.
- **Fotoelementlar** ikki turga bo'linadi. Tashqi fotoeffekt hodisasiga asoslanib ishlaydigan vakuumli va ichki fotoeffektga asoslanib ishlaydigan yarim o'tkazgichli asboblarga ajraladi. Yorug'lik ta'sirida modda yuzasidan elektronlar chiqishi *tashqi fotoeffekt*, moddada yorug'lik ta'sirida erkin elektronlar ko'payishiga *ichki fotoeffekt* deyiladi.
- Elektr qarshiligi yoritilganligiga bog'liq bo'lgan yarim o'tkazgichli asbobga *photodiode* deyiladi.
- Tok o'tganda o'zidan sovuq nur chiqaradigan yarim o'tkazgichli diodga *yorug'lik diode* deyiladi.
- O'tuvchi toki yorug'lik vositasida boshqariladigan tranzistorga *phototransistor* deyiladi.

106- §. Nisbiylik nazariyasi elementlari

- Eynshteynning maxsus nisbiylik nazariyasi fazo hamda vaqt to'g'risidagi eski (klassik) tassavurlar o'rniga kelgan ma'lumotdir. 1905 yilda maxsus nisbiylik nazariyasi yaratildi. Bu nazariya yorug'rik tezligidan kichik, lekin unga yaqin bo'lgan har qanday tezlik bilan harakatlanayotgan jismlarning harakat qonunlarini o'z ichiga oluvchi mexanik qonunlarning umumlashmasidan iborat bo'lib, unga *relyativistik mexanika* ("katta tezliklar mexanikasi") deb nom berildi.

Eynshteyn maxsus nisbiylik nazariyasining asosiy ikki prinsipi:

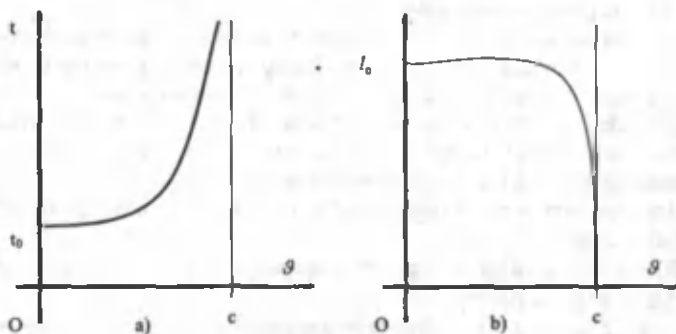
1. **Nisbiylik prinsipi.** Fizik qonunlar (bunda faqat mexanik qonunlar emas, balki elektromagnetizm, optika qonunlari ham nazarda tutilyapti) barcha inersial sanoq sistemalarida o'rinlidir. Boshqacha qilib aytganda, ayni biror fizik hodisani inersial sanoq sistemalarining birida kuzatish tufayli olingan natijalar boshqa inersial sanoq sistemalarida olingan natijalardan farq qilmaydi.

2. *Yorug'lik tezligining doimiylik prinsipi.* Yorug'likning vakuumdagi tezligi barcha inersial sanoq sistemalarida birday qiymatga ega bo'ladi. U yorug'likning tarqalish yo'nalishiga hamda yorug'lik chiqaruvchi jism va kuzatuvchining harakatiga bog'liq emas. Bu prinsip klassik mexanikadagi tezliklarni qo'shish qoidasiga mutlaqo ziddir.

- Nisbiylik nazariyasidagi tezliklarni qo'shishning realistik qonuni:

$$u = \frac{g_1 + g_2}{1 + \frac{g_1 \cdot g_2}{c^2}}; \quad u - \text{umumiy tezlik}$$

- Vaqt qonuni: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$



Rasm 99. Nisbiylik nazariyasida: a-vaqtning tezlikka bog'liqligi; b-uzunlikning tezlikka bog'lig'ligi

- Uzunlik qonuni: $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$

- Massaning tezlikka bog'liqlik qonuni: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$

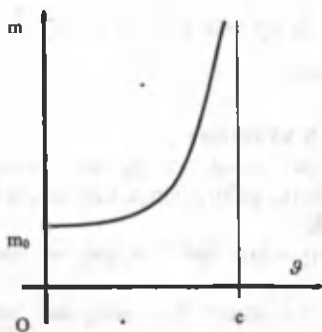
- Vaqtni n marta ortishi uchun tezlik: $g = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$

- Tinchlikdagi energiya: $E_0 = m_0 c^2$

- Energiya va massaning bog'liqlik qonuni:

$$W = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}; \quad W = m_0 c^2 + T; \quad W = m_0 c^2 + \frac{m_0 g^2}{2}; \quad W = m_0 (c^2 + \frac{g^2}{2})$$

W- to'liq energiya; T- kinetik energiya: $T = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$



Rasm 100. Nisbiylik nazariyasida massaning tezlikka bog'liqligi;

- Massa defekti: $E = \Delta m c^2$ $\Delta m = \frac{E}{c^2}$ Δm -massa defekti
- Impuls: $P = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$;
- Zichlik: $\rho = \frac{\rho_0}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
- Zichlik n marta oshishi uchun tezlik: $v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n}}$; $n = \frac{\rho}{\rho_0}$
- Hajm qonuni: $V = V_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
- Jismning hajmi n marta qisqarishi uchun tezlik: $v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$; $n = \frac{V_0}{V}$;
- Nisbiy tezlikni topish:
 - \Rightarrow Agar harakat yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lsa: $v_{ab} = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$
 - \Rightarrow Agar harakat yo'nalishlari bir xil bo'lsa: $v_{ab} = \frac{v_1 - v_2}{1 - \frac{v_1 v_2}{c^2}}$
- Agar jismning energiyasi ΔE ga o'zgarsa massasi Δm ga o'zgaradi:

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$$
- h balandlikka ko'tarilgan m massali jism massasining ortishi (Δm): $\Delta m = \frac{mgh}{c^2}$

- Deformatsiyalangan prujina massasining ortishi (Δm): $\Delta m = \frac{k \cdot x^2}{2c^2}$
- Jismga Q issiqlik miqdori berilganda jism massasining ortishi:

$$\Delta m = \frac{Q}{c^2}; \quad c - \text{yorug'likning vakuumdagi tezligi}$$
- Temperaturasi ΔT ga ortgan jism massasining ortishi: $\Delta m = \frac{m \cdot c_{\text{moly}} \Delta T}{c^2}$;
 c_{moly} – jismning solishtirma issiqlik sig'imi.

107- §. Yorug'lik kvantlari

- Yorug'lik nurining modda bilan o'zaro ta'siri va bu ta'sir natijasida yorug'lik energiyasining modda atomlarini elektronlariga uzatilish hodisasi *fotoelektr effekt* yoki *fotoeffekt* deyiladi.
- Fotoeffekt hodisasi G. Gerts tomonidan kashf etilgan va Stoletov tomonidan o'rganilgan.
- Fotoeffekt natijasida chiqayotgan elektronlarni *fotoelektronlar*, zanjirda vujudga kelgan tokni *fototok* deyiladi.
- *Fotoeffektning birinchi tajribaviy qonuni*:
 1. Yorug'lik nuri tushayotgan plastinkaning yoritilganlik darajasi qancha katta bo'lsa, fototok kuchi shuncha katta bo'ladi.
 2. Vaqt birligi ichida chiqayotgan elektronlar soni tushayotgan yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsionaldir.
- *Tashqi fotoeffektning asosiy qonunlari*:
 1. Fotoelektronlarning maksimal tezligi fotokatodga tushayotgan yorug'lik chastotasiga, metalning turiga va uni sirtining xususiyatiga bog'liqdir. U yorug'likning intensivligiga bog'liq emas.
 2. Yorug'lik ta'sirida katoddan vaqt birligi ichida uchib chiqarilayotgan fotoelektronlarni umumiy soni (to'yinish toki) fotokatodga tushayotgan yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsionaldir.
 3. Har qaysi modda uchun fotoeffekt vujudga kelishi mumkin bo'lgan eng kichik yorug'lik to'lqinining chastotasi (yoki eng katta to'lqin uzunligi) ning qiymatlari mavjud bo'lib, u fotoeffektning «qizil chegarasi» deb ataladi. Bu chegara turli moddalar uchun turli qiymatga ega.
- Yorug'lik ta'sirida jismdan elektronlarning ajralib chiqib, erkin holatga o'tishi *tashqi fotoeffekt* deyiladi. *Tashqi fotoeffekt*, asosan, metallarning to'lqin uzunligi kichik bo'lgan yorug'lik nuri bilan o'zaro ta'sirida kuzatiladi.
- Elektronlarning jismda bir holatdan ikkinchi holatga yorug'lik ta'sirida o'tishi *ichki fotoeffekt* deyiladi. Ichki fotoeffekt dielektrik va yarim o'tkazgichlarda sodir bo'ladi. Ichki fotoeffekt tufayli ularning elektr o'tkazuvchanligi ortadi.

- Fotoeffekt hodisasining yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib berish xususiyatidan fan va texnikada keng qo'llaniladi. Shu xususiyat asosida ishlaydigan asboblarni *fotoelementlar deb ataladi*
- Yorug'lik zarracha sifatida *foton* deb ataladi yoki yorug'lik kvantiga foton deyiladi.

→ Foton energiyasi:

$$E = \nu h; \quad E = \frac{ch}{\lambda}; \quad E = cp; \quad h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{s}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Muhitda: $E = \nu h; \quad E = \frac{hc}{n\lambda}$

- Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi: $\nu h = A_{ca} + \frac{m\mathcal{G}^2}{2}; \quad \nu h = A_{ca} + W_e$
 $\nu h > A_{ca}$ bo'lganda fotoeffekt yuz beradi.

- **Fotoeffektning qizil chegarasi:** moddadan fotoelektronlarni urib chiqarish uchun yetarli bo'lgan yorug'lik to'lqin uzunligining eng katta qiymatiga, yoki chastotasining eng kichik qiymatiga *fotoeffektning qizil chegarasi* deyiladi:

$$\nu_{\min} = \frac{A}{h}; \quad \lambda_{\max} = \frac{ch}{A};$$

- Fotoeffekt uchun qizil chegarani hisobga olgan holdagi Eynshteyn tenglamasi:

$$h\nu = h\nu_e + \frac{m\mathcal{G}^2}{2}; \quad h\nu = h\nu_e + eU; \quad hc = \lambda \left(h\nu_e + \frac{m\mathcal{G}^2}{2} \right); \quad hc = \lambda(h\nu_e + eU);$$

- Foton massasi: $m = \frac{E}{c^2}; \quad m = \frac{\nu h}{c^2}; \quad m = \frac{h}{\lambda c}; \quad m = \frac{h}{\nu \lambda^2}$

- Foton impulsini: $P = \frac{\nu h}{c}; \quad P = \frac{E}{c}; \quad P = \frac{h}{\lambda}; \quad P = mc$

→ Foton sirtga tushib to'liq yutilganda sirt oladigan kuch impulsini, yoki foton impulsini o'zgarishi:

$$\Delta p = \frac{h\nu}{c}; \quad \Delta p = \frac{h}{\lambda}$$

→ Foton sirtga α burchak ostida tushib to'liq yutilganda sirt oladigan kuch impulsining o'zgarishi:

$$\Delta p = \frac{h\nu}{c} \cdot \cos \alpha; \quad \Delta p = \frac{h}{\lambda} \cdot \cos \alpha$$

→ Foton sirtga tik tushib to'liq qaytganida sirt oladigan kuch impulsini, yoki foton impulsining o'zgarishi:

$$\Delta p = 2 \cdot \frac{h\nu}{c}; \quad \Delta p = 2 \cdot \frac{h}{\lambda}$$

→ Foton sirtga α burchak ostida tushib sirtidan to'liq qaytganida sirt oladigan kuch impulsini, yoki foton impulsining o'zgarishi:

$$\Delta p = 2 \cdot \frac{h\nu}{c} \cdot \cos \alpha; \quad \Delta p = 2 \cdot \frac{h}{\lambda} \cdot \cos \alpha$$

- Yutilish va nurlanish chastotalari: $\nu = \frac{W_m - W_n}{h}$; $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ J·s

W_m - elektronning m-orbitadagi energiyasi, ν - chastota, $\nu > 0$ – nurlanish
 $\nu < 0$ – yutilish W_m dan W_n ga o'tish.

- Quvvati P bo'lgan manba t vaqt davomida nurlantirgan ν chastotali fotonlar soni:

$$N = \frac{Pt}{h\nu}; \quad N = \frac{Pt\lambda}{hc}$$

- Agar manbaning foydali ish koeffitsiyenti η ga teng bo'lsa: $N = \frac{\eta Pt}{h\nu}$; $N = \frac{\eta Pt\lambda}{hc}$

- $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J

- **Yorug'lik bosimi:** $P = \frac{E}{c}(1 + R)$

P – yorug'lik bosimi, E – sirtning yoritilganligi, ya'ni 1 s ichida tik tushayotgan yorug'lik energiyasi, R – sirtning yorug'lik qaytarish koeffitsiyenti, c – yorug'lik tezligi.

- Yorug'lik bosimi, uning intensivligi orqali: $P = \frac{I}{c}$

- Yorug'lik bosimi:

$$\Rightarrow \text{Yorug'lik sirtga to'liq yutilsa: } P = \frac{W}{ctS}$$

$$\Rightarrow \text{sirtga to'liq qaytsa: } P = 2 \cdot \frac{W}{ctS}$$

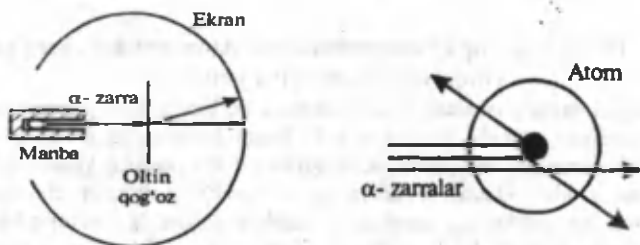
W – tushgan yorug'lik energiyasi, t – vaqt, S – yuza.

- **Yorug'lik ta'sirlari:** fotoelektrik, kimyoviy, issiqlik.
- **Fotoelement** deb yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi asboblarga aytiladi.
- **Fotorezistor** deb elektr qarshiligi yorug'lik ta'sirida o'zgaruvchi moddalarga aytiladi.
- Yer sirtining har kvadrat metr ko'ndalang yuzasiga bir sekunda o'rtacha 1370 J energiya kelib tushadi. Bu kattalik *quyosh doimiysi* deyiladi.

ATOM FIZIKASI

108-§. Rezerford tajribasi. Atomning planetar modeli

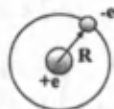
- Rezerford 1899 yilda α -nurlar musbat zaryadli zarrachalar oqimi ekanini isbotladi. α -zarralar radiy yoki boshqa elementlarning parchalanishidan hosil bo'ladi. Ularning massalari elektronning massasidan taxminan 8000 marta katta, musbat zaryadi esa moduli jihatidan elektronning zaryadidan ikki marta kattadir. α -zarralar butunlay ionlashgan geliy atomining xuddi o'zidir, α -zarralarning tezligi juda katta: yorug'lik tezligining 1/15 ulushiga teng.
- Rezerford α -zarralar bilan og'ir elementlarning atomlarini bombardimon qildi. Elektronlarning massasi juda kichik bo'lgani uchun ular α -zarralarning traektoriyasini sezilarli o'zgartira olmaydi. Atomning musbat zaryadli qismigina α -zarralarning sochilishiga sabab bo'ladi.
- α -zarralarning sochilishiga qarab atom ichida musbat zaryadning va massaning taqsimlanish xarakterini aniqlash mumkin.



Rasm 101. Rezerford tajribasi sxemasi

- Rezerford tajribasi atomning Tomson modeli noo'rin ekanligini tasdiqladi.
- Atomning Tomson modeli: Modelga ko'ra atom shar shaklida bo'lib musbat zaryadga ega. Uning ichida elektronlar suzib yuradi. Tomson modeli tajribada tasdiqlanmadi.
- **Atom yadrosining o'lchamlari:** Turli burchaklar ostida sochilgan zarralarni sanab, Rezerford atomning o'lchamlarini baholadi. Yadroning diametri $10^{-12} + 10^{-13}$ sm tartibida. (turli yadrolarning diametrlari turlicha). Atomning o'lchami esa 10^{-8} sm, ya'ni yadro o'lchamidan 10+100 ming marta katta.
- **Atomning planetar modeli.** Rezerford tajribalaridan atomning planetar modeli kelib chiqadi. Markazda atomning deyarli butun massasi yig'ilgan musbat zaryadli yadro joylashgan. *Butunicha atom neytral zarradir.* Elektronlar yadro atrofida xuddi quyosh atrofida planetalar aylangani singari harakatlanadi. Elektronlar harakatining bunday xarakteri yadro tomonidan kulon kuchlarining ta'siri bilan aniqlanadi.
- **Atomning planetar modelining kamchiliklari:** 1. Elektronlar egri chiziq bo'ylab harakatlanganda tezlanishi bor. 2. Energiya sarflagani uchun elektron oxirida yadroga qulab tushishi kerak.

- **Vodorod atomida yadro atrofida faqat bittagina elektron aylanadi.** Vodorod atomining yadrosi moduli jihatidan elektronning zaryadiga teng musbat zaryadga ega bo'lib, uning massasi elektronning massasidan taxminan 1836,1 marta katta. Bu yadro *proton* deb ataladi. *Atomning o'lchami* – bu uning elektron orbitasining radiusidir.



Rasm 102. Vodorod atomi

- Atomlar barqarordir va uyg'otilmagan holatda hech qanday elektromagnit to'liqin chiqarmasdan cheksiz uzoq vaqt yashashi mumkin. Atom mashtabidagi hodisalarga klassik fizika qonunlarini tatbiq qilish mumkin emas.

109-§. Borning kvant postulatlarini. Atomlarning energiya chiqarishi va energiya yutishi

- **Borning birinchi postulati:** Atom sistemasi har biriga muayyan E_n energiya mos keladigan alohida stasionar yoki kvant holatlaridagina bo'la oladi. Atom stasionar holatda yorug'lik chiqarmaydi. Bu postulat klassik fizikaga tamoman ziddir, klassik fizikaga ko'ra harakatlanayotgan elektronning energiyasi har qanday qiymatni qabul qilishi mumkin. Bu postulat Maksvel elektrodinamikasiga ham ziddir, chunki unga muvofiq elektronlar elektromagnit to'liqin chiqarmasdan ham tezlanish bilan harakatlanishi mumkin.
- **Borning ikkinchi postulati:** Atom katta energiyali E_1 stasionar holatdan kam energiyali E_n stasionar holatga o'tganda yorug'lik nurlanadi. Nurlangan fotonning energiyasi stasionar holatlar energiyalarining farqiga teng bo'ladi: $h\nu = E_1 - E_n$.

Bunda nurlanish chastotasini shunday ifodalash mumkin: $\nu = \frac{E_1 - E_n}{h}$. Nur

yutganda atom kam energiyali stasionar holatdan katta energiyali stasionar holatga o'tadi. Ikkinchi postulat Maksvel elektrodinamikasiga ham ziddir, chunki bu postulatga ko'ra yorug'likning nurlanish chastotasi elektron harakatining xususiyatlarini emas, balki atom energiyasining o'zgarishinigina bildiradi. Bor o'z postulatlarini eng oddiy atom sistemasi – vodorod atomining nazariyasini yaratish uchun qo'lladi.

- Atom energiyasining stasionar qiymatlarini aniqlash qoidasi *kvantlash qoidasi* deyiladi.
- **Vodorod atomining Bor taklif etgan modeli.** Nyuton mexanikasi qonunlari va stasionar holatlarni tanlab olishga imkon beruvchi kvantlash qoidasini qo'llab Bor elektronning mumkin bo'lgan orbitalar radiuslari hamda

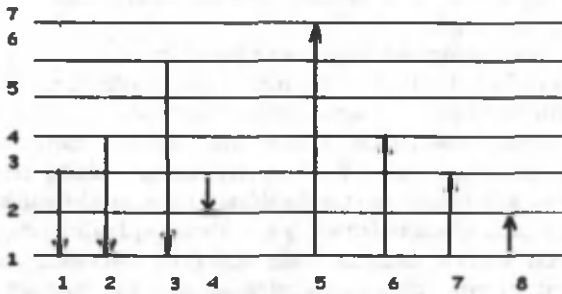
statsionar holatlarning energiyalarini hisoblashga erishdi. Orbitaning minimal radiusi atomning o'lchamini bildiradi.

- Yuqori sathlardan birinchi uyg'ongan holatga (ikkinchi E_2 energetik sathga) o'tishlar **Balmer seriyasini** hosil qiladi. Ko'zga ko'rinadigan nurlarning chiziqli spektri **Balmer seriyasi** deyiladi. Ultrabinafsha nurlar spektri **Layman seriyasi** deyiladi. Infraqizil nurlar spektri **Pashen seriyasi** deyiladi.
- n- orbitadagi elektronning aylanish radiusi: $r_n = \frac{nh}{2\pi m_e v}$

- Plank doimiysi: $h=6.62 \cdot 10^{-34}$ J·s
- O'tish sathlari qanchalik yaqin bo'lsa, nurlangan (yoki yutilgan) foton chastotasi (ν) kichik va to'lqin uzunligi (λ) katta bo'ladi:

Agar $\nu_1 < \nu_2 < \nu_3 < \nu_4$ bo'lsa $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4$ o'rinli

- Lazer - optik generatori bo'lib, katta quvvatli, sochilish burchagi juda kichik, kogorent va monoxromatik nurlanish chiqaradi.
- Lazerlar tarqalish burchagi juda kichik (10^{-3} rad atrofida) yorug'lik dastasi hosil qiladi.
- Lazer nurlanib chiqaradigan elektromagnit to'lqindagi elektr maydonning kuchlanganligi atom ichidagi maydon kuchlanganligidan kattadir.
- Santimetr to'lqinlar diapazonida ishlovchi kvant generatori *mazer* deb ataladi.
- **Spontan nurlanish** deb atomning o'z-o'zidan tashqi ta'sirsiz nurlanishiga aytiladi. Tashqi ta'sir ostida nurlanishga indutsirlangan yoki majburiy nurlanish deyiladi.
- Atom uzoq vaqt qolishi mumkin bo'lgan uyg'otilgan holatga *metastabil holat* deyiladi.
- Lazerda *indutsirlangan nurlanish* va *metastabil holatdan* foydalaniladi.



Rasm 103. Chastotalar haqidagi postulat

- 3- eng katta energiyali foton nurlanadi;
- 4- eng kichik energiyali foton nurlanadi;
- 5- eng katta energiyali foton yutiladi;
- 8- eng kichik energiyali foton yutiladi;

- Atomning eng kichik (minimal) energiyali holati uning *asosiy holati* deyiladi. Asosiy holat, bosh kvant soni $n = 1$ ga mos keladi va u quyidagiga teng:
 $E_1 = -13,6 eV$
- Birinchi Bor orbitasining radiusi: $r_1 = 5,29 \cdot 10^{-11} m$

110-§. Zaryadlangan zarralarni tajribada qayd qilish va kuzatish usullari

- Atom *yadrodan* va *elektronlardan* iborat. Atom yadrosi esa elementar zarralardan iboratdir. *Elementar zarralarni qayd qiluvchi asbob* – beqaror holatda tura oladigan biror darajadagi murakkab mikroskopik sistemadir. Uchib o'tayotgan zarralar tomonidan berilgan ozgina ta'sir natijasida sistemaning yangi, barqarorroq holatga o'tish jarayoni boshlanadi. Ana shu jarayon zarrani qayd qilishga imkon beradi.
- Muhit orqali o'tgan zarralar energiyasini ularni o'lchash va qayd qilish uchun qulay bo'lgan boshqa turdagi energiyaga aylantirib beruvchi qurilmalarga *ionlashgan nurlanish detektorlari* deyiladi.
- **Ionizatsion detektorlar**, ularning ishlash prinsipida asosan zarralarning muhit bilan ta'sirlashishi tufayli hosil bo'lgan ionlanish jarayonidan foydalaniladi. Ularga ionizatsion kameralar, gaz razryadiga asoslangan sanagichlar, Vilson va pufakli kameralar, fotoemulsiya va boshqalar kiradi.
- **Tsintilyatsion sanagichlar**. Ba'zi shaffaof moddalar atomlarining uyg'ongan elektronlarini asosiy holatga qaytarishda yuzaga keladigan elektromagnit nurlanish to'lqin uzunligi ko'rinuvchi yoki ultrabinavsha soxada yotadi. Shunday moddalarga zarra kelib tushgan vaqtda ularda kuchsiz yorug'lik chaqnashi tsintilyatsiya yuzaga keladi. Kuchsiz yorug'lik chaqnashi-tsintilyatsiyaga asoslanib zarralarni qayd qiladigan qurilmalarga *tsintilyatsion sanagichlar* deyiladi.
- Har qanday tsintilyatsion sanagich *tsintilyator* va *fotoelektron kuchaytirgichdan* iborat bo'ladi. O'ziga tushgan zarra energiyasini yorug'lik energiyasiga aylantirib beradigan moddaga *tsintilyator* deyiladi.
- **Geygerning gaz razryad hisoblagichi**. Geyger hisoblagichi – zarralarni avtomatik ravishda sanaydigan asbobdir. Hisoblagichning ishlashi *zarb ta'sirida ionlashishga* asoslangan. Geyger hisoblagichi asosan *elektronlar* va γ -kvantlarni qayd qilish uchun ishlatiladi. γ -kvantlarni qayd qilish uchun nayning ichki devori maxsus material bilan qoplanadi. γ -kvantlar bu materialdan elektronlarni urib chiqaradi va bu elektronlar gaz atomlarini ionlashtiradi. Hisoblagich unga tushayotgan elektronlarni devarli hammasini qayd qiladi, γ -kvantlarni esa har vuztasidan bittasini qayd qiladi.
- **Vilson kamerasi**. Vilson kamerasida tez harakatlanayotgan zaryadli zarra iz qoldiradi, bu izga «*trek*» deyiladi. Vilson kamerasining ishlashi *ionlarda o'ta tuyingan bug'ning suv tomchilari hosil qilib kondensatsiyalanishiga*

asoslangan. Bunday ionlarni harakatdagi zaryadlangan zarracha o'z traektoriyasi bo'ylab hosil qiladi. Trekning uzunligiga qarab zarraning energiyasini aniqlash, trekning uzunlik birligidagi tomchilar soniga qarab zarraning tezligini baholash mumkin. Zarraning izi qanchalik uzun bo'lsa, energiyasi shuncha ko'p bo'ladi. Izning uzunlik birligida qancha ko'p suv tomchilari hosil bo'lsa, tezligi shunchalik kichik bo'ladi. Zaryadi katta bo'lgan zarralar yo'g'on iz qoldiradi.

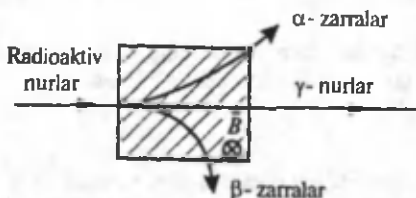
- Bundan tashqari, yuqori energiyali tez zarralarni pufakli kamera, qalin qatlamli fotoemulsiya usullarida qayd qilish mumkin.
- Kvant energiyasi: $E = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda}$

111-§. Radioaktivlik

- Kimyoviy elementlarning o'z-o'zidan nurlanish hodisasiga *radioaktivlik* deb ataladi. Mendeliyev jadvalidagi tartib nomeri 83 dan yuqori bo'lgan barcha kimyoviy elementlar radioaktiv elementlardir. Radioaktivlik hodisasini 1896 yili Bekkerel kashf qilgan. Radioaktiv elementlarga misol: uran, toriy, poloniy
- Yadroning o'z-o'zidan bir yoki bir necha zarralar chiqarish hodisasiga *radioaktivlik* deyiladi. Shunday hodisaga duchor bo'lgan yadrolarni *radioaktiv yadrolar*, duchor bo'lmaganlari esa *turg'un yadrolar* deyiladi.
- Radioaktiv yadrolarning o'zidan biror bir turdagi zarralarni chiqarib, boshqa yangi yadroga aylanish jarayoni *radioaktiv yemirilish* deyiladi. Radioaktiv yemirilish jarayonida yadroning zaryadi va massa soni o'zgarishi mumkin.
- Radioaktivlikka duchor bo'layotgan yadrolarni *birlamchi* yoki *ona yadro*, yemirilishi natijasida hosil bo'lgan yadrolarni *ikkilamchi* yoki *qiz yadro* deyiladi.
- Radioaktivlik ikki xil bo'ladi: 1. Tabiiy radioaktivlik. 2. Sun'iy radioaktivlik. Tabiatda mavjud bo'lgan yadrolarning radioaktivligi *tabiiy radioaktivlik* deyiladi. Radioaktiv yadrolar biror-bir turg'un yadrolarni zarralar yoki yadrolar bilan bombardimon qilish natijasida hosil bo'lgan yadrolarning radioaktivligi *sun'iy radioaktivlik* deyiladi.
- Tabiatda asosan 5 xil radioaktivlik turi uchraydi: α – yemirilish, β – yemirilish, γ – yemirilish, ρ – yemirilish va spontan bo'linish. Birinchi uchta radioaktivlik turi eng ko'p uchraydi.
- Radioaktiv yadrolarning o'z-o'zidan protonlarni chiqarish hodisasi yadroning *proton yemirilishi* deyiladi.
- Tashqi ta'sirsiz atom yadrosining o'z-o'zidan bo'linib, boshqa yadrolarning hosil bo'lish jarayoni *spontan bo'linish* deyiladi.
- Nurlanishning musbat zaryadli komponentasi *alfa* (α) nurlar, manfiy zaryadli komponentasi *beta* (β) nurlar, neytral komponentasi *gamma* (γ) nurlar deb ataladi. α -nurlarning moddaga kiruvchanligi ancha pastdir. β -nurlar modda orqali o'tganda ancha kam yutiladi. γ -nurlarning kiruvchanlik qobiliyati eng kattadir.

- **Gamma nurlar.** γ -nurlarning xossalari rentgen nurlarining xossalariга juda o'xshab ketadi, lekin ularning moddaga kiruvchanlik qobiliyati ancha katta. γ -nurlar elektromagnit to'lqinlardir, ularning to'lqin uzunligi juda qisqa bo'lib 10^{-8} sm dan 10^{-11} sm oralig'ida bo'ladi. Elektromagnit to'lqinlar shkalasida γ -nurlar bevosita rentgen nurlaridan keyin joylashadi.
- γ – **nurlanish.** Yadroning o'z-o'zidan γ – kvantlarini chiqarish jarayoni γ – *nurlanish deyiladi.* Yadroda γ – nurlanish undagi nuklonning bir enegetik holatdan past enegetik holatga o'tishi tufayli sodir bo'ladi. Yadro uyg'ongan holatdan asosiy holatiga bir yoki bir necha γ – kvant chiqarib o'tishi mumkin.
- Birlik vaqt ichida, birlik yuzadan o'tgan γ – kvantlar soni γ – *nurlanishning intensivligi* deyiladi.
- **Betta nurlar.** β -nurlarning elektr va magnit maydonlarida og'ishlarini tekshirishda ular yorug'lik tezligiga yaqin tezliklar bilan harakatlanuvchi elektronlar oqimi ekanligi 1899 yili A. Bekkerel tomonidan aniqlandi. Ayni bir radioaktiv element chiqargan β -zarrachalarining tezliklari bir xil emas.
- β – **yemirilish.** Yadrolarning o'z-o'zidan β^+ – yoki β^- – zarralarni chiqarish jarayoni β – yemirilish deyiladi. β – radioaktiv yadrolarning yarim yemirilish davri 10^{-2} s dan $2 \cdot 10^{11}$ yil orlig'ida o'zgarsa, uning energiyasi $18 keV$ dan $1,66 MeV$ oralig'ida o'zgaradi.
- β – yemirilish uch xil bo'ladi: β^+ – yemirilish, β^- – yemirilish va elektron qamrash.
- β^- – **yemirilish** deb yadrolarning o'z-o'zidan elektronlarni, ya'ni β^- – zarralarni chiqarish jarayoniga aytiladi. Bu yemirilish uchun siljish qoidasi quyidagicha yoziladi: ${}_Z^AX \xrightarrow{\beta^-} {}_{Z+1}^AY + e^- + \bar{\nu}_e$. Bu yerda $\bar{\nu}_e$ – zarra elektron antineytrinosi deyiladi.
- Yadrolarning o'z-o'zidan β^+ – zarralarni, ya'ni pozitronlarni chiqarish jarayoni β^+ – yemirilish deyiladi. U uchun siljish qoidasini quyidagicha yozish mumkin: ${}_Z^AX \xrightarrow{\beta^+} {}_{Z-1}^AY + e^+ + \bar{\nu}_e$. Bu yerda e^+ – pozitron, $\bar{\nu}_e$ – elektron neytirinosi.
- Agar yadrodagi protonlar soni ortiqcha bo'lsa, shu yadroning β^- – yemirilishi kuzatiladi. Buning natijasida protonlardan biri o'zidan pozitron chiqarib, neytronga aylanadi: $p \longrightarrow n + e^+ + \bar{\nu}_e$.
- Yadrolardan pozitron chiqishi natijasida unda turg'un proton-neytron kompleksi yuzaga keladi. Protonning neytronga aylanishi yadro o'ziga yaqin turgan qobiqdagi elektronni tortib olishi tufayli sodir bo'lsa, bu xodisa *elektron qamrash* deyiladi.
- **Alfa zarralar.** Rezerford Geyger hisoblagichi yordamida α -zarrachalarining zaryadini aniqladi. Bitta α -zarrachasining zaryadi ikkita musbat elementar zaryadga va to'rt atom massa birligiga to'g'ri keladi. va'ni α -zarra geliy atomining yadrosidir.

- Yadrolarning α -zarralarning o'zidan chiqarish jarayoni kvant mexanikasi effekti bo'lib, u tunnel effektining o'zidir, De-Broyl to'lqiniga ega bo'lgan α -zarralarning yadro potentsiali to'sig'ini suzib o'tish effekti *tunnel effekti* deyiladi.
- α - yemirilish faqat og'ir (ya'ni $Z > 83$) yadrolarda kuzatiladi.
- Radioaktiv yemirilishda α -nurlar (geliy atomining yadrosi), β -nurlar (elektronlar) va γ -nurlar (qisqa to'lqinli elektromagnit nurlanishlar) hosil bo'ladi.

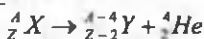


Rasm 104. Magnit maydondan o'tkazilgan radioaktiv nurlar yo'nalishi

• **Radioaktivlikda muhim xossalari:**

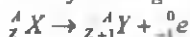
1. Uran, toriy, radiy singari radioaktiv elementlarning nurlanish intensivligi oylar va yillar davomida sezilarli o'zgarib qolmaydi. Bu nurlanishning doimiyligiga odatdagi ta'sirlar qizdirish, bosimni orttirish hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi. Radioaktiv moddalar kirishadigan reaksiyalar ham nurlanish intensivligiga ta'sir ko'rsatmaydi.
 2. Radioaktiv nurlanishda energiya ajralib chiqadi. Radioaktiv yemirilishda moddada odatdagi kimyoviy o'zgarishlardan mutlaqo farq qiluvchi chuqur o'zgarishlar yuz beradi, ya'ni atomlarning o'zi o'zgaradi. Radioaktiv nurlanish natijasida radioaktiv elementning atomi boshqa turdagi atomga aylanadi. Atomning boshqa atomga aylanishi natijasida dastlabki moddadan fizik va ximik xossalari jihatidan batamom farq qiluvchi mutlaqo yangi modda hosil bo'ladi. Biroq bu yangi modda ham barqaror emas va o'ziga xos radioaktiv nurlar chiqarib o'zi ham o'zgaradi. Radioaktiv nurlanishda chiqayotgan zarralar yadro tarkibidan chiqadi, shuning uchun ham yadro yangi turdagi yadroga aylanadi (yadro tarkibidan elektron ajralib chiqqanda yadroning musbat zaryadi bittaga ortadi).
- **Siljish qoidasi.** Bir yadroning boshqa yadrolarga aylanishi siljish qoidasiga bo'ysinadi. Bu qoidani birinchi bo'lib Soddi ta'riflagan:

α -yemirilishda yadro $2e$ musbat zaryad yuqotadi va uning massasi taxminan to'rt atom massa birligiga kamayadi. Natijada davriy sistemaning boshiga qarab ikki katakka silliydi:



Bunda A-elementning nisbiy atom massasi, Z-element yadrosining zaryadi.

- β -yemirilishda yadrodan elektron uchib chiqadi. Natijada yadroning zaryadi bir birlikka ortadi, massasi esa deyarli o'zgarishsiz qoladi:

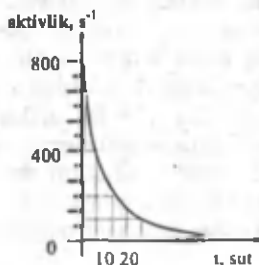


bu erda ${}^0_{-1} e$ elektronni bildiradi, yuqoridagi «0» indeks elektronning massasi massaning atom birligiga nisbatan juda kichik ekanligini bildiradi. β -yemirilishdan keyin element davriy sistemaning oxiriga qarab bitta katakka siliydi.

- Gamma nurlanishda yadroning zaryadi o'zgaraydi, massasi esa nihoyatda kam o'zgaradi.
- Siljish qoidalari radioaktiv yemirilishda elektr zaryadining saqlanishini va yadrolarning nisbiy atom massasi taxminan saqlanishini ko'rsatadi.
- Alfa siljish qonuni: ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He$
- Beta siljish qonuni: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$
- Annigilyatsiya deb elektron va pozitronning o'zaro ta'sirlashganda zaryadlari yuqolib 2 ta γ kvant hosil qilish jarayoniga aytiladi:



- **Radioaktiv yemirilish qonuni.** Radioaktiv yemirilish statistik qonunga bo'ysinadi. Radioaktiv moddalarning aktivligi vaqt o'tishi bilan susayib boradi, masalan radonning aktivligi 1 minutdan so'ng ikki marta kamayadi. Uran, radiy va toriy kabi radioaktiv moddalarning aktivligi ancha sekin kamayadi. Radioaktiv element uchun aktivligi ikki marta kamayishi uchun ketgan vaqtga yarim yemirilish davri deyiladi va T harfi bilan belgilanadi. T vaqtda radioaktiv atomlar miqdorining yarimi yemiriladi.



Rasm 105. Aktivlikning vaqtga bog'liqligi

$$N = N_0 \cdot \frac{1}{2^n} \quad N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

- **Yarim yemirilish davri** – radioaktiv yemirilish tezligini aniqlovchi asosiy kattalikdir. Yarim yemirilish davri qanchalik kichik bo'lsa atomlar shuncha kam vaqt yashaydi, yemirilish shunchalik tez bo'ladi. Turli radioaktiv moddalarning yarim yemirilish davri turlicha, masalan ${}^{238}_{92} U$ uran uchun

$T \approx 4,5$ milliard yil. Shuning uchun uranning aktivligi bir necha yil ichida sezilarli o'zgarmaydi. Radiyning yarim yemirilish davri 1600 yilga teng. Shuning uchun radiyning aktivligi uranning aktivligidan katta. Radioaktiv moddalarni vaqt o'tishi bilan yemirilish tezligi o'zgarmaydi. Radioaktiv atomlar «keksaymaydi».

- Radioaktiv oilalar 4 ta: 1) Uran-radiy, 2) Antinouran, 3) Toriy, 4) Neptuniy.
- Parchalanishdagi atomlar soni: $\Delta N = -\lambda \cdot N_0 \Delta t$; $\Delta N = N_0 - N = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$

ΔN - parchalanishdagi atomlar soni, N_0 - dastlabki atomlar soni, λ - parchalanish doimiyi.

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \quad N - \text{qolgan atomlar, } T - \text{yarim yemirilish davri, } t - \text{vaqt}$$

- Radiaktiv moddaning yarim yemirilish davri: $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$
- Radiaktiv moddaning o'rtacha yashash vaqti: $\tau = 1/\lambda$; $\tau = 1.44 \cdot T$
- Radioaktivlik yemirilish qonuni: $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$
- t vaqt ichida necha foiz yadrolar yemirilganligini topish:

$$\frac{\Delta N}{N_0} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}}\right) 100\%$$

- t vaqtdan so'ng qolgan yadrolar foizini topish:

$$\frac{N}{N_0} \cdot 100\% = \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}} \cdot 100\%$$

- Radioaktiv yadrolarning aktivligi – A deb vaqt birligi ichida yemirilishlar soniga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

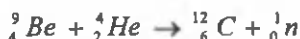
$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t}; \quad A = \lambda N = \frac{0.69 \cdot N}{T} = \frac{N}{\tau}; \quad A = \frac{N_0}{\tau} \cdot 2^{-\frac{t}{T}};$$

- Δt vaqt ichida radioaktiv yadrolarning aktivligi n marta kamaygan bo'lsa:

$$n = 2^{\frac{\Delta t}{T}}; \quad n = \frac{A_2}{A_1}; \quad \frac{A_2}{A_1} = 2^{\frac{\Delta t}{T}}$$

112-§. Atom yadrosining tarkibi

- Neytronning kashf etilishi. 1932 yili ingliz fizigi D.Chedvik neytronni kashf etdi. Berilliyning α -zarralar bilan bombardimon qilganda protonlar paydo bo'lmadi. Biroq qalinligi 10-20 sm bo'lgan qo'rg'oshin plastinkadan iborat to'siqdan o'ta oladigan kuchli kiruvchan qandaydir nurlanish bor ekanligi aniqlandi. Bu nurlanish (zarralar oqimi) ta'sirida u bilan to'qnashayotgan atom juda katta energiya olar edi. Bu zarralarning kiruvchanlik qobiliyati katta bo'lgani va gazni bevosita ionlashtirmagani uchun ular elektr jihatidan neytraldir. Yangi zarra neytron deb ataldi. α -zarralar berilliy yadrosiga tekkanda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



bu erda ${}_0^1\text{n}$ neytronning belgisi, uning zaryadi nolga teng, nisbiy massasi esa taxminan birga teng. Neytronning massasi 1836,6 elektron massasiga teng bo'lib, proton massasidan salgina katta. Neytron beqaror zarra, ozod neytron 15 minutga yaqin vaqt ichida proton, elektron va neytrinoga (tinchlik massaga ega bo'lmagan zarraga) parchalanadi.

- **Yadro zaryadi.** Atom yadrolarining elektr zaryadini 1913 yilda ingliz fizigi Genri Mozli aniq o'lchagan. Mozli atom yadrosining elektr zaryadi elementar elektr zaryadi (e)ning kimyoviy elementning Mendeliyev jadvalidagi Z tartib nomeriga ko'paytmasiga teng ($q=e \cdot Z$) ekanligini aniqladi. Kimyoviy elementning Mendeliyev davriy jadvalidagi tartib nomeri istagan kimyoviy element atomi yadrosidagi musbat elementar zaryadlar soni bilan yoki neytral atom qobig'idagi elektronlar soni bilan aniqlanadi.
- Atom yadrolari tarkibidagi musbat elementar zaryadga ega bo'lgan zarrachaga proton deb ataladi, u atomlardan eng yengilining – vodorod atomining yadrosidir. Protonning massasi $m_p=1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg ga teng. Atom yadrolari tarkibida faqat protonlar bo'lmasdan, elektr zaryadi neytral bo'lgan va massasi taxminan proton massasiga teng bo'lgan zarrachalar ham mavjud bo'lib ular neytronlar deyiladi. Yadro zarrachalari, protonlar va neytronlar - nuklonlar deb ataladi. Yadrodagi Z protonlar va N neytronlar sonining yig'indisi massa soni (yoki nuklonlar soni) deb ataladi va A harfi bilan belgilanadi: $A=Z + N$.
- **Izotoplar.** Atom zaryadi bir xil, biroq atom massalari va radioaktivligi turlicha bo'lgan moddalarga izotoplar deyiladi. Izotoplarda protonlar (yoki elektronlar)ning qiymatlari aynan bir xil ammo massa sonlari turlicha, ya'ni izotoplar neytronlar soni turlicha bo'lgan yadrolardir. Izotop moddalar yadrolari radioaktiv bo'lishi ham, stabil bo'lishi ham mumkin. Izotoplar davriy jadvalning bitta katagida joylashadi. Shuning uchun ham ularning kimyoviy xossalari bir xil bo'ladi. Barcha kimyoviy elementlarning izotoplari mavjud.
- Vodorod atomining uchta izotopi mavjud (nisbiy atom massalari 1, 2, 3 ga teng bo'lgan). Vodorodning nisbiy atom massasi 2 ga teng bo'lgan izotopi deyteriy deyiladi. U stabil – radioaktiv emas. Deyteriyning kislorod bilan birikishidan og'ir suv hosil bo'ladi. Vodorodning nisbiy atom massasi 3 ga teng bo'lgan izotopi tritiy deyiladi. U β -radioaktiv bo'lib yarim yemirilish davri 12 yilga teng.
- Nisbiy atom massalari bir xil, lekin proton va neytronlar soni bilan farq qiluvchi atomlar yadrolariga izobarlar deyiladi. Izobar atomlar yadrolarida nuklonlar soni bir xil bo'ladi.

- **Yadro kuchlari.** Yadro juda barqaror, binobarin, proton va neytronlar juda katta kuchlar bilan tutib turiladi. Proton-proton, proton-neytron, va neytron-neytron orasida alohida ta'sir kuchlari mavjud bo'lib bu kuchlarga *yadro kuchlari* deyiladi. Yadro kuchlari elektromagnit ta'sir kuchlaridan 100 marta katta. Bu kuchlar tabiatdagi eng qudratli kuchdir. Shuning uchun yadro zarralarining o'zaro ta'sirini ko'pincha *kuchli o'zaro ta'sir* deb ataladi. Bunday kuchlar faqat yadro tarkibidagi proton va neytronlargagina xos bo'lmasdan, balki ko'plab elementar zarrachalarga xos bo'lgan kuchlardir.
- Nuklonlar orasida mavjud bo'lgan yadro kuchlarining ta'sir radiusiga, *yadro radiusi* deyiladi. Zamonaviy dalillar bo'yicha yadrolarning o'lchamlari 10^{-13} – 10^{-14} m tartibida ekan.
- Yadro kuchlari nuklonlarning zaryadiga bog'liq bo'lmagan kuchlardir, ya'ni ular proton-proton, proton-neytron, neytron-neytonlar orasida bir xilda ta'sir etadi. Bundan yadro kuchlarining elektromagnit tabiatga ega emasligi kelib chiqadi.
- Yadro kuchlari to'yinish xarakteriga ega, uni har bir nuklon yadroning barcha nuklonlari bilan emas, o'ziga yaqin turgan chegaralangan sondagi nuklonlar bilan ta'sirlashadi.
- Yadro kuchlari markaziy bo'lmagan kuchlardir, ular gravitatsion va kulon kuchlaridan farqli o'laroq, nuklonlar orasidagi masofaga bog'liq bo'lmaydi.
- Yadro kuchlarining muhim bir xususiyati – ularning juda qisqa masofada ta'sir qilishidir.
- Yadro kuchlari yaqindan ta'sirlashuv kuchlari bo'lib, 10^{-14} m masofadagina mavjud bo'ladi
- Massa sonlari A_1 va A_2 bo'lgan izotoplar aralashmasidan tashkil topgan qotishmaning massa soni A , tarkibiy qismlarining massa ulushlari η_1 va η_2 :

$$A = \eta_1 A_1 + \eta_2 A_2; \quad \eta_1 = \frac{A - A_2}{A_1 - A_2}; \quad \eta_2 = \frac{A_1 - A}{A_1 - A_2};$$

113-§. Atom yadrolarining bog'lanish energiyasi

- **Bog'lanish energiyasi** yadrolarning turg'unligini tushuntiradi va qanday jarayonlar yadro energiyasining ajralishiga olib kelishini ko'rsatadi.
- Nuklonlar yadroda yadro kuchlari tufayli mustahkam ushlab turiladi. Nuklonni yadrodan uzib olish uchun katta ish bajarish, ya'ni yadroga katta energiya berish kerak bo'ladi. Yadroni alohida nuklonlarga batamom parchalab yuborish uchun zarur bo'lgan energiya yadroning *bog'lanish energiyasi* deyiladi.
- Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, bog'lanish energiyasi alohida zarralardan yadro hosil bo'lishida chiqadigan energiyaga teng. Atom yadrolarining bog'lanish energiyasi juda katta.
- Yadroning tinchlikdagi M_{ya} massasi uni tashkil etuvchi protonlar bilan neytronlarning tinchlikdagi massalari yig'indisidan hamisha kichik bo'ladi:

$$M_{ya} < Z \cdot m_p + N \cdot m_n$$

- Massa defekti: $\Delta M = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ya}$.
- Nuklonlardan yadro hosil bo'lib massaning kamayishida bu zarralar sistemasining energiyasi, ya'ni bog'lanish energiyasi (E_{bog}) miqdorida kamayishini bildiradi:

$$E_{bog} = \Delta M c^2 = (Z m_p + N m_n - M_{ya}) \cdot c^2.$$

- Zarralardan yadro hosil bo'lishida, zarralar yadro kuchlarining qisqa masofalarda ta'sir qilishi hisobiga bir-biriga qarab nihoyatda katta tezlanish bilan harakatlanadi. Bunda nurlanadigan γ -kvantlar E_{bog} energiyaga va $\Delta M = E_{bog}/c^2$ massaga egadir.
- **Solishtirma bog'lanish energiyasi** – bu yadroning bitta nukloniga to'g'ri keladigan bog'lanish energiyasidir. U tajriba orqali aniqlanadi. Eng yengil yadrolarni hisobga olmaganda, solishtirma bog'lanish energiyasi taxminan doimiy va 8 MeV/nuklon ga teng. Massa sonlari 50 dan 60 gacha bo'lgan elementlar, ya'ni temir va tartib nomeri unga yaqin elementlar maksimal solishtirma bog'lanish energiyasiga ega. Bu elementlarning yadrolari eng barqaror yadrolardir. Og'ir yadrolarda solishtirma bog'lanish energiyasi, protonlar orasidagi Kulon itarishish energiyasining ortishi hisobiga Z ortishi bilan kamayadi. Kulon kuchlari yadroni parchalab yuborishga intiladi. Yadrodagi proton va neytronlarning alohida massalari va energiyalari orasidagi munosabat: $M_n < M_p + M_n$; $m_n < m_p + m_n$; $E_n < E_p + E_n$; $W_p < W_p + W_n$.
- Yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi:

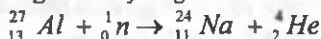
$$\varepsilon = \frac{(Z m_p + (A - Z) m_n - M_{ya}) \cdot c^2}{A}; \quad \varepsilon = \frac{\Delta W}{A}$$

114-§. Yadroviy va termoyadroviy reaksiyalar

- **Yadro reaksiyalari.** Atom yadrolari o'zaro ta'sirlarda biri ikkinchisiga aylanadi. Bunday aylanishlarda biridan ikkinchisiga aylanayotgan zarralar kinetik energiyalari ko'payishi yoki kamayishi mumkin. *Atom yadrolarining elementar zarralar bilan yoki bir-birlari bilan o'zaro ta'sirida o'zgarishlari yadro reaksiyalari* deb ataladi.
- Yadro reaksiyalari zarralar yadrolarga taqalib yaqinlashganida va yadroviy kuchlarning ta'sir doirasiga tushganida ro'y beradi. Ayni bir xil zaryadli zarralar bir-biridan itariladi. Shuning uchun musbat zaryadli zarralarning yadrolar bilan yaqinlashishi bu zarralarga katta kinetik energiya berilgandagina mumkindir. Bunday energiya protonlar, deyttronlar, α -zarralar va boshqa yanada og'irroq yadrolarga elementar zarralar va ionlarning tezlantgichlari yordamida beriladi.

- **Termoyadro reaksiyasi.** Yengil yadrolarning qo'shilganida ularning tinchlikdagi massasining kamayishi, binobarin, katta miqdorda energiya chiqishi mumkinligini bildiradi.

- Neytronlarning zaryadi bo'lmagani uchun ular atom yadrolariga qarshiliksiz kira oladi va ularda o'zgarishlar yuzaga keltiradi. Masalan:



- Yadro reaksiyasi zaryadning saqlanish qonuni va massaning saqlanish qonuniga bo'ysinadi. Bunda reaksiyaga qadar element va zarralar massalarining yig'indisi reaksiyadan keyin hosil bo'lgan elementlar va zarralar massalari yig'indisiga teng bo'ladi. Xuddi shuningdek, reaksiyaga qadar element va zarralar zaryadlarining yig'indisi reaksiyadan keyin hosil bo'lgan elementlar va zarralar zaryadlarining yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:



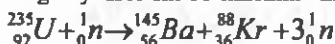
Bu erda X, Y, F, W qandaydir elementlar va zarralar,

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

- Neytronlar yordamida uyg'otilgan holatga o'tkazilgan og'ir yadrolar bo'linish mahsulotlarining taxminan 2 ta bir xil qismga ajralishi *og'ir yadrolarning bo'linishi* deyiladi.
- **Nuklonlar sonining saqlanish qonuni.** Reksiyaga kirayotgan yadro va zarralarning umumiy nuklonlar soni undan so'ng hosil bo'layotgan yadro va zarralarning umumiy nuklonlar soniga teng.
- **Yadro reaksiyalari uchun elektr zaryadining saqlanish qonuni.** Reksiyaga kirayotgan yadro va zarralarning yig'indi elektr zaryadi reaksiyadan so'ng hosil bo'lgan yadro va zarralarning yig'indi elektr zaryadiga teng.
- Yadrolar qo'shilishi uchun 10^{-13} m masofaga yaqinlashishlari, ya'ni yadro kuchlarining ta'sir doirasiga tushishlari shart.
- Og'ir yadroni bo'laklarga bo'lish uchun kerak bo'ladigan minimal energiya *aktivatsiya energiyasi* yoki *bo'linish bo'sag'asi* deyiladi.
- Yadroning bo'linishida ajralib chiqqan ikki-uchta neytron boshqa yadroning bo'linish reaksiyasini amalga oshirishga imkon beradi. Natijada bo'linayotgan yadrolar soni keskin ortib ketib, o'zini o'zi bavom ettiuvchi reaksiya yuzaga keladi. Ushbu reaksiyaga *zanjir yadro reaksiyasi* deyiladi.
- Og'ir yadrolarning bo'linishida katta miqdorda energiya ajralib chiqadi.
- O'zini-o'zi davom ettiruvchi og'ir yadrolarining bo'linish reaksiyalariga *zanjir yadro reaksiyalari* deyiladi.
- Yadrolarning bo'linishini boshqaradigan reaksiyani amalga oshiriladigan qurilmaga *yadro reaktori (atom reaktori)* deyiladi.
- **Yadro yoqilg'isi:** uran izotoplari va plutoniy.
- **Neytronlarni sekinlatgich:** suv, og'ir suv, grafit.
- **Issiqlikni tashuvchi jism:** suv, suyuq natriy.

- **Yadro bo'linish reaksiyasini boshqaruvchi modda** – neytronlarni yutuvchi: bor, kadmij.
- Reaktorda ishlovchi va ularga xizmat qiluvchi insonlar organizmini γ nurlanish hamda neytronlar oqimi ta'siridan himoya qilish maqsadida reaktor tashqi tomondan γ kvant va neytronlarni ushlab qoluvchi himoya qobig'i bilan o'ralgan.
- **Himoya vositasi:** beton, qo'rg'oshin, temir qobiq.
- Yuqori temperaturada ($10^7 - 10^8 K$) yengil yadrolarning qo'shilish reaksiyasiga *termoyadro reaksiyasi* deyiladi.
- Termoyadro reaksiyalari, *sintez reaksiyalar* deb ataladi.
- **Uran yadrosining bo'linishi:** Og'ir yadrolarning neytron yutish yo'li bilan ikki bo'lakka ajraladigan yadro reaksiyasiga *yadroning bo'linishi* deyiladi. 1939-yilda Gann, Shtrassman Meytner birinchi bor uran 235 ni neytronlar bilan bombardimon qilib og'ir yadrolarni bo'linishini amalga oshirgan.



- Ikki yadro yoki yadro elementar zarra bir-biriga 10^{-15} m masofagacha yaqin kelganda yadro kuchlari hisobiga bir-biri bilan o'zaro intensiv ta'sirlashib, yadrolar tarkibining o'zgarish jarayoni *yadro reaksiyalari* deyiladi. Yadro reaksiyalari vaqtida yadrolarning energiya va impulslari qayta taqsimlanadi.
- Yadro reaksiyalari ro'y beradigan barcha yo'llar *yadro reaksiyalarining kanallari* deyiladi. Reaksiyaning boshlang'ich bosqichi kirish kanali, oxirgi bosqichi chiqish kanali deyiladi.

115-§. Radioaktiv nurlanishning biologik ta'siri

- Jismning ionlanish darajasini va jism yutgan energiyani xarakterlash uchun quyidagi kattaliklardan foydalaniladi:

1. **Ionlovchi nurlanishning yutilgan dozasi** — nurlantirilayotgan jismning birlik massasi tomonidan yutilgan ionlovchi nurlanish energiyasi. Uning SI dagi o'lchov birligi — grey (Gr). Nurlantirilayotgan jismning 1 kg massasiga ionlovchi nurlanishning 1 J energiyasi berilganda, yutilgan doza 1 Gr bo'ladi, ya'ni $1Gr = 1 \frac{J}{kg}$

2. **Kerma** — bilvosita ionlovchi nurlanish tufayli birlik massali jismda vujudga kelgan zaryadli zarralar kinetik energiyalarining yig'indisi. Kerma inglizcha Kinetic Energy Released in Material so'zlarning bosh harflaridan olingan. Kerma ham grey (Gr) larda o'lchanadi. Lekin kerma va yutilgan doza bir-biridan farq qiluvchi fizik kattaliklardir. Bu farqning mohiyati quyidagicha: yutilgan doza tushunchasi bevosita ionlovchi nurlanishlar (masalan zaryadli zarralar) ga nisbatan qo'llaniladi, Kerma tushunchasi esa bevosita emas, balki bilvosita ionlovchi nurlanishni xarakterlaydi. Masalan, γ -kvantlar yoki neytronlar jismga tushganida ularning o'zlari to'g'ridan-to'g'ri jism atomlarini ionlashtirmaydi. Ularning atom yoki atom yadrosi

bilan ta'sirlanishi tufayli zaryadli zarralar hosil bo'ladi. Bu zarralar esa jism atomlarini ionlashtiradi. Boshqacha qilib aytganda, γ -nurlar yoki neytronlar jismga tushganda jism atomlarini bilvosita ionlashtiradi.

3. Rentgen va gamma nurlanishning ekspozitsion dozasi— nurlanishning havodagi ionlovchi ta'sirini xarakterlovchi kattalik bo'lib, u quruq atmosfera havosining birlik massasida rentgen va γ -nurlanish vujudga keltiradigan bir xil ishorali ionlarning umumiy zaryad miqdori bilan aniqlanadi. SI da $\frac{C}{kg}$ (kulon taqsim kilogramm) larda o'lchanadi.

4. Nurlanishning ekvivalent dozasi—tirik organizm, to'qima yoki organda nurlanish ta'sirida vujudga keladigan yomon (salbiy) oqibatlar o'lchovidir.

Birligi — zivert (ZV): $1ZV = 1 \frac{J}{kg}$

Ilgari chop etilgan adabiyotlarda uchraydigan birliklar va SI birliklari orasida quyidagi munosabatlar o'rinni:

$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gr}$; $1R(\text{rentgen}) = 2.58 \cdot 10^{-4} \frac{C}{kg}$; $1\text{ber} = 10 \text{ ZV}$;

Grek alfaviti

Bosma harflar	Nomi	Bosma harflar	Nomi
A α	alfa	Ν ν	nyu
B β	beta	Ξ ξ	ksi
Γ γ	gamma	Ο ο	omikron
Δ δ	del'ta	Π π	pi
Ε ε	epsilon	Ρ ρ	ro
Ζ ζ	dzeta	Σ σ	sigma
Η η	eta	Τ τ	tau
Θ θ	teta	Υ υ	ipsilon
Ι ι	yota	Φ φ	fi
Κ κ	kappa	Χ χ	xi
Λ λ	lambda	Ψ ψ	psi
Μ μ	myu	Ω ω	omega

Miqdor ulushlari va karrali kattaliklar

№	Nomlanishi	Belgilanishi		Ko'paytma
		Kiril	Xalqaro	

Karrali

1	Eksa	Э	E	10^{18}
2	Peta	Π	P	10^{15}
3	Tera	T	T	10^{12}
4	Giga	Γ	G	10^9
5	Mega	M	M	10^6
6	Kilo	K	K	10^3
7	Gekto	Г	G	10^2
8	deka	да	da	10

Ulushlari

1	Detsi	д	d	10^{-1}
2	Santi	с	s	10^{-2}
3	Milli	м	m	10^{-3}
4	Mikro	мк	μ	10^{-6}
5	Nano	н	n	10^{-9}
6	Piko	п	p	10^{-12}
7	Femto	ф	f	10^{-15}
8	atto	а	a	10^{-18}

Doimiy fizik kattaliklar

№	Nomi	Belgilanishi	Son qiymati va birligi	Son qiymati va birligi
1	Yorug'lik tezligi	s	$2.99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	$3 \cdot 10^8 \text{ m/c}$
2	Elektron zaryadi	e	$1.6021892 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Ka}$
3	Plank doimiysi	h	$6.626176 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	$6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Ж} \cdot \text{c}$
4	Avagadro soni (doimiysi)	N_A	$6.022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$
5	Atom massa birligi	a.m.b.	$1.6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$1.66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
6	Elektronning massasi	m_e	$9.109534 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $5.4858026 \cdot 10^{-4} \text{ a.m.b}$	$9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ $5.49 \cdot 10^{-4} \text{ a.m.б}$
7	Protonning tinch holatdagi massasi	m_p	$1.6726485 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ 1.00727647 a.m.b	$1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ 1 a.m.б
8	Neytronning tinch holatdagi massasi	m_n	$1.6749543 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ 1.00866501 a.m.b	$1.675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ 1 a.m.б
9	Elektron zaryadining massasiga nisbati	$\frac{e}{m_e}$	$1.7588047 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$	$1.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Ka}}{\text{кг}}$
10	Faradey doimiysi (soni)	F	$9.648456 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$	$9.65 \cdot 10^4 \frac{\text{Ka}}{\text{моль}}$
11	Ridberg doimiysi	R_∞	$1.097373 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$	$1.1 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{м}}$
12	Bor radiusi	a_0	$5.291771 \cdot 10^{-11} \text{ m}$	$5.3 \cdot 10^{-11} \text{ м}$
13	Universal gaz doimiysi	R	$8.31441 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$8.31 \frac{\text{Ж}}{\text{K} \cdot \text{моль}}$
14	Boltsman doimiysi	k	$1.380662 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	$1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Ж}}{\text{K}}$
15	Loshmidt doimiysi (soni)	n_0, N_L, L_0	$2.68719 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$	$2.69 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$
16	Gravitatsion doimiysi	G	$6.6720 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$	$6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{H} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
17	Erkin tushish tezlanishi	g	$9.80665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	$9.81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Doimiy fizik kattaliklar

№	Nomi	Belgilanishi	Son qiymati va birligi	Son qiymati va birligi
18	Suvning maksimal zichligi ($t = 3.98^{\circ}C$ va $p = 101325 Pa$)	ρ_{H_2O}	$999.973 kg \cdot m^{-3}$	$1000 \frac{kg}{m^3}$
19	Normal atmosfera bosimi	p_{atm}	$101325 Pa$	$10^5 Pa$
20	Normal sharoitda havoda tovushning tarqalish tezligi	ρ	$331.46 m \cdot s^{-1}$	$331.5 \frac{m}{s}$
21	Quyida eshitish chegarasi (bosimning nolinchisi sathi)	p_0	$0.00002 Pa$	$0.00002 Pa$
22	Normal sharoitda quruq havoning zichligi	ρ_{havo}	$1.293 kg \cdot m^{-3}$	$1.29 \frac{kg}{m^3}$
23	Normal sharoitda bir mol ideal gaz hajmi	V_m	$22.41383 \cdot 10^{-3} m^3 \cdot mol^{-1}$	$22.4 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{mol} = 22.4 \frac{dm^3}{mol}$
24	Magnit doimiysi	μ_0	$12.566371 \cdot 10^{-7} H \cdot m^{-1}$	$12.56 \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$
25	Elektr doimiysi	ϵ_0	$8.854188 \cdot 10^{-12} F \cdot m^{-1}$	$8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C}{m}$

Xalqaro birliklar sistemasi (SI)dagi asosiy birliklar

№	Kattalik nomi	Birliklar			
		Nomi	Belgilanishi		Ta'rifi
			kiril	xalqaro	
1	Uzunlik	Metr	m	m	Kripton-86 atomining vakuumdagi $2p_{1s}$ va $5d_5$ sathlari oralig'ida o'tish bo'lganda nurlanishga mos kelgan 1650763.73 to'liq uzunligiga teng.
2	Massa	Kilogram	xg	kg	Xalqaro etalon massasiga teng.
3	Vaqt	Sekund	c	s	Asosiy holatda bo'lgan seziiy-133 atomining ikkita juda yupqa sathlari oralig'ida o'tish bo'lganda 9192631770 nurlanish davriga teng.
4	Elektr toki kuchi	amper	A	A	Vakuumdagi bir-biridan 1 m uzoqlikda joylashgan, ko'ndalang kesimi hisobga olinmas darajada kichik bo'lgan cheksiz uzun o'tkazgichdan tok o'tganda o'tkazgichlarning har bir metriga o'zaro ta'sir kuchi $2 \cdot 10^{-7} N$ ga teng bo'ladigan holatda, o'tkazgichlardan o'tadigan tok kuchi.
5	Termodinamik temperatura	Kelvin	K	K	Suvning uchlangan nuqtasiga mos kelgan termodinamik temperaturaning $1/273.16$ qismiga teng.
6	Moda miqdori	Mol	Моль	mol	Massasi 0.012 kg bo'lgan ugleroddagi modd miqdori.
7	Yorug'lik kuchi	Kandela	кд	cd	Yuzasi $1/600000 m^2$, temperaturasi platinaning qotish temperaturasiga teng, tashqi bosim 101325 Pa bo'lgan holda, to'liq nurlantirgichdan perpendikulyar yo'nalishda chiqayotgan yorug'lik kuchi.

Qo'shimcha birliklar (SI)

№	Kattalik nomi	Birliklar			
		Nomi	Belgilanishi		Ta'rifi
			kiril	xalqaro	
1	Yassi burchak	Radian	рад	rad	O'z radiusi uzunligiga teng bo'lgan yoy qarshisidagi burchak
2	Fazoviy burchak	steradian	ср	sr	Sfera yuzasidan tomoni sfera radiusiga teng bo'lgan kvadrat yuzasiga teng bo'lgan soha hosil qiladigan, bir uchi sfera markazida bo'lgan markaziy burchak.

Hosilaviy birliklar (SI)

№	Fizik kattaliklar nomi	formulasi	Birligi	
			kiril	xalqaro
1	Zichlik	$\rho = \frac{m}{V}$	$\kappa\text{z} / \text{m}^3$	kg / m^3
2	Kuch	$F = ma$	H	N
3	Solishtirma og'irlik	$d = \frac{F}{V}$	H / m^3	N / m^3
4	Tezlik	$g = \frac{S}{t}$	m / c	m / s
5	Tezlanish	$a = \frac{g - g_0}{t}$	m / c^2	m / s^2
6	Kuch impulsi	$F \cdot t$	$\text{H} \cdot \text{c}$	$\text{N} \cdot \text{s}$
7	Impuls	$\Delta(mg)$	$\kappa\text{z} \cdot \text{m} / \text{c}$	$\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$
8	Kuch momenti	$M = F \cdot l$	$\text{H} \cdot \text{m}$	$\text{N} \cdot \text{m}$
9	Mexanik ish	$A = F \cdot l$	Ж	J
10	Mexanik quvvat	$N = \frac{A}{t}$	Вт	W
11	Potensial energiya	$E_p = mgh$	Ж	J
12	Kinetik energiya	$E_k = \frac{mg^2}{2}$	Ж	J
13	Bikrlik	$k = \frac{F}{\Delta l}$	H/m	N/m
14	Foydali ish koeffitsiyenti (FIK)	$\eta = \frac{A_1}{A_2} = \frac{A_1}{Q}$		
15	Burchak tezlik	$\omega = \frac{\alpha}{t}$	$\frac{\text{rad}}{\text{c}}$	$\frac{\text{rad}}{\text{s}}$
16	Burchak tezlanish	$\epsilon = \frac{\Delta\omega}{t}$	$\frac{\text{rad}}{\text{c}^2}$	$\frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$
17	Bosim	$p = \frac{F}{S}$	Па	Ra
18	Sirt taranglik koeffitsiyenti	$\sigma = \frac{F}{l}$	H/m	N/m
19	Tovush intensivligi		Белл	Bell
20	Tovush chastotasi	$\nu = \frac{1}{T}$	Гц	Hz
21	Tebranish davri	$T = t / N$	c	S
22	Issiqlik miqdori	$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$	Ж	J

Hosilaviy birliklar

№	Fizik kattaliklar nomi	formulasi	Birliqi	
			kiril	xalqaro
23	Solishtirma issiqlik sig'imi	$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$	$\frac{Ж}{кг \cdot K}$	$\frac{J}{kg \cdot K}$
24	Solishtirma yonish issiqligi	$q = \frac{Q}{m}$	$\frac{Ж}{кг}$	$\frac{J}{kg}$
25	Solishtirma erish issiqligi	$\lambda = \frac{Q}{m}$	$\frac{Ж}{кг}$	$\frac{J}{kg}$
26	Solishtirma bug'lanish issiqligi	$r = \frac{Q}{m}$	$\frac{Ж}{кг}$	$\frac{J}{kg}$
27	Nisbiy namlik	$\varphi = \frac{P}{P_1} \cdot 100\%$	—	—
28	Mexanik kuchlanish	$\sigma = \frac{F}{S}$	$\frac{H}{м^2}$	$\frac{N}{m^2}$
29	Termodinamik ish	$A = p(V_2 - V_1)$	Ж	J
30	Bosimning temperatura koeffitsiyenti	$\beta = \frac{\Delta p}{P_0 \Delta T}$	K^{-1}	K^{-1}
31	Chiziqli kengayish temperatura koeffitsiyenti	$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$	K^{-1}	K^{-1}
32	Hajmiy kengayishning temperatura koeffitsiyenti	$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$	K^{-1}	K^{-1}
33	Zaryad miqdori	$q = I \cdot t$	Кл	S
34	Zaryadlarning sirt zichligi	$\sigma = \frac{q}{S}$	$\frac{Кл}{м^2}$	$\frac{C}{m^2}$
35	Elektr maydonidagi nuqtaning potentsiali	$\varphi = \frac{A}{q_0}$	B	V
36	Elektr kuchlanish	$U = \varphi_2 - \varphi_1$	B	V
37	Tok kuchi	$I = \frac{q}{t}$	A	A
38	Elektr toki zichligi	$j = \frac{I}{S}$	$\frac{A}{м^2}$	$\frac{A}{m^2}$
39	Elektr maydon kuchlanganligi	$E = \frac{F}{q_0}$	$\frac{B}{м}$	$\frac{V}{m}$
40	Elektr sig'imi	$C = \frac{q}{\varphi}$	Ф	F
41	Elektr maydon energiyasi	$W_e = \frac{q \cdot u}{2}$	Ж	J
42	Elektr qarshiligi	$R = \rho \cdot l / s$	Ом	Ω

Hosilaviy birliklar

№	Fizik kattaliklar nomi	formulasi	Birligi	
			kiril	xalqaro
43	Solishtirma qarshilik	$\rho = R \frac{S}{l}$	$\Omega \cdot m$	$\Omega \cdot m$
44	Elektr o'tkazuvchanlik	$\xi = \frac{l}{R \cdot S}$	$\frac{1}{\Omega \cdot m}$	$\frac{1}{\Omega \cdot m}$
45	Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik	$\sigma = \frac{1}{\rho}$	$\frac{1}{\Omega \cdot m}$	$\frac{1}{\Omega \cdot m}$
46	Elektr tokining ishi	$A = I \cdot U \cdot t$	Ж	J
47	Elektr tokining quvvati	$P = I \cdot U$	Вт	W
48	Magnit oqimi	$\Phi = BS \cos \varphi$	Вб	Wb
49	Magnit induksiyasi	$B = \frac{F}{I \cdot l \sin \alpha}$	T	T
50	Magnit maydon kuchlanganligi	$H = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0}$	$\frac{A}{m}$	$\frac{A}{m}$
51	Induktivlik	$L = \frac{\Phi}{I}$	Г	H
52	Magnit maydon energiyasi	$W_m = \frac{LI^2}{2}$	Ж	J
53	Tebanish konturi davri	$T = 2\pi\sqrt{LC}$	c	s
54	Induktiv qarshilik	$x_L = \omega L$	Ωm	Ω
55	Sig'im qarshilik	$x_C = \frac{1}{\omega C}$	Ωm	Ω
56	Reaktiv qarshilik	$x_L - x_C$	Ωm	Ω
57	Aktiv quvvat	$P = J \cdot U \cos \varphi$	Вт	W
58	Reaktiv quvvat	$Q = J \cdot U \sin \varphi$	ВА,	VA,
59	Yorug'lik oqimi	$\Phi = J \omega$	лм	Lm
60	Yoritilganlik	$E = \frac{F}{S}$	лк	Lx
61	Ravshanlik	$B = \frac{J}{S}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kg}{m^2}$
62	Linza ning optik kuchi	$D = \frac{1}{F}$	дптр	Dptr
63	Yutilgan nurlanish dozasi	$D = \frac{E}{m}$	Гр	Gr
64	Nurlanish intensivligi	$I = \frac{W}{\pi r^2}$	$\frac{Bm}{m^2 \cdot c}$	$\frac{W}{m^2 \cdot s}$

Qattiq moddalarning zichligi

Modda nomi	$\left(\frac{\text{gramm}}{\text{sm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}\right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Modda nomi	$\left(\frac{\text{gramm}}{\text{sm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}\right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$
Alyuminiy	2.7	2700	Parafin	0.9	900
Quruq qayin	0.7	700	Qum (quruq)	1.5	1500
Beton	2.2	2200	Platina	21.5	21500
Granit (harsang tosh)	2.6	2600	Probka (po'kak)	0.2	200
Quruq qarag'ay	0.5	500	Osh tuzi	2.1	2100
Quruq eman (dub)	0.8	800	Qurg'oshin	11.3	11300
Quruq archa	0.6	600	Kumush	10.5	10500
Temir	7.9	7900	Butilka shishasi	2.7	2700
Po'lat	7.8	7800	Deraza oynasi	2.5	2500
Oltin	19.3	19300	Chinni	2.3	2300
G'isht	1.8	1800	Sement	1.4	1400
Jez	8.5	8500	Rux	7.1	7100
Muz (0°C)	0.9	900	Cho'yan	7.0	7000
Mis	8.9	8900	Ebonit	1.2	1200
Marmar	2.7	2700	Kapron	1.14	11400
Bo'r	2.4	2400	Polietilen	0.94	940
Nikel	8.9	8900	Porolon	0.2	200
Qalay	7.3	7300			

Suyuqliklarning zichligi

Modda nomi	$\left(\frac{\text{gramm}}{\text{sm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}\right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Modda nomi	$\left(\frac{\text{gramm}}{\text{sm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}\right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$
Suv (4°C)	1.00	1000	Kerosin	0.80	800
Suv (dengiz suvi)	1.03	1030	Mazut	0.90	900
Zaytun yog'i	0.92	920	Simob (0°C)	13.60	13600
Sut	1.03	1030	Sulfat kislota	1.84	1840
Asal	1.42	1420	Skipidar	0.86	860
Neft	0.76-0.8	760-800	Spirt	0.80	800
Mis kuporo eritmasi (to'yingan)	1.15	1150	Efir	0.72	720
Benzin	0.70	700	O'simlik moyi (paxta)	0.90	900

Gazlarning zichliklari
(0°S va 760 mm sim. ust. bosimida)

Modda nomi	$\left(\frac{\text{gramm}}{\text{sm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}\right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Modda nomi	$\left(\frac{\text{gramm}}{\text{sm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}\right)$	$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$
Azot	0.00125	1.250	Neon	0.00090	0.900
Ammiak	0.00077	0.770	Karbonat anhidrid	0.00198	1.980
Havo	0.00129	1.290	Xlor	0.00321	3.210
Vodorod	0.00009	0.090	Yonuvchi gaz	0.0005	0.500
Gelij	0.00018	0.180	Suv bug'i (100°S da)	0.0006	0.600
Kislorod	0.00143	1.430			

Yoqilg'ining yonish issiqligi $\left(\frac{J}{kg \cdot da}\right)$

Antratsit	$3.4 \cdot 10^7$	Toshko'mir	$2.9 \cdot 10^7$
Benzin	$4.6 \cdot 10^7$	Kerosin	$4.6 \cdot 10^7$
Qo'ng'ir ko'mir	$1.7 \cdot 10^7$	Neft	$4.6 \cdot 10^7$
Vodorod	$1.4 \cdot 10^7$	Porox	$0.3 \cdot 10^7$
O'tin (quruq qayin)	$1.3 \cdot 10^7$	Spirit	$2.9 \cdot 10^7$
O'tin (quruq qarag'ay)	$1.3 \cdot 10^7$	Torf	$1.5 \cdot 10^7$
Pista ko'mir	$3.4 \cdot 10^7$	Tabiiy gaz	$3.7 \cdot 10^7$

Qattiq va suyuq jismlarning solishtirma issiqlik sig'irlari $\left(\frac{J}{kg \cdot grad}\right)$

Alyuminiy	880	Platina	130
Beton	880	Simob	130
Suv	4200	Qo'rg'oshin	130
Havo	1008	Kumush	210
Temir	460	Spirit	2500
Kerosin	2100	Po'lat	460
Jez	380	Shisha	800
G'isht	756	Rux	380
Muz	2100	Cho'yan	550
Nikel	460	Efir	2352
Qalay	210	Mis	380
Qum	966	Yog'och	1680

Gazlarning solishtirma issiqlik sig'imi

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi $\frac{kJ}{(kg \cdot K)}$	Kondensatsiya temperaturasi °C
Azot	1.0	-196
Vodorod	1.4	-253
Havo	1.0	-
Kislород	0.92	-183

Moddalarning erish va qotish temperaturasi (°C va 760 mm sim. ust. bosimda)

Alyuminiy	660	Qo'rg'oshin	327
Toza suv	0	Kumush	960
Volfram	3380	Spirt	-117
Temir	1535	Po'lat	1400
Oltin	1064	Rux	420
Muz	0	Efir	-116
Mis	1083	Azot	210
Naftalin	80	Po'lat	1300-1500
Qalay	232	Cho'yan	100-1200
Platina	1764	Osmiy	5500
Simob	-39		

Moddalarning solishtirma erish issiqligi $\left(\frac{J}{kg}\right)$

Alyuminiy	$3.9 \cdot 10^4$	Platina	$1.13 \cdot 10^4$
Temir	$2.7 \cdot 10^4$	Simob	$1.17 \cdot 10^4$
Oltin	$0.67 \cdot 10^5$	Qo'rg'oshin	$0.21 \cdot 10^4$
Muz	$3.4 \cdot 10^4$	Kumush	$0.88 \cdot 10^4$
Mis	$1.8 \cdot 10^4$	Rux	$1.17 \cdot 10^4$
Naftalin	$1.5 \cdot 10^4$	Oq cho'yan	$1.38 \cdot 10^4$
Qalay	$0.58 \cdot 10^4$	Kulrang cho'yan	$0.96 \cdot 10^4$

Moddalarning qaynash temperaturasi (760 mm sim. ust. bosimda)

Moddalar	°C	Moddalar	°C
Alyuminiy	2330	Mis	2582
Suv	100	Naftalin	218
Vodorod	-253	Qalay	2337
Suyuq havo	-193	Simob	357
Azot	-195.81	Qo'rg'oshin	1750
Geliy	-269	Spirt	78
Temir	2840	Rux	907
Oltin	2600	Efir	35
Kislorod	-183	Platina	1774

Qaynash temperaturasining bosimga bog'liq bo'lishi

Suv bug'ining bosimi (texnik atmosferada)	Suvning qaynash temperaturasi
1	100
3	132.9
15.341	150
84.7-885	200
217.72	374

Solishtirma bug'lanish issiqligi $\left(\frac{J}{kg}\right)$

(normal sharoitda va qaynash temperaturasida)

Suv	$2.3 \cdot 10^6$	Efir	$0.4 \cdot 10^6$
Simob	$0.3 \cdot 10^6$	Ammiak (suyuq holda)	$1.4 \cdot 10^6$
Spirit	$0.9 \cdot 10^6$		

Solishtirma qarshilik $\left(\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}\right)$

Alyuminiy	0.028	Po'lat	0.1200
Volfram	0.055	Rux	0.060
Temir	0.12	Konstantan	0.48
Mis	0.017	Nikelin	0.4200
Platina	0.100	Nixrom	1.00
Simob	0.958	10% sulfat kislota eritmasi	2.60
Qo'rg'oshin	0.21	Oltin	0.018
Kumush	0.016		

Mustahkamlik chegarasi σ_v va Yung (elastiklik) moduli E

Modda	σ_v MPa	E GPa
Alyuminiy	100	70
Mis	400	120
Qalay	20	50
Qo'rg'oshin	15	15
Kumush	140	30
Po'lat	500	200

**Suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyenti
mN/m. (20°C)**

Suv	73	Neft	30
Kerosin	24	Simob	510
Sovun eritmasi	40	Spirit	22

**To'yingan bug' bosimi P va zichligi ρ ning
temperatura t ga bog'liqligi**

$t, ^\circ\text{C}$	P, kPa	$\rho, \text{g/m}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	P, kPa	$\rho, \text{g/m}^3$
+5	0.40	3.2	10	1.23	9.4
0	0.61	4.8	11	1.33	10.0
1	0.65	5.2	12	1.40	10.7
2	0.71	5.6	13	1.49	11.4
3	0.76	6.0	14	1.60	12.1
4	0.81	6.4	15	1.71	12.8
5	0.88	6.8	16	1.81	13.6
6	0.93	7.3	17	1.93	14.5
7	1.0	7.8	18	2.07	15.4
8	1.06	8.3	19	2.20	16.3
9	1.14	8.8	20	2.33	17.3

Psixometrik jadval

Quruq termometrning ko'rsatishi, °C	Quruq va nam termometrlarning ko'rsatishlarining farqi, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Moddalarning dielektrik sindiruvchanligi

Suv	81	Parafin	2.1
Kerosin	2.1	Slyuda	6
Moy	2.5	Shisha	7

**Metallar va qotishmalarning solishtirma qarshiligi (20°C
da) va qarshiliklarning temperatura
koeffitsiyenti**

moda	$R_t \cdot 10^{-2}$ $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	b, K^{-1}	Modda	$R_t \cdot 10^{-2}$ $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	b, K^{-1}
Alyuminiy	2.8	0.0042	Nixrom	110	0.0001
Volfram	5.5	0.0048	Qo'rg'oshin	21	0.0037
Jez	7.1	0.001	Kumush	1.6	0.004
Mis	1.7	0.0043	Po'lat	12	0.006
Nikelin	42	0.0001			

**Elektrokimyoviy ekvivalentlar,
mg/C yoki (10^{-4}kg/C)**

Alyuminiy (Al^{3+})	0.093	Nikel (Ni^{2+})	0.30
Vodorod (H^+)	0.0104	Kumush (Ag^+)	$1.12 \cdot 10^{-4}$
Kislorod (O^{2-})	0.083	Xrom (Cr^{3+})	0.18
Mis (Cu^{2+})	0.33	Rux (Zn^{2+})	0.34
Qalay (Sn^{2+})	0.62		

Elektronlarning chiqish ishi, eV (elektron volt)

$$1\text{eV} = 1.67 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

Volfram	4.5	Platina	5.3
Qalay	2.2	Kumush	4.3
Litiy	2.4	Rux	4.2
Bariy oksid	1.0		

**Sindirish ko'rsatkichi
(ko'rinadigan nurlar uchun o'rtacha)**

Olmos	2.4	Uglerod	1.63
Suv	1.3	Etil spirti	1.36
Havo	1.00029	Shisha	1.6

Elementar zarralar jadvali

№	Zarra nomi	Belgilar	Eslatma
1	Proton	1_1P	
2	Elektron	${}^0_{-1}e$	
3	Neytron	1_0n	
4	Pozitron	${}^0_1P^+$	
5	α -zarra	4_2He	A-4 Z-2
6	β -zarra	${}^0_{-1}E$	Z+1
7	Vodorod	1_1H	
8	γ -nurlanish (zarra)	0_0n	
9	Deytriy	2_1H	
10	Tritiy	3_1H	

Quyosh, Yer va Oy to'g'risidagi ma'lumotlar

Quyosh radiusi, m	$6.96 \cdot 10^8$
Quyosh massasi, kg	$1.99 \cdot 10^{30}$
Yerning o'rtacha radiusi, m	$6.371 \cdot 10^6$
Yer massasi, kg	$5.976 \cdot 10^{24}$
Yerning o'z o'qi atrofida to'la aylanish vaqti	23 soat 50 minut 4.09 sekund
Erkin tushish tezlanishi (Parij kengligida, dengiz sathida), m/c^2	9.80665
Normal atmosfera bosimi, Pa	101325
Havoning mollyar massasi, kg/mol	0.029
Yerdan quyoshgacha o'rtacha masofa, m	$1.496 \cdot 10^{11}$
Oy radiusi, m	$1.737 \cdot 10^6$
Oy massasi, kg	$7.35 \cdot 10^{22}$
Oyning yer atrofida aylanish davri	27 sutka 7 soat 43 minut
Oy sirtida erkin tushish tezlanishi, m/s^2	1.623
Oydan Yergacha o'rtacha masofa, m	$3.844 \cdot 10^6$

0-90° burchaklar uchun sinuslar, kosinuslar, tangens va kotangenslar qiymatlari jadvali

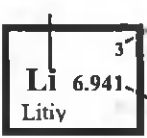
Graduslar	Sinuslar	Kosinuslar	Tangenslar	Kotangenslar
0	0	1	0	-
1	0,0175	0,9998	0,0175	57,29
2	0,0349	0,9994	0,0349	28,636
3	0,0523	0,9986	0,0524	19,081
4	0,0698	0,9976	0,0699	14,301
5	0,0872	0,9962	0,0875	11,43
6	0,1045	0,9945	0,1051	9,5144
7	0,1219	0,9925	0,1228	8,1443
8	0,1392	0,9903	0,1405	7,1154
9	0,1564	0,9877	0,1584	6,3138
10	0,1736	0,9848	0,1763	5,6713
11	0,1908	0,9816	0,1944	5,1446
12	0,2079	0,9781	0,2126	4,7046
13	0,225	0,9744	0,2309	4,3315
14	0,2419	0,9703	0,2493	4,0108
15	0,2588	0,9659	0,2679	3,7321
16	0,2756	0,9613	0,2867	3,4874
17	0,2924	0,9563	0,3057	3,2709
18	0,309	0,9511	0,3249	3,0777
19	0,3256	0,9455	0,3443	2,9042
20	0,342	0,9397	0,364	2,7475
21	0,3584	0,9336	0,3839	2,6051
22	0,3746	0,9272	0,404	2,4751
23	0,3907	0,9205	0,4245	2,3559
24	0,4067	0,9135	0,4452	2,246
25	0,4226	0,9063	0,4663	2,1445
26	0,4384	0,8988	0,4877	2,0503
27	0,454	0,891	0,5095	1,9626
28	0,4695	0,8829	0,5317	1,8807
29	0,4848	0,8746	0,5543	1,804
30	0,5	0,866	0,5774	1,7321
31	0,515	0,8572	0,6009	1,6643
32	0,5299	0,848	0,6249	1,6003
33	0,5446	0,8387	0,6494	1,5399
34	0,5592	0,829	0,6745	1,4826
35	0,5736	0,8192	0,7002	1,4281
36	0,5878	0,809	0,7265	1,3764
37	0,6016	0,7988	0,753	1,3279
38	0,6154	0,7882	0,7807	1,2808
39	0,6291	0,7774	0,8092	1,2358
40	0,6425	0,7663	0,8385	1,1926
41	0,6558	0,7549	0,8687	1,1512
42	0,6689	0,7434	0,8997	1,1114
43	0,6817	0,7316	0,9318	1,0732

Graduslar	Sinuslar	Kosinuslar	Tangenlar	Kotangenlar
44	0,6944	0,7196	0,9649	1,0363
45	0,7068	0,7074	0,9992	1,0008
46	0,7191	0,695	1,0347	0,9665
47	0,7311	0,6823	1,0715	0,9333
48	0,7429	0,6694	1,1097	0,9012
49	0,7544	0,6564	1,1494	0,87
50	0,7658	0,6431	1,1907	0,8399
51	0,7769	0,6297	1,2338	0,8105
52	0,7877	0,616	1,2787	0,782
53	0,7984	0,6022	1,3258	0,7543
54	0,8087	0,5882	1,375	0,7273
55	0,8189	0,574	1,4267	0,7009
56	0,8288	0,5596	1,481	0,6752
57	0,8384	0,5451	1,5382	0,6501
58	0,8478	0,5304	1,5985	0,6256
59	0,8569	0,5155	1,6623	0,6016
60	0,8658	0,5005	1,7299	0,5781
61	0,8744	0,4853	1,8018	0,555
62	0,8827	0,47	1,8782	0,5324
63	0,8908	0,4545	1,9599	0,5102
64	0,8985	0,4389	2,0474	0,4884
65	0,9061	0,4231	2,1413	0,467
66	0,9133	0,4073	2,2425	0,4459
67	0,9203	0,3913	2,352	0,4252
68	0,927	0,3752	2,4708	0,4047
69	0,9334	0,3589	2,6003	0,3846
70	0,9395	0,3426	2,7422	0,3647
71	0,9453	0,3262	2,8983	0,345
72	0,9509	0,3096	3,071	0,3256
73	0,9561	0,293	3,2633	0,3064
74	0,9611	0,2763	3,4788	0,2875
75	0,9658	0,2595	3,7222	0,2687
76	0,9701	0,2426	3,9993	0,25
77	0,9742	0,2256	4,3181	0,2316
78	0,978	0,2086	4,6887	0,2133
79	0,9815	0,1915	5,1254	0,1951
80	0,9847	0,1743	5,6479	0,1771
81	0,9876	0,1571	6,2846	0,1591
82	0,9902	0,1399	7,0781	0,1413
83	0,9925	0,1226	8,0952	0,1235
84	0,9944	0,1053	9,4468	0,1059
85	0,9961	0,0879	11,332	0,0882
86	0,9975	0,0705	14,146	0,0707
87	0,9986	0,0531	18,804	0,0532
88	0,9994	0,0357	28,011	0,0357
89	0,9998	0,0182	54,816	0,0182
90	1	0,0008	-	0,0008

D. I. MENDELEEVNING KIMYOVIY

Davrlar	I	II	III	IV	V
1	{H}				
2	³ Li 6.941 Litiy	⁴ Be 9.0122 Berilliy	⁵ B 10.811 Bor	⁶ C 12.01115 Uglerod	⁷ N 14.0067 Azot
3	¹¹ Na 22.9898 Natriy	¹² Mg 24.305 Magniy	¹³ Al 26.9815 Alyuminiy	¹⁴ Si 28.088 Kremniy	¹⁵ P 30.9738 Fosfor
4	¹⁹ K 39.0983 Kaliy	²⁰ Ca 40.08 Kaltsiy	²¹ Sc 44.956 Skandiy	²² Ti 47.88 Titan	²³ V 50.942 Vannadiy
	²⁹ 63.546 Cu Mis	³⁰ 65.39 Zn Rux	³¹ 69.72 Ga Galliy	³² 72.59 Ge Germaniy	³³ 74.9216 As Mishyak
5	³⁷ Rb 85.47 Rubidiy	³⁸ Sr 87.62 Strontsiy	³⁹ Y 88.905 Ittriy	⁴⁰ Zr 91.22 Tsirkoniy	⁴¹ Nb 92.906 Niobiy
	⁴⁷ 107.868 Ag Kumush	⁴⁸ 112.41 Cd Kadmiy	⁴⁹ 114.82 In Indiy	⁵⁰ 116.710 Sn Qalay	⁵¹ 121.75 Sb Surma
6	⁵⁵ Cs 132.905 Tseziy	⁵⁶ Ba 137.33 Bariy	⁵⁷ La 138.91 Lantan	⁷² Hf 178.49 Gafniy	⁷³ Ta 180.946 Tantal
	⁷⁹ 196.967 Au Oltin	⁸⁰ 200.59 Hg Simob	⁸¹ 204.383 Tl Talliy	⁸² 207.19 Pb Qo'rg'oshin	⁸³ 208.890 Bi Vismut
7	⁸⁷ Fr [223] Frantsiy	⁸⁸ Ra [226] Radiy	⁸⁹ As** [227] Aktiniy	¹⁰⁴ Ku [261] Kuryatoviy	¹⁰⁵ (Ns) (Nilsboriy)
Lantanoidlar					
⁵⁸ Ce 140.12 Tseziy	⁵⁹ Pr 140.907 Prazeodim	⁶⁰ Nd 144.24 Neodim	⁶¹ Pm [145] Prometiy	⁶² Sm 150.36 Samariy	⁶³ Eu 151.98 Evropiy
⁶⁵ Tb 158.92 Terbiy	⁶⁶ Dy 162.50 Disproziy	⁶⁷ Ho 164.930 Golmiy	⁶⁸ Er 167.28 Erbiy	⁶⁹ Tm 168.934 Tuliy	⁷⁰ Yb 173.04 Itterbiy
					⁷¹ Lu 174.97 Lyutetsiy

ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

VI		VII		VIII			
		1 1.797 H Vodorod		2 4.26 He Geliy		Elementning belgisi Atom nomeri  Atom massasi	
8 15.9994 O Kislород		9 18.9984 F Ftor		10 20.179 Ne Neon			
16 32.66 S Oltinugurt		17 35.453 Cl Xlor		18 39.946 Ar Argon			
24 Cr 51.996 Xrom	25 Mn 54.938 Marganets	26 Fe 55.847 Temir	27 Co 58.9332 Kobalt	28 Ni 58.71 Nikel			
34 78.96 Se Selen	35 79.904 Br Brom	36 83.80 Kr Kripton					
42 Mo 95.94 Molibden	43 Tc [98] Texnitsey	44 Ru 101.07 Ruteniy	45 Rh 102.905 Rodiy	46 Pd 106.4 Palladiy			
52 127.60 Te Tellur	53 126.9044 I Yod	54 131.29 Xe Ksenon					
74 W 183.85 Volfram	75 Re 186.2 Reniv	76 Os 190.2 Osmiy	77 Ir 192.2 Iridiy	78 Pt 195.08 Platina			
84 [209] Po Poloniy	85 [210] At Astat	86 [222] Rn Radon	O'rtiq qavslarda eng barqaror yoki yaxshi o'rganilgan izotoplar massa sonlari berilgan; yaxshi o'rganilgan izotoplar [] belgi bilan berilgan.				
* * Aktinoidlar							
90 Th 232.038 Toriy	91 Pa [231] Protaktiniy	92 U 238.03 Uran	93 Np [237] Neptuniy	94 Pu [244] Plutoniy	95 Am [243] Amerisdiy	96 Cm [247] Kyuriy	
97 Bk [247] Berkliy	98 Cf [251] Kaliforniy	99 Es [252] Enshteyniy	100 Fm [257] Fermiy	101 Md [258] Meiudeleeviy	102 (No) [259] (Noheliy)	103 (Lr) [263] (Lourensiy)	

SAVOLLAR

1. Kinematikaga oid savollar

1. Fizika qismlari.
2. Mexanika
3. Kinematika
4. Dinamika
5. Statika
6. Mexanik harakat
7. Moddiy nuqta
8. Hjarillanma harakat
9. Sanoq jismi.
10. Sanoq sistamasi
11. Koordinatalar sistemasi va turlari
12. Traektoriya.
13. Yo'l.
14. Ko'chish
15. Kesma nima?
16. Vektor nima?
17. Vektorlarni qo'shish qoidalari
18. Bir xil yo'nalishli vektorlar qanday qo'shiladi?
19. Qarama-qarshi yo'nalishli vektorlar qanday qo'shiladi?
20. Vektorni songa ko'paytirish
21. Vektor va skalyar kattaliklar
22. Traektoriya shakliga qarab harakatlar qanday turlarga bo'linadi?
23. Qanday harakat turida ko'chish yo'lga teng?
24. Egri chiziqli harakatda ko'chishning miqdori kattami yoki bosib o'tilgan yo'l uzunligimi?
25. To'g'ri chiziqli tekis harakat.
26. Tezlik ta'rifi formulasi va birligi
27. Umumiy holda harakat tenglamasi
28. To'g'ri chiziqli tekis harakat tenglamasi
29. To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l va vaqt formulalari
30. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlikning vaqtga bog'liqlik grafigi
31. To'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'lning vaqtga bog'liqlik grafigi
32. To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik moduli va yo'nalishi qanday o'zgaradi?
33. Tezlikning vaqtga bog'liqligidan hosil bo'lgan yuza son jihatidan qanday kattalikka teng?
34. Spidometr.
35. Tezlik qanday kattalik?
36. Harakat qonuni nima?
37. To'g'ri chiziqli tekis harakatning yo'l grafigi qanday chiziq?
38. Tezliklari turlicha bo'lgan to'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l grafiklari qaysi biri tikroq bo'ladi?
39. To'g'ri chiziqli tekis harakat tezlik grafigidan moddiy nuqta bosib o'tgan yo'li qanday aniqlanadi?
40. Harakat nisbiyligi

41. Turli holatlar uchun tezliklar qo'shilishi
42. Ikkitadan ortiq tezliklar qanday qo'shiladi?
43. Bir-biriga tik yo'nalgan tezliklar qanday qo'shiladi?
44. Vektorlarni kosinuslar teoremasi bo'yicha qo'shish?
45. Notekis harakat va turlari
46. Tekis tezlanuvchan harakat.
47. Tekis sekinlanuvchan harakat
48. O'rtacha tezlik va oniy tezlik ta'rifi va formulasi.
49. Tezlanish ta'rifi va formulasi.
50. Tekis o'zgaruvchan harakat
51. Tekis tezlanuvchan harakatda oniy tezlik formulasi
52. Tekis tezlanuvchan harakatda yo'l formulasi
53. Tekis tezlanuvchan harakatda tezlikning vaqtga bog'liqlik grafigi
54. Tekis tezlanuvchan harakatda yo'lning vaqtga bog'liqlik grafigi
55. Tekis tezlanuvchan harakatda tezlanishning vaqtga bog'liqlik grafigi
56. Tekis sekinlanuvchan harakatda oniy tezlik formulasi
57. Tekis sekinlanuvchan harakatda yo'lning vaqtga bog'liqlik grafigi
58. Tekis sekinlanuvchan harakatda yo'l formulasi
59. Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlikning vaqtga bog'liqlik grafigi
60. Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanishning vaqtga bog'liqlik grafigi
61. Tekis o'zgaruvchan harakatda yo'l formulasi
62. Tekis o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlik formulasi
63. Qaysi harakat turida tezlanish noldan katta bo'ladi?
64. Qaysi harakat turida tezlanish noldan kichik bo'ladi?
65. Qaysi harakat turida tezlanish nolga teng bo'ladi?
66. Musbat va manfiy tezlanishlar qaysi harakat turlarida qo'llaniladi?
67. Tekis tezlanuvchan harakat tenglamasi
68. Tekis sekinlanuvchan harakat tenglamasi
69. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda tezlik moduli va yo'nalishi
70. To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik moduli va yo'nalishi
71. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda tezlanish moduli va yo'nalishi
72. To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanish moduli va yo'nalishi
73. Erkin tushish
74. Erkin tushish tezlanishi va uning qiymatlari
75. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning oniy tezligi
76. Boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning oniy tezligi
77. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning tushish balandligi
78. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning tushish vaqti
79. Boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning tushish vaqti
80. Tekis o'zgaruvchan harakatda n-sekudda bosib o'tgan yo'l formulasi
81. Yuqoriga tik otilgan jismning oniy tezligi
82. Yuqoriga tik otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi
83. Yuqoriga tik otilgan jismning ixtiyoriy vaqtdagi ko'tarilish balandligi
84. Yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilish vaqti
85. Yuqoriga tik otilgan jismning uchish vaqti
86. Erkin tushayotgan jism oxirgi sekunddagi yo'lini topish formulasi

87. Erkin tushayotgan jism qanday harakatlanadi?
88. Erkin tushayotgan jism tezlanishi qanday yo'nalgan? Tezligichi?
89. Yuqoriga tik otilgan jism tezlanishi qanday yo'nalgan? Tezligichi?
90. Erkin tushish tezlanishining qiymati nimalarga bog'liq?
91. Yuqoriga tik otilgan jism eng yuqori balandlikdagi tezligi nimaga teng?
92. Yuqoriga tik otilgan jism eng yuqori balandlikdagi tezlanishi nimaga teng?
93. Aylana bo'ylab tekis harakat
94. Davr ta'rifi va formulasi.
95. Chastota ta'rifi va formulasi
96. Burchak tezlik ta'rifi va formulasi
97. Burchak tezlikning aylanish davriga bog'liqlik formulasi
98. Burchak tezlikning aylanish chastotasiga bog'liqlik formulasi
99. Davr va chastota orasidagi bog'liqlik formulasi
100. Chiziqli tezlik ta'rifi va formulasi
101. Chiziqli tezlikning aylanish davriga bog'liqlik formulasi
102. Chiziqli tezlikning aylanish chastotasiga bog'liqlik formulasi
103. XBS-dagi asosiy birliklar
104. Chiziqli tezlik va burchak tezlik orasidagi bog'liqlik formulasi
105. Aylana uzunligini topish formulasi.
106. Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning chiziqli tezligini qiymati o'zgaradimi? Yo'nalishi-chi?
107. Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning burchak tezligining qiymati o'zgaradimi? Yo'nalishi-chi?
108. Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning markazga intilma tezlanishi (normal tezlanish) qiymati o'zgaradimi? Yo'nalishichi?
109. Chiziqli tezlik qayerga yo'nalgan?
110. Markazga intilma tezlanish (normal tezlanish) qayerga yo'nalgan?
111. Markazga intilma tezlanish (normal tezlanish) ta'rifi
112. Markazga intilma tezlanishining (normal tezlanish) aylanish davriga bog'liqlik formulasi
113. Markazga intilma tezlanishining (normal tezlanish) aylanish chastotasiga bog'liqlik formulasi
114. Markazga intilma tezlanish (normal tezlanish) va burchak tezlik orasidagi bog'liqlik formulasi
115. Markazga intilma tezlanish (normal tezlanish) va chiziqli tezlik orasidagi bog'liqlik formulasi
116. Urinma tezlanish (tangensial tezlanish) ta'rifi va formulasi
117. Aylana bo'ylab harakatda umumiy tezlanish nimaga teng?
118. Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning urinma tezlanish (tangensial tezlanish) qiymati o'zgaradimi? Yo'nalishi-chi?
119. Gorizontol otilgan jism traektoriyasi
120. Gorizontol otilgan jism uchish vaqtini topish formulasi
121. Gorizontol otilgan jism uchish uzog'ligini topish formulasi
122. Gorizontol otilgan jism ixtiyoriy vaqtdagi gorizont bilan tashkil etgan burchagini topish formulasi
123. Gorizontol otilgan jism vertikal tezligini topish formulasi

124. Gorizonttal otilgan jism gorizonttal tezligini topish formulasi
125. Gorizonttal otilgan jism natijaviy tezligini topish formulasi
126. Gorizonttal otilgan jism tangensial tezlanishini topish formulasi
127. Gorizonttal otilgan jism normal tezlanishini topish formulasi
128. Gorizonttal otilgan jism natijaviy tezlanishini yo'nalishi va son qiymati
129. Gorizonttga qiya otilgan jism traektoriyasi
130. Gorizonttga qiya otilgan jism vertikal tezligini topish formulasi
131. Gorizonttga qiya otilgan jism gorizonttal tezligini topish formulasi
132. Gorizonttga qiya otilgan jism ko'tarilish balandligini topish formulasi
133. Gorizonttga qiya otilgan jism uchish uzoqligini topish formulasi
134. Gorizonttga qiya otilgan jism uchish vaqtini topish formulasi
135. Gorizonttga qiya otilgan jism ko'tarilish vaqtini topish formulasi
136. Gorizonttga qiya otilgan jism ixtiyoriy vaqt momentidagi gorizont bilan tashkil qilgan burchagini topish formulasi
137. Gorizonttga qiya otilgan jism umumiy tezligini topish formulasi
138. Gorizonttga qiya otilgan jism traektoriyasining egrilik radiusini topish formulasi
139. Gorizonttga qiya otilgan jism minimal va maksimal tezliklari nimaga teng?
140. Gorizonttga qiya otilgan jismda $\sqrt{2h/R}$ qanday kattalik?
141. Gorizonttga qiya otilgan jism tezlanishi nimaga teng va qayerga yo'nalgan?

2. Dinamikaga oid savollar

1. Massa
2. Inertlik
3. Kuch
4. Zichlik
5. Dinamometr
6. Gravitatsion massa
7. Inert massa
8. Bir Nyuton ta'rifi
9. Areometr
10. Galileyning nisbiylik prinsipi
11. Inersial sanoq sistemasi
12. 1g/sm^3 necha kg/m^3 ?
13. Nyuton birinchi qonuni
14. Nyuton ikkinchi qonuni
15. Nyuton uchinchi qonuni
16. Nyuton 2 va 3 qonunlari birlashmasi
17. Kuch qanday kattalik?
18. Kuch yo'nalishi qanday aniqlanadi?
19. Kuchlar qanday qo'shiladi?
20. Teng ta'sir etuvchi kuch nima?
21. Butun olam tortishbosh qonuni
22. Gravitatsion doimiysi ta'rifi va qiymati
23. Gravitatsion doimiysi birligi
24. Og'irlik kuchi ta'rifi va formulasi

5. Erkin tushish tezlanishini topish formulasi
6. Erkin tushish tezlanishi qiymati Yerning turli qismlarida nima uchun har xil?
7. Yerdan biror balandlikdagi erkin tushish tezlanishini nimaga teng?
8. Oydagi erkin tushish tezlanishi nimaga teng?
9. I, II, III-kosmik tezliklar ta'riflari va son qiymatlari
10. Birinchi kosmik tezlikni topish formulasi
11. Yerdan biror balandlikdagi birinchi kosmik tezlikni topish formulasi
12. Sun'iy yo'ldoshning aylanish davrini topish formulasi
13. Planetadagi erkin tushish tezlanishi berilgan holatda zichligini topish formulasi
14. Og'irlik va og'irlik kuchi farqi
15. Vaznsizlik
16. Yuklanish
17. Markazga intilma va markazdan qochma kuchlari
18. Yuklanishni topish formulasi
19. O'lik sirtmoq yoki botiq ko'prikda jism og'irligini topish formulalari
20. Qavariq ko'prikda jism og'irligini topish formulalari
21. Qavariq ko'prikda harakatlanayotgan jism qachon vaznsizlik holatida bo'ladi?
22. Yuqoriga tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligi qanday o'zgaradi?
23. Yuqoriga tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligini topish formulasi?
24. Yuqoriga tekis sekinlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligi qanday o'zgaradi?
25. Yuqoriga tekis sekinlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligini topish formulasi?
26. Pastga tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligi qanday o'zgaradi?
27. Pastga tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligini topish formulasi?
28. Pastga tekis sekinlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligi qanday o'zgaradi?
29. Pastga tekis sekinlanuvchan harakat qilayotgan jismning og'irligini topish formulasi?
30. Pastga tekis harakat qilayotgan jismning og'irligi qanday o'zgaradi?
31. Pastga tekis harakat qilayotgan jismning og'irligini topish formulasi?
32. Yuqoriga tekis harakat qilayotgan jismning og'irligi qanday o'zgaradi?
33. Yuqoriga tekis harakat qilayotgan jismning og'irligi topish formulasi?
34. Reaksiya kuchi nima?
35. Deformatsiya
36. Absolyut deformatsiya
37. Nisbiy deformatsiya
38. Elastik deformatsiya
39. Plastik deformatsiya
40. Siljish deformatsiyasi
41. Buralish deformatsiyasi
42. Mexanik kuchlanish
43. Yung moduli
44. Oquvchanlik chegarasi
45. Proporsionallik chegarasi
46. Elastik deformatsiyaning chegarasi
47. Namunaning uzilishi
48. Mo'rt jismlar

69. Elastilik kuchi va uning yo'nalishi
70. Guk qonuni ta'rifi va formulasi
71. Guk qonunidagi «-» ishora ma'nosi
72. Bikrlik nima, ta'rifi va formulasi
73. Prujinalar ketma-ket ulanganda umumiy bikrlik qanday topiladi?
74. Bikrligi bir xil bo'lgan n ta prujinalar parallel (yonma-yon) ulanganda umumiy bikrlik qanday topiladi?
75. Bikrligi bir xil bo'lgan n ta prujinalar ketma-ket ulanganda umumiy bikrlik qanday topiladi?
76. Prujinalar parallel (yonma-yon) ulanganda umumiy bikrlik qanday topiladi?
77. Yung moduli orqali bikrlikni tepish formulasi
78. Elastiklik kuchining absolyut uzayishga bog'liqlik grafigi
79. Elastiklik kuchining absolyut uzayishga bog'liqlik grafigidan bikrlik qanday topiladi?
80. Ishqalanish kuchlari nima?
81. Ishqalanish kuchlarining vujudga kelishiga asosiy sabablar
82. Ishqalanish kuchining yo'nalishi
83. Tashqi ishqalanish nima?
84. Ichki ishqalanish nima?
85. Ishqalanish kuch qanday topiladi?
86. Ishqalanish koeffitsiyenti nima va qanday topiladi?
87. Ishqalanish koeffitsiyenti birligi
88. Sirpanish ishqalanish kuchi nima?
89. Ishqalanish koeffitsiyenti bir-biriga tegib turgan jismlar sirtining kattaligiga bog'liqmi?
90. Qiya tekislikda ishqalanish kuchi qanday topiladi?
91. Pastga harakatlantiruvchi kuch nima va qanday topiladi?
92. Qiya tekislikda normal bosim kuchi qanday topiladi?
93. Qiya tekislikda reaksiya kuchi qanday topiladi?
94. Qiya tekislikda jism tinch turishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
95. Qiya tekislikda jism tekis sekinlanuvchan harakat qilishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
96. Qiya tekislikda jisim tekis tezlanuvchan harakat qilishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
97. Gorizont tekislikda jism tinch turishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
98. Gorizont tekislikda jism tekis sekinlanuvchan harakat qilishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
99. Gorizont tekislikda jism tekis tezlanuvchan harakat qilishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
100. Qiya tekislikda ishqalanish koeffitsiyenti berilgan xolda tezlanish qanday topiladi?
101. Gorizont tekislikda faqat ishqalanish kuchi ta'siridagi harakatda tezlanish qanday topiladi?
102. Nesterov sintmog'i nima?
103. Harakatning dinamik tenglamasi
104. Gorizont tekislikda bir necha kuch ta'siridagi harakatda tezlanish qanday topiladi?
105. Qiya tekislikda bir necha kuch ta'siridagi harakatda tezlanish qanday topiladi?
106. Qo'zg'almas blokda tezlanish qanday topiladi?

107. Qo'zg'almas blokda ipning taranglaik kuchi qanday topiladi?
108. Jism impulsini ta'rifi, formulasi va birligi
109. Kuch impulsini ta'rifi, formulasi va birligi
110. Jism va kuch impulsini orasidagi bog'liqlik formulasini keltirib chiqaring
111. Jismlar sistemasi nima?
112. Yopiq sistema nima?
113. Ichki kuchlar nima?
114. Tashqi kuchlar nima?
115. Impulsning saqlanish qonuni ta'rifi va formulasi
116. Reaktiv harakat nima?
117. Raketa tezligi qanday topiladi?
118. To'qnashishlar necha turga bo'linadi?
119. To'qnashishlar qanday parametrlarga qarab bo'linadi?
120. Mutlaq elastik to'qnashish nima?
121. Mutlaq noelastik to'qnashish nima?
122. Mutlaq noelastik to'qnashishda sistemaning tezligi qanday aniqlanadi?
123. Bir-biriga qarab harakatlanayotgan jismlar noelastik to'qnashgandan keyingi tezligi qanday topiladi?
124. Bir tomonga qarab harakatlanayotgan jismlar noelastik to'qnashgandan keyingi tezligi qanday topiladi?
125. Ikki jism qanday to'qnashgandan keyin yagona bitta jism sifatida harakatlanadi?
126. Mexanik ish nima?
127. Mexanik ish formulasi va birligi
128. Mexanik ish qachon musbat bo'ladi?
129. Mexanik ish qachon manfiy bo'ladi?
130. Mexanik ish qachon nolga teng bo'ladi?
131. Kuchning ko'chishga bog'liqlik grafigidan hosil bo'lgan yuza son jihatidan nimaga teng?
132. Og'irlik kuchining bajargan ishi nimaga teng?
133. Qiya tekislikda og'irlik kuchining bajargan ishi nimaga teng?
134. Og'irlik kuchining bajargan ishi traektoriyaning shakliga qanday bog'liq?
135. Konservativ kuch nima?
136. Potensial maydon nima?
137. Nokonservativ kuch nima?
138. Og'irlik kuchi, ishqalanish kuchi, elastik kuchi, elektrostatik va havoning qarshilik kuchlaridan qaysilari konservativ?
139. Konservativ kuchlarning yopiq traektoriya bo'ylab bajargan ishi nimaga teng?
140. Nokonservativ kuchlarning yopiq traektoriya bo'ylab bajargan ishi nimaga teng?
141. Elastiklik kuchining bajargan ishi nimaga teng?
142. Ishqalanish kuchining bajargan ishi nimaga teng?
143. O'zgarmas kuchning bajargan ishi nimaga teng?
144. Kuchning siljishga bog'liqlik grafigidan hosil bo'lgan yuza son jihatidan nimaga teng?
145. Quvvat ta'rifi, formulasi va birligi
146. Bir vatt ta'rifi
147. Bir ot kuchi nima?

148. Kaloriya nima birligi?
149. To'g'ri chiziqli tekis harakatda quvvat qanday aniqlanadi?
150. 1 Kvt -soat nimaga teng?
151. FIK nima?
152. Qiya tekislikning FIKi qanday topiladi?
153. Energiya
154. Kinetik energiya
155. Potensial energiya
156. To'liq mexanik energiya
157. Potensial energiya nima sababdan vujudga keladi?
158. Deformatsiyalangan jismning potensial energiyasi?
159. Mexanik energiyaning saqlanish qonuni
160. Energiya birligi nima?
161. Og'irlik kuchi ta'siri ostida harakatlanayotgan jism uchun to'liq mexanik energiyani topish formulasi
162. Elastiklik kuchi ta'siri ostida harakatlanayotgan jism uchun to'liq mexanik energiyani topish formulasi
163. Absolyut elastiklik to'qnashish nima?
164. Absolyut elastiklik to'qnashishda kinetik energiya o'zgaradimi?
165. Noelastiklik to'qnashishda kinetik energiya o'zgaradimi?
166. Havо qarshiligini yengishga sarflanadigan energiya miqdori nimaga teng?
167. Saqlanish qonunlari nima?
168. Fazoning bir jinsliliği nima?
169. Fazoning izotoplīgi nima?
170. Vaqtning bir jinsliliği nima?

3. Statikaga oid savollar

1. Muvozanat nima?
2. Jism muvozanat holatini saqlashi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?
3. Jism ilgari lanma harakat qilishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?
4. Teng ta'sir etuvchi kuch nima?
5. Qarama-qarshi yo'nalgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday topiladi?
6. Bir xil yo'nalgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday topiladi?
7. O'zaro tik yo'nalgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday topiladi?
8. O'zaro burchak ostida yo'nalgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi qanday topiladi?
9. Kuch momenti nima?
10. Kuch elkasi nima?
11. Kuch momenti qanday kattalik?
12. Momentlar qoidasi
13. Aylanish o'qiga ega bo'lgan jism muvozanatda bo'lishi uchun qanday shart bajarilishi kerak?
14. Richag nima?
15. Richagning muvozanat sharti
16. Mexanikaning oltin qoidasi
17. Turg'un muvozanat nima?

8. Farqsiz muvoznat nima?
9. Noturg'un muvoznat nima?
0. Massa markazi nima?
1. Massasi M va uzunligi l bo'lgan richagning elkalariga F_1 va F_2 kuchlar qo'yilganda muvoznat sharti
2. Agar M massali richagning faqat bir tomoniga F kuch qo'yilgan bo'lsa muvoznat sharti
3. Massasi M va uzunligi l bo'lgan richagning elkalariga m_1 va m_2 massali yuklar osilgan holdagi muvoznat sharti
4. Agar M massali richagning faqat bir tomoniga yuk osilgan bo'lsa muvoznat sharti
5. Yerdan yotgan m massali xodaning bir uchidan bir oz ko'tarish uchun kerak bo'ladigan kuch qanday topiladi?
6. Ko'ndalang kesim yuzalar bir xil bo'lgan har xil jismlar tutashgan joyida tayanchga o'rnatilganda muvoznat sharti
7. Ikki tayanchga o'rnatilgan jismni tayanchga berayotgan bosim kuchlari yoki tayanchlarning reaksiya kuchlari qanday topiladi?
8. Bir jinsli sterjenning massa markazini Δx ga surish uchun uning bir uchidan qanday uzunlikdagi qismini kesib tashlash kerak?
9. Qachon kuch jismni buradi?
0. To'rtburchak shaklidagi jismning massa markazi uning qayerida joylashgan?
1. Doira shaklidagi jismning massa markazi uning qayerida joylashgan?
2. Shar shaklidagi jismning massa markazi uning qayerida joylashgan?
3. Aylana shaklidagi jismning massa markazi uning qayerida joylashgan?
4. Uchburchak shaklidagi jismning massa markazi uning qayerida joylashgan?
5. Jismlar sistemasining massalar markazi qanday topiladi?
6. Qavariq sirtida turgan jism muvoznatda bo'lish sharti
7. Botiq sirtida turgan jism muvoznatda bo'lish sharti
8. Jism doimo turg'un muvoznatda bo'lishi uchun u qanday shaklda yoki holatda bo'lishi kerak?

4. Suyuqlik va gazlar mexanikasiga oid savollar

0. Bosim nima?
1. Bosim birligi va formulasi
2. Bosim qanday kattalik?
3. Qattiq jismlarda bosim qanday yo'nalishda uzatiladi?
4. Suyuqlik va gazlarda bosimning uzatilish mexanizmini qaysi qonun xarakterlaydi?
5. Paskal qonuni ta'rifi
6. Hidrostatik bosim nima?
7. Hidrostatik bosim idish shakliga bog'liqmi?
8. Hidrostatik bosim qanday kattaliklarga bog'liq?
0. Hidrostatik bosim formulasi
1. Suyuqlikning idish tubiga ta'sir etadigan bosim kuchi idish shakliga bog'liqmi?
2. Hidrostatik paradoks nima?
3. Qaysi holatda suyuqlikning idish tubiga ta'sir etadigan bosim kuchi shu idishdagi suyuqlikning og'irligiga teng bo'ladi?

14. Qaysi holatda suyuqlikning idish tubiga ta'sir etadigan bosim kuchi shu idishdagi suyuqlikning og'irligidan katta bo'ladi?
15. Qaysi holatda suyuqlikning idish tubiga ta'sir etadigan bosim kuchi shu idishdagi suyuqlikning og'irligidan kichik bo'ladi?
16. Atmosfera nima?
17. Atmosfera tarkibining qancha qismini kislorod tashkil qiladi?
18. Nima sababdan atmosfera bosimi yuzaga keladi?
19. Atmosfera bosimining mavjudligini kim aniqlagan?
20. Torrichelli tajribasini tushuntirib bering?
21. Torrichelli tajribasi qaysi qonunga asoslangan?
22. Normal atmosfera bosimi nima?
23. 1mm.sim.ust. necha Pa?
24. 1atm. nima?
25. Dengiz sathidan xar 12m balandlikda atmosfera bosimi o'rtacha qanchaga kamayadi?
26. 760 mm.sim.ust. nima?
27. Areometr nima?
28. Barometr nima?
29. Manometr nima?
30. Aneroid nima?
31. Altmetr nima?
32. Suyuqlik qo'yilgan idishning usti ochiq bo'lsa idish tubiga beradigan bosimi qanday topiladi?
33. 1kg/sm^2 necha Pa?
34. 130mm.sim.ust. necha Pa?
35. Tutash idish nima?
36. Tutash idishlar qonuni va formulasi?
37. Gidravlik press nima?
38. Gidravlik press formulasi
39. Gidravlik press ishlash prinsipi qaysi qonunga asoslangan?
40. Porshenlarning siljish masofasi nisbati ularning yuzalari nisbatiga qanday bog'liq?
41. Porshenlarning siljish masofasi nisbati ularning kuchlar nisbatiga qanday bog'liq?
42. Arximed kuchi
43. Arximed qonuni
44. Jismning cho'kish sharti
45. Jismning qalqib chiqish sharti
46. Jismning to'la botgan holda suzish sharti
47. Ko'taruvchi kuch nima?
48. Ko'taruvchi kuch qachon manfiy bo'ladi?
49. Ko'taruvchi kuch qachon musbat bo'ladi?
50. Ko'taruvchi kuch qachon nolga teng bo'ladi?
51. Jismning suyuqlikka botgan qismini topish formulasi?
52. Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi
53. Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi ta'rifi
54. Suyuqlikning naydagi harakat qonunini kim kashf etgan?
55. Bernulli qonuni formulasi va ta'rifi?
56. Gorizonttal bo'lmagan quvur uchun Bernulli tenglamasi?

57. Nayning qaysi qismida bosim katta bo'ladi?
58. Torrichelli tenglamasi?
59. Quvurdan oqib chiqqan suyuqlik hajmi va massasini topish formulalari?

5. Mexanik tebranish va to'liqlarga oid savollar

1. Tebranish nima?
2. Tebranish davri nima?
3. Tebranish chastotasi nima?
4. Davr va chastota bog'liqligi?
5. Matematik mayatnik nima?
6. Matematik mayatnik qanday kuch ta'sirida tebranadi?
7. Matematik mayatnik davri, chastotasi va siklik chastotasi formulalari. Ular nimalarga bog'liq?
8. Siljish nima?
9. Amplituda nima?
10. Mayatnik to'la energiyasi nimalarga bog'liq?
11. Prujinali mayatnik nima?
12. Prujinali mayatnik davri va chastotasi qanday kattaliklarga bog'liq?
13. Prujinali mayatnik to'la energiyasi qanday topiladi?
14. Siklik chastota nima?
15. Garmonik tebranishlar nima?
16. Garmonik tebranish tenglamasini yozing?
17. Boshlang'ich faza nima?
18. Tebranish fazasi nima?
19. Gormonik tebranishlarda tezlik qanday topiladi, tezlikning amplituda qiymati nimaga teng?
20. Gormonik tebranishlarda tezlanish qanday topiladi, uning maksimal qiymati nimaga teng?
21. Tebranuvchi jismning xususiy xossasi nima?
22. Vaznsizlik holatida mayatnik davri, chastotasi, siklik chastotasi, qanday bo'ladi?
23. Vaznsizlik nima?
24. Erkin tushish tezlanishi qanday topiladi?
25. L, m, A berilgan holatda tezlik amplituda qiymati, tezlanish amplituda qiymati, maksimal kinetik energiyalari qanday topiladi.
26. Bikrlik nima?
27. Parallel va ketma-ket ulangan prujina bikrliklari qanday topiladi?
28. Yung moduli nima?
29. Bikrlik Yung moduliga qanday bog'liq?
30. Gormonik tebranishda nuqta tezligi qaysi qonun asosida o'zgaradi?
31. Matematik mayatnikda tezlanish o'zgarish qonunini $\left(a = -\frac{g}{l} \cdot x \right)$ keltirib chiqaring?
32. Jismni tebranma harakatga keltiruvchi kuch moduli va yo'nalish qanday o'zgaradi?
33. Chastota ortishi bilan oldin ortadi maksimumga yetadi, keyin kamayadi" gap qaysi kattaliklarni bir-biri bilan bog'liqligi haqida?
34. Tebranayotgan jismning kinetik energiyasi qachon eng katta qiymatga erishadi?
35. Vaznsizlik holatida qumli soatdan foydalanib bo'ladimi?

36. Jism qiya tekislikdan sirpanib tushayotganda tezlanish massaga qanday bog'liq?
37. To'lqinlar nima?
38. Bo'ylama to'lqin nima?
39. Bo'ylama to'lqinlarga misollar keltiring?
40. Ko'ndalang to'lqin nima?
41. Ko'ndalang to'lqinga misollar keltiring?
42. To'lqin uzunligi uning davriga qanday bog'liq?
43. To'lqin tezligini topish formulasi?
44. Bir-biridan har xil masofada tebranayotgan to'lqinlarning fazalar farqi qanday topiladi?
45. Tovush to'lqinlariga misol keltiring?
46. Akustika fizikaning qanday bo'limi?
47. Tovush to'lqinlari chastotasi qanday oraliqda?
48. Tovush nimadan paydo bo'ladi?
49. Gazlardan qanday to'lqinlar tarqaladi?
50. Havodagi tovush to'lqinlari qanday to'lqin?
51. Tovush to'lqinlarining tezligi qanday moddalarda eng katta?
52. Tovush intensivligi yoki tovush kuchi nima?
53. Tovush bosimi nima?
54. Tovush bosimi o'rta hisobda necha Pa?
55. Tovush qattiqligi nimaga bog'liq?
56. Aks sado nima?
57. Tovush lokatsiyasi nima?
58. Tovush tembri nima?
59. Dopler effekti nima?
60. Radiolokatrdan ob'ektgacha masofa qanday aniqlanadi?
61. Tovush bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda qaysi kattalik o'zgarmaydi?
62. Tovush balandligi nimaga bog'liq?
63. Ichki va tashqi kuchlar nima?
64. Erkin va majburiy tebranishlar nima?
65. Prujinali mayatnik qaysi kuch yordamida tebranadi?
66. Guk qonuni ta'rifi va formulasi?
67. To'la tebranish nima?
68. 1 Hz ta'rifi?
69. Burchak chastotasi davrga qanday bog'liq?
70. Ideal tebranish sistemasi nima?
71. Og'irlik kuchining tashkil etuvchilari?
72. Nyutonning ikkinchi qonuni?
73. $a = \frac{k}{m}x = -\omega_0^2 x$ ni keltirib chiqaring va bu formulani tushuntiring?
74. Prujinani mayatnikdan potensial va kinetik energiya qanday topiladi?
75. Prujinali mayatnik qachon W_k max ga ega bo'ladi?
76. Potensial energiya qachon eng katta qiymatini qabul qiladi?
77. Garmonik tebranishlarda to'la mexanik energiya qanday topiladi?
78. Majburiy tebranishlar nima?
79. Rezonans nima?

80. Rezonans chiziqlari nima?
81. Rezonans ishqalanishga qanday bog'liq?
82. Rezonansni texnikada qo'llanishiga 4 ta misol keltiring
83. Bir davr ichidagi yo'l nima deyiladi?
84. Vakuumda tovush yuzaga keladimi?
85. Tovushni Yuzaga keltirib uni sezishni qanday shartlari mavjud?
86. Qattiq jismlarda qanday mexanik to'lqinlar tarqaladi?
87. Gazlarda tovush tezligi temperaturaga qanday bog'liq, suyuqliklardachi?
88. G'ovak jismlarda tovush qanday tarqaladi?
89. Musiqiy ton nima?
90. Tovushning asosiy toni nima?
91. Oberton nima?
92. Shovqin nima?
93. Tovush energiyasi amplituda va chastotasiga qanday bog'liq?
94. Tovush balandligi nima?
95. Tovush intensivligi birligi nima?
96. Inson qulog'i seza oladigan intensivligi qancha?
97. Intensivlik masofaga qanday bog'liq?

6. Molekulyar fizika va termodinamikaga oid savollar

1. Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy uch qoidasi
2. Massaning atom birligi
3. Modda miqdori
4. Avagadro soni
5. Molyar massa
6. Bitta molekula massasi
7. Molekalalar sonini topish formulari
8. Modda miqdorini topish formulalari
9. Molekula o'lchami qanday topiladi?
10. Gaz molekulari orasidagi masofa qanday topiladi?
11. Broun harakti temperaturaga qanday bog'liq?
12. Broun harakati
13. Diffuziya hodisasi
14. Gazlarda diffuziya
15. Suyuqliklarda diffuziya
16. Qattiq jismlarda diffuziya
17. Erkin yugurishning o'rtacha masofasi.
18. Molekulalar konsentratsiyasi
19. Ideal gaz bosimi uchun molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi.
20. Dalton qonuni
21. Partzial bosim
22. Ideal gaz zichligini topish formulalari
23. Molyar hajm
24. Klapeyron tenglamasi
25. Boltsman doimiysi
26. Mendeliyev-Klapeyron tenglamasi

27. Universal gaz doimiysi
28. Temperatura va molekullarning o'rtacha kinetik energiyasi o'zaro bog'liqligi
29. Boyl-Mariot qonuni
30. Izotermik jarayon va izoterma
31. Gey-Lyussak qonuni
32. Sharl qonuni
33. Izobarik jarayon va izobara
34. Izoxorik jarayon va izoxora
35. Izotermik jarayonda bosimning zichlikka bog'liqligi
36. Termik koeffitsiyentlar
37. Temperatura
38. Temperaturaning Selsiy shkalasi
39. Temperaturaning Kelvin shkalasi
40. Termodinamik muvozanat nima?
41. Absolyut nol temperatura
42. Gazlarda molekullar o'zaro ta'sir potensial va kinetik energiyasi qanday munosabatda bo'ladi?
43. Suyuqliklarda molekullar o'zaro ta'sir potensial va kinetik energiyasi qanday munosabatda bo'ladi?
44. Qattiq jismlarda molekullar o'zaro ta'sir potensial va kinetik energiyasi qanday munosabatda bo'ladi?
45. Gaz molekullarining tezligi formulasi
46. Ideal gaz holat tenglamasi
47. Gazning asosiy parametrlari
48. Normal sharoitda bosim va temperatura
49. Avagadro qonuni
50. Termodinamik sistema nima?
51. Termodinamik jarayon nima?
52. Molekullarning erkinlik darajasi nima?
53. Bir atomli gazlarning erkinlik darajasi
54. Ikki atomli gazlarning erkinlik darajasi
55. Uch atomli gazlarning erkinlik darajasi
56. Quyoshdan Yerga qanday yo'l bilan energiya uzatiladi?
57. Konveksiya nima?
58. Issiqlik o'tkazuvchanlik nima?
59. Ichki energiya va birligi
60. Issiqlik uzatish yoki almashinish
61. Issiqlik miqdori
62. Solishtirma issiqlik sig'imi va birligi
63. Kalorimetning vazifasi
64. Issiqlik balans tenglamasi
65. Suyuqlik aralashmasining temperaturasi
66. Yoqilg'i vositasida ishlovchi dvigatelning FIKi qanday topiladi?
67. Yoqilg'ining yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdori
68. Termodinamikaning birinchi qonuni
69. Termodinamikaning birinchi qonuni qaysi qonunga asoslangan?

70. Gaz hajmining o'zgarishida bajarilgan ish
71. Yengil harakatlanadigan porshendagi ish va ichki energiya
72. Mendeliyev-Klapeyron tenglamasi yordamida bajarilgan ish
73. Izobarik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni
74. Izotermik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni
75. Izoxorik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni
76. Adiabatik jarayon
77. Adiabatik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni
78. Puasson tenglamasi yoki adiabata tenglamasi
79. O'zgarish hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi nima uchun o'zgarish bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imidan kichik?
80. Qaytar va qaytmas jarayonlar
81. Issiq jismdan sovuq jisimga issiqlik uzatilishi bilan ro'y beradigan jarayon qanday jarayonga kiradi?
82. Issiqlik mashina yoki issiqlik dvigateli
83. Issiqlik dvigatelining asosiy qismlari
84. Real issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti
85. Ideal issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti
86. Karno formulasi
87. Karno sikli grafigi qanday?
88. Real issiqlik mashinasining maksimal foydali ish koeffitsiyenti
89. Issiqlik mashinasining ishlash prinsipi
90. Erish
91. Solishtirma erish issiqligi
92. Modda eriganda hajmi o'zgaradimi?
93. Erish temperaturasining bosimga bog'liqligi
94. Qattiq jismlarning qanday turlari mavjud?
95. Bug' hosil bo'lish va bug'lanish
96. Kondensatsiya va sublimesiya
97. Solishtirma bug'lanish issiqligi
98. Bug'lanish intensivligi (tezligi) nimaga bog'liq?
99. Qaynash
100. Qaynash temperaturasi va qaynash nuqtasi
101. Qaynashning sodir bo'lishiga sabab nima?
102. Qaynash bosim bilan qanday bog'langan?
103. Namlik
104. Absolyut namlik
105. Nisbiy namlik
106. Shudring nuqtasi
107. Lambrext gigrometri va uning ishlash prinsipi
108. Inson o'zini yaxshi xis etadigan nisbiy namlik
109. Psixrometr va uning ishlash prinsipi
110. Sirt taranglik kuchi
111. Sirt taranglik koeffitsiyentining ikki ta'rifi va ikki birligi
112. Tomchilar soni qanday topiladi?
113. Xo'llash

114. Xo'llamaslik
115. Xo'llash burchagi
116. Kapillyar hodisalar
117. Laplas formulasi
118. Qo'shimcha bosim qachon manfiy bo'ladi?
119. Kapillyarlarda suyuqlikning ko'tarilish balandligi
120. Kapillyarlik hodisasining qo'llanilish soxasi
121. Kristall jismlarning xususiyati
122. Polikristall jismlar
123. Amorf jismlar xususiyati
124. Kristallarning ikki turi
125. Kritik temperatura
126. Gazlarni qachon suyuqlikka aylantirish mumkin?

7. Elektrostatikaga oid savollar

1. Elektrostatika nimani o'rganadi?
2. Junga ishqalangan qaxrabo tayoqchasi qanday zaryadlanadi?
3. Junga ishqalangan shisha tayoqchasi qanday zaryadlanadi?
4. Elektromagnit o'zaro ta'sir nima?
5. Bir xil ishorali zaryadlar bir-biriga qanday ta'sir qiladi?
6. Atom qanday zarralardan tashkil topgan?
7. Atom yadrosi tarkibi
8. Elektron zaryadi nimaga teng?
9. Proton zaryadi nimaga teng?
10. Neytron zaryadi nimaga teng?
11. Proton massasi nimaga teng?
12. Elektron massasi nimaga teng?
13. Neytron massasi nimaga teng?
14. Zaryadni karraliylik qonuni?
15. Yopiq sistema nima?
16. Zaryadni saqlanish qonuni?
17. Kulon qonuni
18. Kulon qonunidagi koeffitsiyent qiymati va birligi
19. Elektr doimiysi nimaga teng?
20. Bir kulon ta'rifi
21. Elektrostatik maydon nima?
22. Elektromagnit maydon nima?
23. Elektr maydon kuchlanganligi
24. Nuqtaviy zaryad elektr maydon kuchlanganligi
25. Kuchlanganlik chiziqlari
26. Musbat nuqtaviy zaryadning kuchlanganlik chiziqlari
27. Manfiy nuqtaviy zaryadning kuchlanganlik chiziqlari
28. Kuchlanganlik chiziqlari kesishadimi?
29. Maydon kuchlanganligi birligi
30. Zaryadlangan parallel plastinka orasidagi kuchlanganlik chiziqlari
31. Maydon superpozitsiya prinsipi

32. Zaryad sirt zichligi ta'rifi, formulasi va birligi
33. Cheksiz tekislikning elektr maydon kuchlanganligi
34. Tekisliklar orasidagi elektr maydon kuchlanganligi
35. Bir jinsli maydon nima?
36. Musbat zaryad maydoniga musbat zaryad kiritsak maydon qanday o'zgaradi?
37. Zaryadlangan shar sirtidagi elektr maydon kuchlanganligi
38. Zaryadlangan shar ichidagi elektr maydon kuchlanganligi
39. Zaryadlangan shardan R masofa uzog'likdagi maydon kuchlanganligi
40. Vertikal yo'nalishdagi elektr maydonida zaryadning harakat tenglamasi
41. Elektr maydonida nuqtaviy zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish
42. Elektrostatik maydonda zaryadni yopiq kontur bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish qanday topiladi?
43. Konservativ kuch nima?
44. Ikki nuqtaviy zaryad potentsial energiyasi
45. Potentsial energiya va ish orasidagi bog'liqlik
46. Potentsial
47. Potentsiallar ayirmasi
48. Potentsial qanday kattalik?
49. Qaysi kattalik elektr maydonni energiya tomonidan xarakterlaydi?
50. Nuqtaviy zaryad potentsiali
51. Ikkita bir xil ishorali nuqtaviy zaryadlar orasidagi maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqta
52. Ikkita har xil ishorali nuqtaviy zaryadlar orasidagi maydon potentsiali nolga teng bo'lgan nuqta
53. Potentsiallar qanday qo'shiladi?
54. Maydon superpozitsiya prinsipi natijasi
55. Maydon kuchlanganliklari qanday qo'shiladi?
56. Potentsiallar ayirmasi va maydon kuchlanganligi orasidagi bog'liqlik
57. Potentsial va potentsiallar ayirmasi birligi
58. Ekvipotentsial sirt nima?
59. Ekvipotentsial sirt bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish qanday topiladi?
60. Kuchlanganlik chiziqlari ekvipotentsial sirt bilan qanday burchak tashkil qiladi?
61. Nuqtaviy zaryadning ekvipotentsial sirti
62. Zaryadlangan tekislikning ekvipotentsial sirti
63. Zaryadlangan shar ichidagi potentsial
64. Zaryadlangan shar sirtidagi potentsial
65. Zaryadlangan shar tashqarisidagi potentsial
66. Qaysi shart bajarilganda sharlardan zaryad bir-biriga o'tadi?
67. Zaryadlangan sharlar tutashirilganda birdan ikkinchisiga o'tgan zaryad miqdori qanday topiladi?
68. Ikki zaryadlangan sharlar bir-biriga tekkizilgandagi qaror topgan potentsial qanday topiladi?
69. Bir xil potentsialga ega bo'lgan bir nechta shar qo'shilishidan hosil bo'lgan katta sharni potentsiali qanday topiladi?
70. Bir jinsli elektr maydoniga kiritilgan o'tkazgichning ichida elektr maydon kuchlanganligi qanday topiladi?

71. Elektr zaryadlari o'tkazgich bo'ylab qanday taqsimlanadi?
72. Elektrostatik induksiya hodisasi nima?
73. Dielektrik nima?
74. Dielektrik singdiruvchanlik nima?
75. Qutblanish nima?
76. Qutbli dielektrik nima?
77. Qutbsiz dielektrik nima?
78. Elektr dipoli nima?
79. Dipol momenti nima?
80. Debay qanday kattalik birligi?
81. Polietilen qanday dielektrik turiga kiradi?
82. Osh tuzi qanday dielektrik turiga kiradi?
83. Distillangan suv qanday dielektrik turiga kiradi?
84. Elektr sig'imi
85. Yakkalangan o'tkazgich
86. Shar elektr sig'imi
87. Kondensator
88. Yassi kondensator elektr sig'imi
89. Silindrik kondensator elektr sig'imi
90. Sferik kondensator elektr sig'imi
91. Yassi kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar farqi
92. Yassi kondensator qoplamalari orasidagi elektr maydon kuchlanganligi
93. Kondensatorlarni parallel ulash umumiy sxemasi
94. Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy sig'im
95. Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy kuchlanish
96. Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy zaryad
97. Kondensatorlarni ketma-ket ulash umumiy sxemasi
98. Kondensatorlar ketma-ket ulanganda umumiy sig'im
99. Kondensatorlar ketma-ket ulanganda umumiy kuchlanish
100. Kondensatorlar ketma-ket ulanganda umumiy zaryad
101. Ikki zaryadlangan kondensator bir-biri bilan tutashtirilganda umumiy kuchlanish qanday topiladi?
102. Kondensatorning asosiy xossalari
103. Kondensator elektr maydon energiyasi
104. Kondensator elektr maydon energiya zichligi
105. Kondensatorning elektr maydoni uning qayerida joylashadi?

8. O'zgarmas tokga oid savollar

1. Elektrodinamika
2. O'zgarmas tok nima?
3. Tok kuchi
4. Tok zichligi
5. Elektr toki ta'sirlari
6. Elektr tokini mavjud bo'lish shartlari
7. Tok kuchi qanday kattalik?

8. Tok zichligi qanday kattalik?
9. Zaryad konsentratsiyasi berilgan holda tok kuchini topish formulasi
10. Zaryad konsentratsiyasi berilgan holda tok zichligini topish formulasi
11. Metall o'tkazgich ko'ndalang kesim yuzidan o'tgan elektronlar sonini topish formulasi?
12. Metallarda asosiy tok tashuvchilar nima?
13. Metallarda zaryadning tartibli harakat tezligini topish formulasi
14. Elektr qarshilik nima sababdan vujudga keladi?
15. Elektr qarshilik qaysi kattalikalarga bog'liq?
16. Solishtirma qarshilik nima?
17. Reostat nima?
18. Rezistor nima?
19. $\rho = \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{m}$ necha $\Omega \cdot m$ ga teng?
20. Tok kuchining kuchlanishga bog'liqlik grafigidan qarshilik qanday topiladi?
21. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni
22. Bir Om ta'rifi
23. O'ta-o'tkazuvchanlik hodisasi
24. Qarshilik termometrlari
25. O'tkazgichlarni ketma-ket ulash sxemasi
26. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda umumiy tok kuchi nimaga teng?
27. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda umumiy qarshilik nimaga teng?
28. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda umumiy kuchlanish nimaga teng?
29. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda umumiy zaryad nimaga teng?
30. O'tkazgichlarni parallel ulash sxemasi
31. O'tkazgichlar parallel ulanganda umumiy tok kuchi nimaga teng?
32. O'tkazgichlar parallel ulanganda umumiy qarshilik nimaga teng?
33. O'tkazgichlar parallel ulanganda umumiy kuchlanish nimaga teng?
34. O'tkazgichlar parallel ulanganda umumiy zaryad nimaga teng?
35. Simni cho'zib uzaytirsak qarshiligi qanday o'zgaradi?
36. Ampermetr zanjirga qanday ulanadi?
37. Volunetr nima va zanjirga qanday ulanadi?
38. Ommetr nima va zanjirga qanday ulanadi?
39. Vatmetr nima va zanjirga qanday ulanadi?
40. Ampermetrga shunt nima maqsadda va qanday ulanadi?
41. Voltmetrga shunt nima maqsadda va qanday ulanadi?
42. Shunt nima?
43. Elektr yurituvchi kuch nima?
44. Berk zanjir uchun Om qonuni?
45. Kirxgof birinchi qoidasi
46. Kirxgof ikkinchi qoidasi
47. Qisqa tutashuv nima?
48. Manbalarni ketma-ket ulash sxemasi
49. Manbalarni parallel ulash sxemasi
50. Elementlar ketma-ket ulanganda berk zanjir uchun Om qonuni
51. Elementlar parallel ulanganda berk zanjir uchun Om qonuni

52. Akkumulyatorni zaryadlashdagi kuchlanish
53. Akkumulyatorni razryadlashdagi kuchlanish
54. Tok manbaining FIKi qanday topiladi?
55. Joul-Lens qonuni
56. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda qaysi birida ko'p issiqlik ajraladi?
57. O'tkazgichlar parallel ulanganda qaysi birida ko'p issiqlik ajraladi?
58. O'zgaras tokning ishi (zanjirning bir qismi uchun) qanday topiladi?
59. O'zgaras tokning ishi (butun zanjir uchun) qanday topiladi?
60. O'zgaras tokning quvvati (zanjirning bir qismi uchun) qanday topiladi?
61. O'zgaras tokning quvvati (butun zanjir uchun) qanday topiladi?
62. Tok manbaining samarasiz quvvati qanday topiladi?
63. Spirallar ketma-ket ulanganda suvni qaynash vaqtini topish formulasi (har bir spiralning suvni alohida qaynatish vaqti berilgan holda)
64. Spirallar parallel ulanganda suvni qaynash vaqtini topish formulasi (har bir spiralning suvni alohida qaynatish vaqti berilgan holda)
65. n ta bir xil cho'lg'am ketma-ket ulanganda suvning qaynash vaqti, ular parallel ulangandagisidan necha marta farq qiladi?
66. Ketma-ket ulangan iste'molchilarning umumiy quvvati qanday topiladi?
67. Parallel ulangan iste'molchilarning umumiy quvvati qanday topiladi?
68. Quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan lampalar manbaga ketma-ket ulanganda ularni alohida quvvatlari qanday topiladi?
69. Quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan lampalar manbaga parallel ulanganda ularni alohida quvvatlari qanday topiladi?

9. Turli muhitlarda elektr tokiga oid savollar

1. Metallarda asosiy tok tashuvchilar nima?
2. Metallarda qarshilikning temperaturaga bog'liqligi
3. O'ta-o'tkazuvchanlik nima?
4. Elektroliz nima?
5. Rekombinatsiya nima?
6. Elektrolitlar nima?
7. Dissotsiatsiya nima?
8. Faradeyning 1-qonuni
9. Elektroximiyaviy ekvivalent nima?
10. Faradeyning 2-qonuni?
11. Faradey doimiysi
12. Faradeyning birlashgan qonuni
13. Elektrolitlarda ionlar qanday vujudga keladi?
14. Qanday o'tkazgichlar ionli o'tkazuvchanlikka ega?
15. Elektrolitlarda elektr toki qanday hosil qilinadi?
16. Temperatura ortishi bilan elektrolitning o'tkazuvchanligi qanday o'zgaradi?
17. Elektroliz hodisasining texnikada qo'llanilishi.
18. Elektrolitlarda kuchlanishni o'zgartirmasdan vanna elektrodleri orasidagi masofa o'zgarsa tok kuchi qanday o'zgaradi?

19. Elektrolit orqali tok o'tganda ko'chishi mumkin bo'lgan eng kichik zarad qiymati nimaga teng?
20. Elektronning zaryadi birinchi marta qaysi hodisaga asoslanib aniqlangan?
21. Gaz razryadi nima?
22. Mustaqil razryad nima?
23. Nomustaqil razryad nima?
24. Toj razryad nima?
25. Uchqunli razryad nima?
26. Yoy razryad nima?
27. Yolqin razryad nima?
28. Plazma nima?
29. Termoelektron emissiya nima?
30. Diod nima?
31. To'yinish toki nima?
32. Triod nima?
33. Elektron nur trubka nima?
34. Chiqish ishini topish formulasida ($A = e \cdot \Delta\varphi$) $\Delta\varphi$ - nima?
35. Qanday shart bajarilganda elektron metallni tark etadi?
36. Vakuimli diod uchun Om qonuni bajariladimi?
37. Vakuumda tok kuchi temperaturaga qanday bog'liq?
38. Triodda to'r qaerga qo'yiladi?
39. Qanday shart bajarilganda triod diod vazifasini bajaradi?
40. Trioddan o'tadigan tok to'r potensialiga qanday bog'liq?
41. Triodda yopish kuchlanish deb nimaga aytiladi?
42. Qanday muhitlarda elektr tokining issiqlik ta'siri kuzatilmaydi?
43. Elektrolitlarda asosiy tok tashuvchilar nima?
44. Gazlarda asosiy tok tashuvchilar nima?
45. Katod nurlari nima?
46. Qanday o'tkazgichlar ionli va elektronli o'tkazuvchanlikka ega?
47. Elektr yoyi yongan daqiqada elektrodlar orasidagi kuchlanish qanday o'zgaradi?
48. Elektr yoyi hosil qilgan elektrodlar orasidagi gaz bosimi oshirilsa harorat qanday o'zgaradi?
49. Vakuumda asosiy tok tashuvchilar nima?
50. Yarim o'tkazgichlarda asosiy tok tashuvchilar nima?
51. Yarim o'tkazgichlar nima?
52. Donor aralashmali yarim o'tkazgichlar nima?
53. Akseptor aralashmali yarim o'tkazgichlar nima?
54. P-n- o'tish nima?
55. Tranzistor nima?
56. Tranzistorning asosiy qismlari
57. Yarim o'tkazgichlarda qarshilikning temperaturaga bog'liqligi
58. Gazlarda qarshilikning temperaturaga bog'liqligi
59. Dielektriklar nima?
60. Volt-ampere xarakteristika nima?
61. Qarshilikning termik koeffitsiyenti nima?
62. Anion nima?

63. Kation nima?
64. Qanday moddalarda qarshilikning termik koeffitsiyenti musbat bo'ladi?
65. Qanday moddalarda qarshilikning termik koeffitsiyenti manfiy bo'ladi?
66. O'ta-o'tkazuvchanlik hodisasini birinchi bo'lib kim aniqlagan?
67. Ion nima?
68. Elektrolitdan o'tayotgan umumiy tok qanday topiladi?
69. Ximiyaviy ekvivalent nima?
70. Davriy jadvalning uchinchi guruh elementlari qanday o'tkazuvchanlik beradi?
71. Davriy jadvalning beshinchi guruh elementlari qanday o'tkazuvchanlik beradi?
72. Fotorezistor nima?
73. Fotoelement nima?
74. Anod potentsiali ta'sirida elektron olgan tezlanish qanday topiladi?
75. Termistorlar nima?
76. Kovaklar qanday zaryadga ega?
77. Yarim o'tkazgichlar kristalmi yoki amorfmi?
78. Bolometr yordamida qaysi kattalik o'lchanadi?
79. Yarim o'tkazgichlarda elektron va kovak uchrashganda energiya ajraladimi yoki yutiladimi?
80. Teng miqdorda teshikli va elektronli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichlar mavjudmi?

10. Magnetizm, elektromagnit tebranish va to'lqinlarga oid savollar

1. Doimiy magnit nima?
2. Magnit qutblari nima?
3. Yerning magnit maydoni qanday yo'nalgan?
4. Kompas nima?
5. Har xil magnit qutblari bir-biriga qanday ta'sir ko'rsatadi?
6. Qanday magnit qutblari bir-biridan qochadi?
7. Elektr toki atrofida qanday maydon mavjud?
8. Magnit maydon mavjudligini kim birinchi bo'lib aniqlagan?
9. Qachon parallel toklar bir-biridan qochadi? va qachon bir-biriga tortiladi?
10. Amper tajribasini tushintiring
11. Sinov konturi nima?
12. Parva qoidasi nima?
13. Magnit momenti nima?
14. Magnit maydon induksiyasi nima?
15. Tokli ramkaga ta'sir etuvchi kuch momenti qanday topiladi?
16. $M=BIS \cdot \sin\alpha$ formuladagi α burchak nima?
17. Induksiya chiziqlari nima?
18. Induksiya chiziqlari yopiqmi yoki ochiqmi?
19. Magnit maydon kuchlanganligi nima?
20. Magnit maydon kuchlanganligi birligi va formulasi
21. Magnit maydon kuchlanganligi va induksiya orasida qanday bog'liqlik mavjud?
22. Haraktsiz zaryad atrofida magnit maydon hosil bo'ladimi?
23. Tabiatda magnit zaryadlari mavjudmi?

24. Konturning magnit momenti nimani ko'rsatadi?
25. Konturning magnit momentining yo'nalishi qanday aniqlanadi?
26. Magnit induksiya chiziqlari magnit ichida qanday yo'nalishga ega?
27. Magnit induksiya chiziqlari magnit tashqarisida qanday yo'nalishga ega?
28. Quyosh shamoli nima?
29. Qutb yog'dusi qanday vujudga keladi?
30. Magnitosfera deb nimaga aytiladi?
31. Amper kuchi nima?
32. Amper qonuni ta'rifi
33. Amper kuchi formulasi
34. Amper kuchi yo'nalishi
35. Chap qo'l qoidasi
36. Parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi formulasi
37. Parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi nimalarga bog'liq
38. Magnit doimiysi nima?
39. Nisbiy magnit singdiruvchanlik nima?
40. 1 Amper ta'rifi
41. Agar o'tkazgich magnit induksiya chiziqlari bo'ylab joylashgan bo'lsa, ta'sir kuchi nimaga teng bo'ladi?
42. Bio-Savar-Laplas qonuni
43. Bio-Savar-Laplas qonunida induksiya yo'nalishi qanday aniqlanadi?
44. Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel va sirtidan tik chiquvchi (bizga yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi qanday yo'nalgan?
45. Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel va sirtga tik kiruvchi (bizdan yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi qanday yo'nalgan?
46. Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel, bizdan chap tomondagisi sirtga tik kiruvchi (bizdan yo'nalgan) va bizdan o'ng tomondagisi sirtidan tik chiquvchi (bizga yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi qanday yo'nalgan?
47. Ikkita bir xil kuchli (tok kuchlari bir xil), o'zaro parallel, bizdan chap tomondagisi sirtidan tik chiquvchi (bizga yo'nalgan) va bizdan o'ng tomondagisi sirtga tik kiruvchi (bizdan yo'nalgan) to'g'ri chiziqli toklarning o'rtasidagi nuqtada hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi qanday yo'nalgan?
48. Cheksiz to'g'ri tokning magnit maydon induksiyasi
49. Aylanma tokning magnit maydon induksiyasi
50. Tokli selenoid o'zagidagi magnit maydon induksiyasi
51. Tokli toroid magnit maydon induksiyasi
52. Magnit maydon uchun superpozitsiya prinsipi
53. Lorens kuchi ta'rifi
54. Lorens qonuni
55. Lorens kuchi yo'nalishi qanday aniqlanadi?
56. Lorens kuchi bajargan ishi qanday topiladi?
57. Lorens kuchi ta'sirida zarra qanday harakat qiladi?

58. Lorens kuchi ta'sirida harakatlanayotgan zaryadli zarra trayektoriya radiusi formulasi
59. Lorens kuchi ta'sirida harakatlanayotgan zaryadli zarra aylanish davri qanday topiladi?
60. Lorens kuchi ta'sirida harakatlanayotgan zaryadli zarra harakat tezligi qanday topiladi?
61. Induksion tok nima?
62. Elektromagnit induksiya hodisasi
63. Magnit oqimi ta'rifi va birligi
64. Elektr o'lchov asboblarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
65. Yopiq sirt orqali magnit oqimi nimaga teng?
66. Magnit oqimi vektor kattalikmi?
67. Tokli o'tkazgichni magnit maydonda ko'chirishda bajarilgan ish qanday topiladi?
68. Elektromagnit induksiya qonuni
69. Induksion EYUK
70. Lens qoidasi
71. Magnitning janubiy qutbi berk konturga yaqinlashtirilsa berk kontur qanday harakatlanadi?
72. Magnitning janubiy qutbi berk konturdan uzoqlashtirilsa berk kontur qanday harakatlanadi?
73. Magnitning shimoliy qutbi berk konturga yaqinlashtirilsa berk kontur qanday harakatlanadi?
74. Magnitning shimoliy qutbi berk konturdan uzoqlashtirilsa berk kontur qanday harakatlanadi?
75. Uyurmaviy maydon
76. Fuko toki nima?
77. Magnit oqimining o'zgarish tezligi berilgan holda g'altakning o'ramlar sonini topish formulasi
78. $\varepsilon_1 = vBl \sin \alpha$ formulani tushuntiring
79. $\varepsilon_1 = \omega NBS \sin(\omega \cdot t)$ formulani tushuntiring
80. Induktivlik
81. Bir genri ta'rifi
82. Solenoid induktivligi qanday parametrlarga bog'liq?
83. L_1 va L_2 induktiv g'altaklari ketma-ket ulansa umumiy induktivlik nimaga teng?
84. L_1 va L_2 induktiv g'altaklari parallel ulansa umumiy induktivlik nimaga teng?
85. $\Delta I / \Delta t$ – qanday kattalik
86. O'zinduksiya hodisasi
87. O'zaro induksiya hodisasi
88. O'zinduksiya EYUK qanday topiladi?
89. Magnit maydon energiyasini topish formulalari
90. Magnit maydon energiya zichligi nima va qanday topiladi?
91. Nisbiy magnit sindiruvchanlik nima?
92. Diamagnitlar
93. Paramagnitlar
94. Ferromagnitlar
95. Diamagnetiklar xususiyati temperaturaga qanday bog'liq?

96. Paramagnetiklar xususiyati temperaturaga qanday bog'liq?
97. Magnit lentalar va disklariga axborot yozish nimaga asoslangan?
98. Magnit lentalar va diskleri qanday tuzilgan?
99. Oltin va kumush magnit maydonni zaiflashtiradimi yoki kuchaytiradimi?
100. Alyuminiy va qalay magnit maydonni zaiflashtiradimi yoki kuchaytiradimi?
101. Kobalt va nikel magnit maydonni zaiflashtiradimi yoki kuchaytiradimi?
102. Kyuri temperaturasi nima?
103. Ferromagnit moddalar Kyuri temperaturasidan past temperaturada qanday moddaga aylanadi?
104. Ferromagnit moddalar Kyuri temperaturasidan yuqori temperaturada qanday moddaga aylanadi?
105. Temir uchun Kyuri nuqtasi nimaga teng?
106. Elektromagnit tebranishlar nima?
107. Elektromagnit tebranishlarda qanday energiyalar bir-biriga aylanadi?
108. Tebranish konturi nima?
109. Tebranish konturi vazifasi?
110. Elektromagnit tebranishlar uchun energiyaning saqlanish qonuni?
111. Tomson formulasi?
112. Tebranish konturida kondensator sig'imi ortsa chastota qanday o'zgaradi?
113. Siklik chastota nima?
114. Tebranish konturida kondensator maksimal zaryadi qanday topiladi?
115. Tebranish konturida g'altakdagi maksimal tok qanday topiladi?
116. Tebranish konturida kondensatordagi maksimal kuchlanish qanday topiladi?
117. O'zgaruvchan tok nima?
118. O'zgaruvchan tok fazasi qanday topiladi?
119. Tokninig effektiv yoki ta'sir etuvchi qiymati
120. Kuchlanishning effektiv yoki ta'sir etuvchi qiymati
121. Aktiv qarshilik
122. Sig'im qarshilik
123. Induktiv qarshilik
124. Aktiv qarshilikda o'zgaruvchan tok quvvati
125. Sig'im qarshilikda o'zgaruvchan tok quvvati
126. Induktiv qarshilikda o'zgaruvchan tok quvvati
127. Aktiv qarshilikda tok kuchi va kuchlanish orasidagi fazalar farqi nimaga teng?
128. Sig'im qarshilikda tok kuchi va kuchlanish orasidagi fazalar farqi nimaga teng?
129. Induktiv qarshilikda tok kuchi va kuchlanish orasidagi fazalar farqi nimaga teng?
130. Aktiv qarshilikda o'zgaruvchan tokning bajargan ishi qanday topiladi?
131. Aktiv qarshilikda ajralgan issiqlik miqdori qanday topiladi?
132. Sig'im qarshilikda o'zgaruvchan tokning bajargan ishi qanday topiladi?
133. Sig'im qarshilikda ajralgan issiqlik miqdori qanday topiladi?
134. Induktiv qarshilikda o'zgaruvchan tokning bajargan ishi qanday topiladi?
135. Induktiv qarshilikda ajralgan issiqlik miqdori qanday topiladi?
136. O'zgaruvchan tokda to'la qarshilik qanday topiladi?
137. Quvvat koeffitsiyenti qarshiliklar berilgan holda qanday topiladi?
138. Quvvat koeffitsiyenti nima?
139. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la quvvat nimaga teng?

140. O'zgaruvchan tok generatori nima?
141. Elektrovigatellar nima?
142. Aktiv nagruzka nima?
143. Kondensator o'zgarmas tokka qanday qarshilik ko'rsatadi?
144. Induktiv g'altak o'zgarmas tokka qanday qarshilik ko'rsatadi?
145. Induktiv g'altak va kondensatorning quvvat koeffitsientiga ta'siri qanday?
146. Transformator nima?
147. Transformator vazifasi?
148. Transformatsiya koeffitsiyenti nima?
149. Pasaytiruvchi transformatorlar nima?
150. Kuchaytiruvchi transformatorlar nima?
151. Transformatorning ishlash prinsipi qaysi hodisaga asoslangan?
152. Transformatorning FIKi qanday topiladi?
153. Transformator o'zgaruvchan tok chastotasini qanday o'zgartiradi?
154. Transformatorlarda birlamchi va ikkilamchi g'altaklar nima?
155. Transformator g'altaklari simi ko'ndalang kesimining uning FIK iga ta'siri qanday?
156. O'zgaruvchan tokda kuchlanish nima maqsadda transformator yordamida oshiriladi?
157. Elektromagnit to'lqin nima?
158. Zaryad qanday harakatlanganda elektromagnit to'lqin nurlantiradi?
159. Elektromagnit to'lqin tezligi vakuumda nimaga teng?
160. $n = \sqrt{\epsilon\mu}$ nima va elektromagnit to'lqin tezligiga ta'siri?
161. Elektromagnit to'lqin qanday to'lqin?
162. Elektromagnit to'lqin bir muhitdan boshqa muhitga o'tganda qaysi parametri o'zgaradi?
163. To'lqin fronti nima?
164. Ikki to'lqinni yo'llar farqi qanday topiladi?
165. To'lqin uzunligi nima?
166. To'lqin uzunligi qanday topiladi?
167. Elektromagnit to'lqin uzunligi kondensator sig'imi va g'altak induktivligiga qanday bog'liq?
168. Radiouzatgich nima va qanday qismlardan tashkil topgan?
169. Radiopriyomnik nima va qanday qismlardan tashkil topgan?
170. Detektor va modulyator qanday vazifalarni bajaradi?

11. Optikaga oid savollar

1. Yorug'lik nuri nima?
2. Inson ko'ra oladigan yorug'liq nuri diapazoni.
3. Yorug'likning vakuumdagi tezligi.
4. Yorug'likning tarqalish tezligi muhitga bog'liqmi?
5. Bir jinsli muhit nima?
6. Fotometriya nima?
7. Yorug'lik oqimi nima?
8. Yorug'lik oqimining birligi nima?
9. Yorug'lik kuchi birligi nima?
10. Ravshanlik birligi nima?
11. Steradian nima?

12. Sfera uchun fazoviy burchak nimaga teng?
13. Yorug'lik kuchi nima?
14. Yoritilganlik nima?
15. Yorqinlik nima?
16. Ravshanlik nima?
17. Yoritilganlikning ikkinchi qonuni
18. Yoritilganlikning ikkala qonunini birlashtirishdan qanday xulosa kelib chiqadi?
19. Yorug'likning qaytishi nima?
20. Ko'zgusimon sirt nima?
21. Ko'zgu nima?
22. Tekis qaytish nima?
23. Tarqoq qaytish nima?
24. Biz nima uchun buyumlarni ko'ramiz?
25. Yorug'likning tushish burchagi nima?
26. Yorug'likning qaytish burchagi nima?
27. Yorug'likning qaytish qonuni.
28. Qaysi qonunga binoan ko'zguda tasvir hosil bo'ladi?
29. Haqiqiy tasvir nima?
30. Mavhum tasvir nima?
31. Yassi ko'zguda qanday tasvir hosil bo'ladi?
32. Qaysi yo'nalishda energiya ko'chadi?
33. Agar yassi ko'zgu α burchakka burilsa ko'zgudan qaytgan nur necha gradusga buriladi?
34. Agar bola yassi ko'zguga θ tezlik bilan yaqinlashsa uning tasviri qanday tezlik bilan bolaga yaqinlashadi?
35. Agar bola yassi ko'zguga L masofa yaqinlashsa uning tasviri qancha yaqinlashadi?
36. Yassi ko'zguda tasvir ko'zgudan m masofada bo'lsa buyum bilan tasvir orasidagi masofa qancha bo'ladi?
37. Yorug'likning sinishi nima?
38. Yorug'likning sinishiga sabab nima?
39. Tushuvchi nur nima?
40. Singan nur nima?
41. Sinish burchagi nima?
42. Yorug'likning sinish qonuni?
43. Nisbiy sindirish ko'rsatkichi nima?
44. Absolyut sindirish ko'rsatkichi nima?
45. Vakuum uchun absolyut sindirish ko'rsatkichi nimaga teng?
46. Yorug'likning muhitdagi tezligi qanday topiladi?
47. Yorug'likning vakuumdagi to'lqin uzunligi qanday topiladi?
48. Yorug'likning muhitdagi to'lqin uzunligi qanday topiladi?
49. Yorug'lik sinish qonunining tezlikka bog'liqlik formulasi
50. Optik zichlik sindirish ko'rsatkichiga qanday bog'liq?
51. Qachon tushish burchagi sinish burchagidan katta bo'ladi?
52. Tushish burchagi kattalashsa sinish burchagi qanday o'zgaradi?
53. To'la ichki qaytish nima?
54. To'la ichki qaytish hodisasi qachon sodir bo'ladi?

55. To'la ichki qaytishning chegaraviy burchagi qanday topiladi?
56. To'la ichki qaytish hodisasidan foydalanish sohasi?
57. Yupqa linzalar nima?
58. Yordamchi optik o'qlar nima?
59. Linzaning optik markazi?
60. Linzaning bosh fokusi nima?
61. Linzaning fokus masofasi nima?
62. Fokal tekislik nima?
63. Mavhum va manfiy fokus masofa nima?
64. Linzaning optik kuchi?
65. Linzaning optik kuchi va fokus masofasi orasidagi aloqa?
66. Linzaning optik kuchi birligi ta'rifi?
67. Sindirish ko'rsatkichi orqali linzaning optik kuchi va fokus masofasini topish formulalari.
68. Linzaning simvolik sxemasi?
69. Linzada tasvir yasashda tanlanadigan nurlar?
70. Qaysi nur linzadan o'tgach o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi?
71. Linzaga tushguncha uning fokusidan o'tadigan nur linzadan o'tgach qanday yo'nalishda ketadi?
72. Sochuvchi va yig'uvchi linza formulalari?
73. Linza formulasi nimani ifodalaydi?
74. Qachon d va F manfiy bo'ladi?
75. Linzaning kattalashtirishi nima?
76. Sochuvchi linzaning kattalashtirishi qanday topiladi?
77. Yig'uvchi linzaning kattalashtirishi qanday topiladi?
78. Fokus masofa bilan nur sindirish qobiliyati orasida qanday bog'lanish mavjud?
79. Egrilik radiuslari berilgan holda optik kuchini topish formulasi?
80. Yig'uvchi linzada qanday tasvir hosil bo'ladi?
81. Sochuvchi linzada qanday tasvir hosil bo'ladi?
82. Yig'uvchi linzada mavhum tasvir hosil qilish mumkinmi?
83. Linza yordamida jism tasvirini hosil qilish uchun qanday nur yo'nalishlarini tanlash kerak?
84. Qanday tasvir haqiqiy tasvir hisoblanadi?
85. Sochuvchi linzalarda teskari tasvir hosil bo'ladimi?
86. Sochuvchi linzada haqiqiy tasvir hosil bo'ladimi?
87. Linza formulasida qanday kattaliklar qatnashgan?
88. Linza kattalashtirishining birligi
89. Qachon tasvir nuqtasimon bo'lib linza fokusda joylashadi?
90. Qachon tasvir fokus va ikkilangan fokus orasida bo'ladi?
91. Qachon buyum kattalik jihatidan tasvirga teng bo'ladi?
92. Qachon tasvir ikkilangan fokusdan uzoqda joylashadi?
93. Yig'uvchi linzada qachon tasvir mavhum bo'ladi?
94. Yig'uvchi linzada $d = \infty$ qanday tasvir hosil bo'ladi?
95. $d > 2F$ da tasvir qanaqa va qayerda joylashadi?
96. Buyum yig'uvchi linzadan $2F$ masofada joylashsa tasvir qayerda va qanday bo'ladi?
97. Buyum fokus va ikkilangan fokus masofasida joylashsa tasvir qanday bo'ladi?

98. Buyum linza bilan fokus orasida joylashsa tasvir qanaqa va qayerda joylashadi?
99. Sochuvchi (tarqatuvchi) linzalarda tasvir qachon kattalashgan bo'ladi?
100. Sochuvchi linzada tasvir qachon $0 < f < F$ da joylashadi?
101. Proeksion apparat va fotoapparat qanday asboblarga turiga kiradi?
102. Mikroskop va teleskoplar qanday asboblarga turiga kiradi?
103. Qanday shart bajarilganda proeksion apparatda kattalashgan teskari haqiqiy tasvir hosil bo'ladi?
104. Proeksion apparatda qanday tasvir hosil bo'ladi?
105. Reflektor nima?
106. Fotoapparat nima?
107. Fotoapparatda buyum qayerda joylashadi?
108. Fotoapparatda qanday tasvir hosil bo'ladi?
109. Lupa nima?
110. Lupaning fokus masofasi qanday oraliqda yotadi?
111. Yaxshi ko'z uchun eng yaxshi ko'rish masofasi qancha?
112. $\lg \alpha = \frac{1}{d_0}$ ni tushuntiring?
113. Lupa qo'yilganda ko'rish burchagi kattalashadimi yoki kichrayadimi?
114. Lupaning kattalashtirishi nimaga teng?
115. Eng yaxshi ko'rish masofasi nima?
116. Qanday odamlar yaqindan ko'ruvchi odamlar deyiladi?
117. Qanday odamlarga sochuvchi linzali ko'zoynaklar taqish tavsiya etiladi?
118. Uzoqdan ko'ruvchi odamlar qanday linza taqishi kerak?
119. Ko'zoynakning optik kuchini topish formulasi?
120. Buyumning tasviri ko'zning qayerida hosil bo'ladi?
121. Akkomodatsiya nima?
122. Ko'zning eng yaxshi ko'rish masofasi nima?
123. Yaqindan ko'rarlik nima?
124. Uzoqdan ko'rarlik nima?
125. Ko'rish burchagi nima?
126. Lupaning vazifasi?
127. Nyuton nazariyasi bo'yicha yorug'lik nuri nima?
128. Gyugens nazariyasi bo'yicha yorug'lik nuri nima?
129. Yorug'lik nuri nima?
130. Elektromagnit to'lqinlarning tezligi qanday aniqlanadi?
131. $\epsilon_0, \mu_0, \epsilon, \mu$ lar nima ϵ_0, μ_0 ni qiymatlarini yozing?
132. $\sqrt{\epsilon\mu}$ - nima?
133. $\vartheta = \frac{c}{n}$ - nima?
134. Bir rangli to'lqin nima?
135. Elektromagnit to'lqin bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda qaysi kattalik o'zgarmaydi?
136. Elektromagnit to'lqin bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda uning to'lqin uzunligi o'zgaradimi?
137. Kogerent to'lqinlar nima?
138. Kogerent manbalar qanday usulda hosil qilinadi?

139. Yorug'lik interferensiyasining asosiy shartlari?
140. Yorug'lik interferensiyasi nima?
141. Yo'llar farqi nima?
142. Nima uchun bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikkita yorug'lik manbaida yorug'lik interferensiyasi kuzatilmaydi?
143. Ikkita elektr lampochkasi bilan yoritilayotgan stolning ustida interferension manzara hosil bo'ladimi?
144. Mikrointerferometr nima?
145. Interferension refraktometr nima?
146. Yorug'lik intensivligining maksimumlik sharti?
147. Yorug'lik intensivligining minimumlik sharti?
148. Yorug'lik dispersiyasini birinchi bo'lib kim kuzatgan?
149. Shaffof prizmadan qanday rang o'tkazilganda, u sinib 7 xil rangga ajraladi?
150. Shaffof prizmadan sinib o'tgandagi yetti xil rangni sanang?
151. Shaffof prizmadan o'tganda katta to'lqin uzunlikdagi nurlar katta burchakka og'adimi?
152. Yorug'lik dispersiyasi nima?
153. Sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqlik grafigini chizing?
154. Binafshaning to'lqin uzunligi kattami yoki qizilnikimi?
155. Normal dispersiya hodisasi qachon kuzatiladi?
156. Kamalak qanday vujudga keladi?
157. Osmonda kamalakning hosil bo'lishi qaysi hodisaga asoslangan?
158. Normal dispersiya nima?
159. Difraksiya nima?
160. Difraksiya qachon kuzatiladi?
161. Monoxromatik to'lqin nima?
162. Qachon ekranda xalqalar almashinib boruvchi yorug' va qorong'u aylanalar ko'rinishda bo'ladi?
163. Nomonoxromatik to'lqin nima?
164. Kamalak rangdagi difraksion manzara qachon kuzatiladi?
165. Ikki va undan ortiq tirqishli asboblardan nima maqsadda foydalaniladi?
166. Difraksion panjara nima?
167. Difraksion panjara davri nima?
168. Difraksion panjara doimiysi nima?
169. Difraksiya burchagi nima?
170. Qachon qorong'u va yorug' yo'llar hosil bo'ladi?
171. $d\sin\varphi = k\lambda$ formula nomini ayting?
172. Difraksiya minimum sharti formulasini yozing?
173. Lampalar qanday nurlar chiqaradi?
174. Radioto'lqinlarni qanday manbalar hosil qiladi?
175. Tabiiy yorug'lik nima?
176. Tebranish tekisligi nima?
177. Qutblanish tekisligi nima?
178. Polyarizatorlar nima?
179. Qutblagichdan o'tgan yorug'lik intensivligi qanday o'zgaradi?
180. Ko'zga ko'rinuvchi yorug'lik nurlarini chastotalari ortib borish tartibida yozing?

181. Muhitda qaysi rangdagi nurning tezligi katta?
182. Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi qaysi rangdagi nur uchun kichik?
183. Spektrial apparatlar
184. Spektr nima?
185. Bolometr nima?
186. Infraqizil nurlar nima?
187. Ultrabinafsha nurlari nima?
188. Tungi fotografiyada qaysi nurlardan foydalaniladi?
189. Ultrabinafsha nurlarining qo'llanilish sohasi
190. Nurlanish spektri nima?
191. Polosasimon spektr nima?
192. Chiziqli spektr nima?
193. Suyuqlik va qattiq jismlar qanday spektrga ega?
194. Molekulyar holdagi gazlar qanday spektrga ega?
195. Atomar holdagi gazlar qanday spektrga ega?
196. Yutilish spektri nima?
197. Spektral analiz nima?
198. Issiqlik nurlanishi nima?
199. Nurlanish qobiliyati nima?
200. Yutish qobiliyati nima?
201. Qanday jism uchun yutish qobiliyati birga teng?
202. Ideal ko'zguda yutish qobiliyati nimaga teng?
203. Absolyut qora jismning nurlanish qobiliyati nimaga teng?
204. Stefan-Boltsman doimiysi nimaga teng?
205. Rentgen nurlari nima?
206. Rentgen nurlari qachon paydo bo'ladi?
207. Elektromagnit maydon rentgen nurlariga qanday ta'sir qiladi?
208. Rentgen trubkasida elektron tezligi qanday topiladi?
209. Rentgen trubkasida anod kuchlanishini topish formulasi?
210. Rentgen trubkasida nurlangan fotonlar soni?
211. Yorug'likning qutblanishi nima?
212. Tabiiy yorug'lik manбайдan chiqayotgan nur qutblanganmi?
213. Gamma nurlar nima?
214. Gamma nurlar qanday hosil bo'ladi?
215. Elektromagnit to'lqinlar shkalasini to'lqin uzunligining kamayib borish tartibida yozing
216. Radioto'lqinlar uzunligi kattami yoki qizilnikimi?
217. Fotokimyoviy reaksiyalar nima?
218. Fotosintez nima?
219. Lyuminessensiya nima?
220. Fluoressensiya nima?
221. Fototranzistor nima?
222. Fotodiod nima?
223. Fosforossensiya nima?
224. Tashqi fotoeffekt nima?
225. Ichki fotoeffekt nima?

12. Nisbiylik nazariyasi va yorug'lik kvantiga oid savollar

1. Maxsus nisbiylik nazariyasi nima?
1. Nisbiylik prinsipi
2. Yorug'lik tezligining doimiylik prinsipi
3. Nisbiylik nazariyasidagi tezliklarni qo'shishning realistik qonuni
4. Massaning tezlikka bog'liqlik qonuni
5. Uzunlikning tezlikka bog'liqlik qonuni
6. Vaqtning tezlikka bog'liqlik qonuni
7. Zichlikning tezlikka bog'liqlik qonuni
8. Hajmning tezlikka bog'liqlik qonuni
9. Impulsning tezlikka bog'liqlik qonuni
10. Massaning tezlikka bog'liqlik qonuni grafigi
11. Uzunlikning tezlikka bog'liqlik qonuni grafigi
12. Vaqtning tezlikka bog'liqlik qonuni grafigi
13. Zichlikning tezlikka bog'liqlik qonuni grafigi
14. Hajmning tezlikka bog'liqlik qonuni grafigi
15. Impulsning tezlikka bog'liqlik qonuni grafigi
16. Tinchlikdagi energiya
17. Massa defekti
18. Energiya va massaning bog'liqlik qonuni
19. Nisbiylik nazariyasida kinetik energiya
20. To'liq energiya
21. Harakat yo'nalishlari bir xil bo'lganda nisbiy tezlik
22. Harakat yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lganda nisbiy tezlik
23. h balandlikka ko'tarilgan m massali jism massasining ortishi (Δm)
24. Jismga Q issiqlik miqdori berilganda jism massasining ortishi
25. Temperaturasi ΔT ga ortganda jism massasining ortishi
26. Deformatsiyalangan prujina massasining ortishi (Δm)
27. Fotoelektr effekt (fotoeffekt) nima?
28. Fototok nima?
29. Fotoelektronlar nima?
30. Fotoeffektning birinchi qonuni
31. Tashqi fotoeffekt nima?
32. Ichki fotoeffekt nima?
33. Foton nima?
34. Tashqi fotoeffekt qonunlari
35. Foton energiyasi qanday topiladi?
36. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi
37. Fotoeffektning qizil chegarasi
38. Foton massasi
39. Foton impulsi
40. Yutilish va nurlanish chastotalari qanday topiladi?
41. Elektronvolt nima?
42. Yorug'lik bosimi qanday topiladi?

43. Yorug'likning qanday ta'sirlari mavjud?

44. Quyosh doimiysi nima?

13. Atom fizikasiga oid savollar

1. Alfa zarralar nima?
2. Alfa zarra zaryadi va massasi nimaga teng?
3. Alfa zarralar nima bilan ta'sirlashganda sochiladi?
4. Rezerford alfa zarralar bilan nimani bombardimon qilgan?
5. Alfa zarraning tezligi nimaga teng?
6. Atomning Tomson modeli
7. Atomning planetar modeli
8. Atomning planetar modeli kamchiligi nimada?
9. Atom nimalardan tashkil topgan?
10. Atom barqaror va uyg'otilmagan holatda qancha yashaydi?
11. Borning birinchi postulati
12. Borning ikkinchi postulati
13. Kvantlash qoidasi nima?
14. Balmer seriyasi nima?
15. Pashen seriyasi nima?
16. Layman seriyasi nima?
17. Mazer nima?
18. Lazerlar qanday yorug'lik dastasi hosil qiladi?
19. Borning chastotalar sharti nima?
20. Chastotalar haqidagi postulatga ko'ra qachon eng katta chastotali foton nurlanadi?
21. Chastotalar haqidagi postulatga ko'ra qachon eng kichik chastotali foton nurlanadi?
22. Chastotalar haqidagi postulatga ko'ra qachon eng katta chastotali foton yutiladi?
23. Chastotalar haqidagi postulatga ko'ra qachon eng kichik chastotali foton yutiladi?
24. Lazer nima?
25. Metastabil holat nima?
26. Indutstirlangan nurlanish nima?
27. Elementar zarralarni qayd qiluvchi asbob
28. Ionlashgan nurlanish detektorlari nima?
29. Tsintilyatsion sanagichlar nima?
30. Tsintilyator nima?
31. Geyger hisoblagichining ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
32. Geyger hisoblagichi nima?
33. Vilson kamerasi nima?
34. Vilson kamerasing ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
35. Trek nima?
36. Radioaktivlik nima?
37. Mendeliyev jadvalidagi qaysi moddalar radioaktiv?
38. Nurlanishning mushat komponentasi nima?
39. Nurlanishning manfiy komponentasi nima?
40. Nurlanishning neytral komponentasi nima?
41. Qaysi nurning kiruvchanlik qobiliyati katta?

42. Qaysi nurning kiruvchanlik qobiliyati kichik?
43. Beta nurlar nima?
44. Alfa zarraning zaryadi qanday aniqlangan?
45. Radioaktiv nurlanishda qanday zarralar hosil bo'ladi?
46. Siljish qoidasi nima?
47. Alfa yemirilish nima?
48. Beta yemirilish nima?
49. Gamma yemirilish nima?
50. Yarim yemirilish davri nima?
51. Radioaktiv moddaning o'rtacha yashash vaqti qanday topiladi?
52. Radioaktiv yemirilish qonuni formulasi
53. Radioaktiv oilalar
54. Radioaktiv nuqtai nazardan yadrolar necha xil bo'ladi?
55. Birlamchi yoki ona yadro nima?
56. Ikkilamchi yoki qiz yadro nima?
57. Tabiiy radioaktivlik nima?
58. Sun'iy radioaktivlik nima?
59. Tabiatda asosan necha xil radioaktivlik turi uchraydi?
60. Sponton bo'linish nima?
61. Proton yemirilish nima?
62. α – yemirilish qanday yadrolarda kuzatiladi?
63. β – radioaktiv yadrolarning yarim yemirilish davri qanday oralig'ida o'zgaradi?
64. β – radioaktiv yadrolarning energiyasi qanday oralig'ida o'zgaradi?
65. β – yemirilish necha xil bo'ladi?
66. β^+ – yemirilish nima?
67. β^- – yemirilish nima?
68. Elektron qamrash nima?
69. Elektron antineytrinosi nima?
70. Elektron neytrinosi nima?
71. β^+ – yemirilish siljish qoidasi
72. β^- – yemirilish siljish qoidasi
73. β' – yemirilishi qachon kuzatiladi?
74. γ – nurlanish qanday sodir bo'ladi?
75. γ – nurlanishning intensivligi nima?
76. Radioaktivlikda parchalangan atomlar soni qanday topiladi?
77. Radioaktivlikda qolgan atomlar soni qanday topiladi?
78. Berriliyni alfa zarralar bilan bombardimon qilganda qanday zarra hosil bo'ladi?
79. Ozod neytronni yashash vaqti nimaga teng?
80. Neytrino nima?
81. Yadro zaryadi nima?
82. Nuklonlar nima?
83. Massa soni nima?
84. Izotoplar nima?
85. Deytriy nima?
86. Tritiy nima?

87. Izobarlar nima?
88. Yadro kuchlari nima?
89. Yadro radiusi nima?
90. Yadro kuchlari elektromagnit tabiatga egami?
91. Yadro kuchlari nuklonlar zaryadiga bog'liqmi?
92. Yadro kuchlari qanday masofada ta'sirlashadi?
93. Yadro kuchlari nuklonlar orasidagi masofaga bog'liqmi?
94. Yadro kuchlari qanday xarakterga ega?
95. Yadro kuchlari qaysi zarralar orasida mavjud?
96. Yadroning bog'lanish energiyasi nima?
97. Solishtirma bog'lanish energiyasi nima?
98. Yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi qanday topiladi?
99. Yadro reaksiyalari nima?
100. Aktivatsiya energiyasi nima?
101. Og'ir yadrolar bo'linganda energiya ajraladimi yoki yutiladimi?
102. Nuklonlar sonining saqlanish qonuni
103. Yadro reaksiyalari uchun elektr zaryadining saqlanish qonuni.
104. Yadro reaksiyasining kanallari nima?
105. Kirish kanali nima (yadro reaksiyasi)?
106. Chiqish kanali nima (yadro reaksiyasi)?
107. Yadro reaksiyasi qaysi qonunlarga bo'ysunadi?
108. Og'ir yadrolarning bo'linishi nima?
109. Zanjir yadro reaksiyalari nima?
110. Yadro reaktori nima?
111. Yadro yoqilg'isi
112. Neytronlarni sekinlashtirgich
113. Yadro reaktorida issiqlikni tashuvchi modda
114. Yadro bo'linish reaksiyasini boshqaruvchi modda
115. Yadro reaktorida himoya vositasi
116. Termoyadro reaksiyasi
117. Sintez reaksiyalari nima?
118. Uran yadrosining bo'linishi
119. Ionlovchi nurlanishning yutilgan dozasi
120. Grey nimani birligi
121. Kerma nima?
122. Rentgen va gamma nurlanishning ekspozitsion dozasi
123. Nurlanishning ekvivalent dozasi
124. Zivert nimani birligi?
125. Bir rentgen nimaga teng?

Alfavit katalogi (Mavzu nomeri bo'yicha)	Aralashma bosimi 38	Binafsha 98,103	Berk traektoriya 12
Abadiy dvigatel 40	Aralashma temperatura 39	Binafsha nur 88,104	Bernulli qonuni 24
Absol sindi k ^u 90,102	Aralashma zichligi 34	Bio-Savar-Laplas 78	Beta nurlar 111
Absolyu defor (uzay) 13	Argon 22	Bir amper ta'rif 76	Beta siljish qonu 111
Absolyut elast. ur. 16	Aristotel 1	Bir atomli gaz 39	Bolometr 75
Absolyut namlik 47	Arcometr 23	Bir jins magnit may 77	Bor orbiyasi 109
Absolyut noclas. ur. 16	Arximed kuchi (ish) 16	Bir jinsli 17	Chap qo'l qoidasi 77
Absolyut nol 35	Arximed kuchi (ish) 16	Bir jinsli maydon 54	Chastota (aylana) 9
Adiabat doim. (ter1) 41	Arximed qonuni 23	Birinchi klass 71	Chastota (elek.to'l) 87
Adiabata 37	Asosiy birliklar 14	Birlam yadro 111	Chastota(mat)26
Adiabati j/n (ter1) 41	Asosiy holat 109	Blok (ish) 16	Chastota(mayat) 28
Adiabatik jarayon 37	Asosiy rang 98	Bo'lin bo'sag'a 114	Chastota(pruj)27
Agregat holatlar 33	Atm 22	Bo'ylama(to'lq) 30	Chastota(rez) 29
Akkomodatsiya 97	Atmosfera 22	Bog'lanish energiyasi 13	Chastota(to'lq) 30
Aks sado 31	Atmosfera bosimi 22	Bolomer 99	Chastota(tovu) 31
Akti qarshig'o'zga.to) 85	Atmosfera 22	Boltzman doimiysi 34	Chastota(teb) 25
Aktiv nagruzka 85	Atom massa birl. 32	Bor postulatlari 109	Chasto modulyatsi 87
Aktivatsi energii 114	Atom massasi 32	Bosh optik o'q 93	Chig'irig 18
Aktivlik 111	Atom o'lchami 108	Bosh faz(o'zgar.to) 85	Chiqi ish (elektro) 126
Aktseptor aralashma 75	Atom reaktori 114	Boshlang'i faz(teb) 25	Chiziql tezli(aylana) 9
Akustika 31	Atom Yadrosi 112,113	Bosim (qayn) 46	Chiziqli spektr 100
Alfa nurlar 111	Atom nisb.mass 32	Bosim (dif) 33	Chegarava burchag 91
Alfa silji qonun 111	Atomn plan model 108	Bosim (devoriga) 21	Cheksiz to'g'ri tok 78
Alfa zarralar 108	Atomni Tomso mo 108	Bosim (holat) 38	Cheksiz tekislik 54
Altmetr 22	Avogadro doimiysi 32	Bosim (tubga) 21	Dalton qonuni 34
Amorf jismlar 44,51	Avogadro qonuni 38	Bosim (tezlanish) 21	Davr (aylana) 9
Amplitu yorug'.102	Aylan bo'yl not. xar. 9	Bosim 19	Davr (mat.may)26,28
Amplituda modulyatsi 87	Aylan bo'yla harakat 9	Bosim kuchi 14,18	Davr (pruj) 27
Amplituda(mat)26,28	Aylan radiu (elek) 109	Bosim (tovu) 31	Davr(to'lq) 30
Amplituda(pruj) 27	Aylanadagi nuqtalar 9	Bosim(ter1) 41	Davr(teb) 25
Amplituda(rez) 29	Aylanma o'qi 18	Botgan qism hajmi 23	Diamagnit 83
Amplituda(tovu) 31	Aylanma tokning 78	Botiq ko'prik 12	Diametr(to'lq) 30
Amplituda(teb) 25	Azot 22	Botiq linza 96	Diaskop 97
Amper 64,76	Balan maks. (gor. burchak) 8	Boyl Maroit q/n 37	Dielekt s/k (kuchl) 53
Amper qonuni 77	Balandl(gori.burch) 8	Broun harakati 32	Dielekt sin-lik 87,123
Ampermetr (shunt) 67	Balandlik Kapillya. 50	Bug' hosil bo'lish 45	Dielektrik 59
Ampermetr 64	Balandlik(tovu) 31	Bug'lanish 45	Dielektrik singdi. 59
Anion (elektrol) 71	Balmer seriyasi 109	Bug'lanish issiq. 39,45	Diffuziya 33
Anizotropik 51	Bar 22	Bugeroni 98	Difraksiya 97
Annigilyatsiya 111	Barometr 22	Bulut 99	Difraksiya manzara 103
Anod (elektrol) 71	Barqaror 24	Burcha(goriz.burch) 8	Difraksiya 105
Anod 74,101	Baza 75	Burchak (gorizontal) 7	Dinamik bosim 24
Anod kuchlanishi 101	Ber 115	Burchak tezlanish 9	Dinamika m
Antineytrino 111	Bikrlik 13	Burchak tezlik 9	Diod (yari o'tkazg) 75
Antena 87	Bikrlik(mayat) 28	Butun ola torti qon. 12	Diod 74
Aneroid 22	Bikrlik(pruj) 27	Buyum 96	Diopriya 94
		Befarq muvozanat 18	Dipol momenti 59
			Disk (aylana) 9

- Disk (ishqalanish) 14
 Disotsiatsi darajas 71
 Dispersiya 98
 Dissotsiats (elektr) 71
 Doimiy kattaliklar 13
 Doiravi chastoq(teb) 25
 Donor aralashma 75
 Dvigatel (elektr) 68
 Dvigatel (ish) 16
 Debay 59
 Deformat (Nyuto2) 11
 Deformatsiya 13
 Demon 83
 Detektor 110
 Detektorlash 87
 Devorlarga hosim 22
 Deytriy 112
 Dopler effekti 31
 Effektiv tok 85
 Egri chizi har-4 (gor) 7
 Egri chizikli harakat 9
 Ekspozitsion doza 115
 Elvipotensial sirt 56
 Ekvivalent doza 115
 Elastik deformatsiya 13
 Elastik kuchi 17
 Elastik to'qnashish 15
 Elastiklik kuchi 13
 Elektromagn to'liqin 104
 Elektr choynak 24
 Elektr dipoli 59
 Elektr doimiysi 88
 Elektr maydo energ 63
 Elektr maydoni 52
 Elektr qarshilik 65
 Elektr sig'im 60
 Elektr toki 64
 Elektr toki yo'nali 64
 Elektr yoyi 73
 Elektr yuritichi kuch 68
 Elektro m/n (kuchl) 53
 Elektrodinamika 64
 Elektrol. elektr tok 64
 Elektrolit (elektro) 71
 Elektrolitda tok 71
 Elektrolitlar 71
 Elektroma induksiya 80
 Elektroma tebrani 84
 Elektromagn mA-n 101
 Elektromagn to'liqin 87
 Elektromagnit o'ti 52
 Elektron 52,74,101,108
 Elektro Chastotach 107
 Elektron tezlanishi 55
 Elektron tezligi 101
 Elektron volt 107
 Elektronlar (xisob) 110
 Elektronlar soni 64
 Elektros m/n (kuchl) 53
 Elektrost induksiya 58
 Elektrost kuch(ish) 16
 Elektrostat maydon 56
 Elektrostatika 52
 Elektrox. ekvival 71
 Elektrodvigatel 85
 Elektron 111
 Elektron qamma 111
 Elektron zaryadi 71
 Elementa zarralar 128
 Elementar zaryad 71
 Elektrox. ekvival 125
 Emitter 75
 En-ya saq. Q-ni (ter) 40
 En-ya zichli(konde) 63
 Ener (zaryadl shar) 57
 Energ chiqar (ato) 109
 Energ saqlanish qo. 17
 Energiy (elek. tebr.) 84
 Energiya (ish) 16
 Energiya 75
 Energiya zichligi 82
 Energiya(mat) 26
 Energiya(mayat) 28
 Energiya(pruj) 27
 Energiya(tovu) 31
 Ene-ya (Magni m-n) 82
 Ene-ya yut-sh(ato) 109
 Epidiaskop 97
 Episkop 97
 Erish 44
 Erish issiqligi 44,51
 Erish temper. 113
 Erki tush tezl.(plan) 12
 Erkin harakat 10
 Erkin jism 10
 Erkin sil. por(terl) 41
 Erkin tushish 6
 Erkin tebranishlar 29
 Erkin daraj (mole) 39
 Erkinlik darajasi 37
 Ersted 76
 Eynsht far-si 107
 Eynsht. nisb. prin. 106
 Eynshteynning saqlanish qonuni 17
 EYUK 68
 Exolokatsiya 31
 Farad 60
 Faradey birin qon. 71
 Faradey birla qon. 71
 Faradey doimiysi 71
 Faradey ikkinc qon.71
 Farangeyt shkalasi 35
 Faza(teb) 25
 Fazal farq(o'zg.tok) 85
 Fazalar farqi 87
 Fazalar farqi(to'liq) 30
 Fazoviy burchak 75
 Fazo bir jinsli 17
 FIK (foton) 107
 FIK (ish) 16
 FIK (manbaa) 68
 FIK (qiya tekislik) 14
 FIK (rentgen) 101
 FIK (trans) 86
 FIK dvigatel 39
 FIK Issi.mash.dvi. 43
 FIK(tok manba) 69
 Fizik kattaliklar k
 Fizika 1
 Fluorensensiya 105
 Fokal tekislik 93
 Fokus 93
 Fokus masofa 94,96
 Fotoapparat 97
 Fotodiod 105
 Fotoeffe qiz. cheg. 107
 Fotoeffekt 105,107
 Fotoeffekt qonuni 107
 Fotoelektr effekt 107
 Fotoelektronlar 107
 Fotoelemen75,105,107
 Fotoemulsiya 99,110
 Fotoforensensiya 105
 Fotografiya 99,105
 Fotokimyov reakt 105
 Foton 107
 Foton Chastotasi 109
 Foton e-yasi 107
 Foton impulsi 107
 Foton massasi 107
 Foton soni (rentg) 101
 Foton to'liq uzunl 109
 Fotorezistor 75,107
 Fotosintez 105
 Fototranzistor 105
 Foydali ish koef. 68
 Fren Gyugen print 103
 Frenel 102
 Ferromagnit 83
 Fotometriya 88
 G'altak (elek. tebr.) 84
 G'altak 81
 G'altak 86
 Galiley nisb prin. 10
 Gamma kvant 110
 Gamma nur 104,111
 Garmoni tebran 25,84
 Gaz bosimi 34
 Gaz holat 33
 Gaz razryadi 72
 Gaz zichligi 19
 Gazlar(mol) 36
 Gazlard elektr toki 72
 Gidravlik press 20
 Gidrodinamika 24
 Gidrostat bosi 21,22
 Gidrostati paradok 21
 Gigrometr 47
 Goriz ko'ch (goriz) 7
 Gorizon tezli (goriz) 7
 Gorizont burchak 8
 Gorizontol tezlign 7
 Gorizontol ko'chish 2
 Gorizontol otilga jis 7
 Gravitat kuch (ish) 16
 Gravitats maydon 12
 Gravitatsi doimiy 12
 Gravitatsion kuch 12
 Gravitatsion massa 11
 Grek alfaviti 11
 Grey 115

Guk qonuni 13	Induksion EYUK 80	Issiqlik o'tkazuvcha 39	Kinetik energiya 17
Genri Mozli 112	Induksion tok 80	Issiqlik sig'imi 39	Kiruvchanl qobil 111
Generator 85	Induksiya (kuchl) 53	Issiqlik ta'siri 74	Kirxgof qonuni 100
Geometrik optika 103	Induksiya 104	Issiqlik tashuvchi 114	Kislorod 22
Gerts G. 107	Induksiya 76	Issiqlik uzatish 39	Klapeyron t'asi 38
Gerts(teb) 25	Induktiv qarshiligi 85	Issiqlik(elektr) 69	Ko'ch (yuq tik n-se) 6
Gey Lyussak q/n 37	Induktivlik 81	Issitkich 43	Ko'char blok 13,18
Geyger hisoblagi 110	Indutsirlang nurla 109	Iste'molch ula(elek) 69	Ko'chi (tezla. va se.) 5
Hajm (holat) 38	Infra tovush 31	Izobara 37	Ko'chis (n-sekundda) 5
Hajm (nish) 106	Infraqizil nur 99,104	Izobarik j/n (ter1) 41	Ko'chish (n-sekund) 6
Hajm(ter1) 41	Intensivl yorug' 102	Izobarik jarayon 37	Ko'chish (yuqori tik) 6
Haqiqiy tasvir 96	Intensivl yorug'104	Izobarlar 112	Ko'chish 1,2
Harak teng.(tezl.se.)5	Intensivlik minim 102	Izotoplar 112	Ko'chmas blok 13,18
Harakat miqdori 15	Intensivlik 102	Izotropik 51	Ko'k nur 98,103,104
Harakat qonuni 3	Intensivlik 111	Izoterma 37	Ko'l tubi 22
Harakatlachi kuch 16	Intensivlik maxi 102	Izotermi j/n (ter1) 41	Ko'ndalang(to'lq) 30
Havo pona 102	Intensivlik(tovu) 31	Izotermik jarayon 37	Ko'rish burchagi 97
Havorang nur 104	Interferometr 102	Izoxora 37	Ko'rish masofasi 96
Himoya vositas 114	Interferentsiya 102,103	Izoxorik j/n (ter1) 41	Ko'ta vaqt (yuqo tik) 6
Ho'llamaslik 49, 50	Interferometr 102	Izoxorik jarayon 37	Ko'tar.bal.(yuqor ti) 6
Ho'llas burchagi 49, 50	Iners. sanoq sistema. 10	Izobarlar 112	Ko'tari va (gor. bu) 8
Ho'llash 49, 50	Inert massa 11	Izotop 17	Ko'taruvchi kuch 23
Holat tenglamasi 38	Inertsiya 10	Jonlasbg nurlani 110	Ko'z 96,97
Hosila(teb) 25	Ipga osilgan 14	Jism impulsi 15	Ko'z 97
Hosilav birliklar 16	Ish (diod) 74	Jism zichligi (arx) 23	Ko'zgu 91
Ichki enargiya o'zgar39	Ish (elektr) 69	Joul Lents qonuni 69	Kogeren to'lqinl 102
Ichki energiya (ish) 16	Ish (grav. may) 12	Jun+Qaxr+shisha 52	Kollektor 75
Ichki energiya 39	Ish (o'zgar. tok) 85	Kalorimetr 39	Konden (elek. tebr.) 94
Ichki fotoeffekt 107	Ish (sir.tar) 48	Kaloriya 16	Kondensato sig'imi 61
Ichki kuchlar 15	Ish(gaz tok) 72	Kamalak 98	Kondensator 61
Ichki quvvat(tok) 69	Ish(mex) 17	Kamerling Onnes 65,70	Kondensator e-yasi 63
Ichkie/yao'z-ish(ter) 41	Ish(Tokli o'tkazgic) 80	Kandela 88	Kondensator ulash 62
Ideal gaz (issiq) 39	Ish(ter1) 41	Kapillyar hodisalar 50	Kondensator xossa 63
Ideal gaz 34	Ish(zaryani ko'chir)56	Kapillyar.balandlik 50	Kondensatsiya 45
Ideal issiq.mash 43	Ishqalan kuchi (ish)16	Karno sikli 42,43	Konkichi (ishqa) 14
Ideal subqlik 24	Ishqalanish koefits.14	Karrali kattaliklar 12	Konservativ kuch 56
Ikki atomli gaz 39	Ishqalanish kuchi 14	Kation (elektrol) 71	Kontsentras zaryad 64
Ikkilam yadro 111	Issiql miqd(nish) 106	Katod (elektrol) 71	Kontsentrasi(mol) 32
Ikkinch klas o'tkazgi 71	Issiqli balan t'asi 39	Katod 74,101	Kontsentratsiya 34
Ilgarillan har-t 1	Issiqli miqdo(ter1) 41	Kattalashtirish 97	Kopler qonuni 12
Impuls (foton) 107	Issiqli muvozanat 35	Kine.ener(mat) 26	Kosmik tezliklar 12
Impuls 15	Issiqlik (ish) 16	Kine.ener(pruj) 27	Kristall jism 44,51,101
Impuls o'zgarishi 15	Issiqlik almashini 39	Kinematika m	Kritik temperatura 45
Impuls saq. qonuni 16	Issiqlik dvigateli 43	Kineti en-ya (nish) 106	Krixof qoidalari 68
Impuls saql. qo. 15	Issiqlik isrofi 85	Kineti ener (gaz to) 72	Kuch 11
Indiktivl (elek to'l) 87	Issiqlik mashina 42,43	Kineti e-ya(mol) 34,36	Kuch impulsi 15
IndukEYUK (mak) 81	Issiqlik miqdori 39	Kinetik e/ya (issiq) 39	Kuch momenti 18,76
Induksi (elekt m'n) 63	Issiqlik nurlanis 100	Kinetik en-ya(tem) 35	Kuch proektsiyasi 18

Kuch elkasi 18	Magni may (radio) 111	Maydo superp. pri. 78	Mexanik ish 16
Kuchaytiruv trans. 86	Magni tayoqcha 83	Maydoni kuchlanga. 76	Mexanik kuchlanis 13
Kuchla faz(o'zg.tok) 85	Magnit diskleri 83	Mayklson usuli 88	Mexanika m
Kuchlang (kondens) 61	Magnit doimiy 76,88	Mazer 109	Mexanika oltin qoi. 18
Kuchlang (sirt zich) 54	Magnit kirituvchan 87	Mikraskop 97	Modulyatsiya 87
Kuchlanga va poten 56	Magnit lentarlari 83	Mikraskop 97	Molekla o'Ichami 32
Kuchlangan ch/qlari 53	Magnit mayd i-tsiya 76	Miltillanma razryad 73	Moleklalar orasidagi masofa 32
Kuchlanganlik 104	Magnit maydon 64,76	Mini tezli(goriz.bur) 8	Namlik 47
Kuchlanganlik 53,74	Magnit momenti 76	Minim. shart (dif.) 103	Natija tezlik vektora 4
Kuchlani (effektiv) 85	Magnit momenti 76	Miqdor ulushlari 12	Natijaviy tezlantish 9
Kuchlani (mexanik) 13	Magnit oqimi 80	Moda miqdori 32	Nisbi tezli (nisb) 106
Kuchlanish (amplit) 85	Magnit qutblar 76,86	Modd miqdo (holat) 38	Nisbiy defor (uzay) 13
Kuchlanish (anod) 101	Magnit si-chanli 83	Modda massa(mol) 32	Nisbiy impuls 15
Kuchlanish 56,65	Magnit zaryadi 76	Modda miqdo(ter) 41	Nisbiy mexan prin. 10
Kuchlanish(ulash) 66	Magnit xossalari 83	Moddi nuqta 1	Nisbiy namlik 47
Kuchli o'zaro ta'sir 112	Magnitosfera 83	Mol 32	Nisbiyl nazariyasi 106
Kulon 52	Majburiy nu-ish 109	Mol.ki.naz.asos.ten34	Nisbiyl prinsipi 106
Kulon kuchi (ish) 16	Majburiy tebrantish 29	Molya mass (holat) 38	Nit 88
Kulon qonuni 52	Maks. shart (difr) 103	Molyar hajm (holat) 38	Noela-k to'qn 15
Kvadrati tez-k(mol) 36	Maksimal q-at (tok) 69	Molyar mas (elekt) 71	Nomustaqil razryad 72
Kvant energiyasi 110	Maksimular soni 103	Molyar massa 32	Norm tezl-sh (goriz) 7
Kyuri temperatura 83	Manfiy zaryad 52	Molyus qonuni 104	Norma shart-t (ho-t) 38
Kelvin 35	Manfiy zaryad m-ni 54	Molek.kin.nazar 32	Norma tezl-sh (ayla) 9
Kema suv sig'imi 23	Manometr 22	Molek.o'zaro ta'siri 36	Normal bosim 22
Kenotron 74	Maraka int.kuch(ish) 16	Molekula massasi 32	Normal ko'z 97
Kerma 115	Mark.inti.tezl. (ayl) 9	Molekulalar soni 32	Notekis harakat 5
Ketmak ula (pruji) 13	Marka qochm kuch 11	Momentlar qoidasi 18	Nuqsonli ko'z 97
Kondensator 74	Markaqoch.kuc (ish) 16	Monokrystal 51	Nuqtav zary (kuchl) 53
Konveksiya 39	Markaz int tezl. (gor) 7	Monoxrama to'lqin 102	Nuqtav zaryad 52
Labaratoriya usuli 88	Markaz int. Kuch 11, 14	Motosiklchi (ishqa) 14	Nur tola 91
Laminar oqim 24	Markaz.qochtezl (ayl) 9	Mozli G. 112	Nurlan chas(atom) 109
Lampa 74	Markazi maksimu 103	Muozan (aylanishd) 12	Nurlani qobiliya 100
Lampalar ula (tok) 69	Markaziy maydon 12	Musba zarya maydo 54	Nurlanish 39
Laplas formulasi 50	Mass defekt (nisb) 106	Musbat zaryad 52	Nurlanish chast-si 107
Lazer 109	Massa 11	Musiqiy ton 31	Nurlanish dozasi 115
Lazer 109	Massa atom birl. 32	Mustah chegara 13,119	Nurlanish intensiv 111
Linza 93	Massa defekti 113	Mustaqil prinsip 88	Nurlanish spektri 100
Linza formulasi 96	Massa markazi 18	Mustaqil razryad 72	Nusxa ko'chirish 105
Linza kattalashtir 96	Massa ortish (nisb) 106	Muvozanat holati 18	Nyuton 1-qonuni 10
Linzani opti kuchi 96	Massa qonu (nisb) 106	Muvozanat sharti 18	Nyuton 2-qonuni 11
Lokatsiya 31	Massa saqla qonun 114	Muz hajmi 23	Nyuton 3-qonuni 11
Lorens kuchi (ish) 16	Massa soni 112	Mendele Klapeyr 38	Nyuton xalqasi 102
Lorens kuchi 79	Massa ulushlari 112	Mestabil xolat 109	Nestrev sirtmog'i 12
Luminessensiya 105	Massa(mol) 32	Metallarda tok 64,70	Neytirino 111
Lupa 97	Massa(pruji) 27	Metrologiya 22	Neytron 52
Lyuminesentsiya 99	Matem mayatnik 26	Meteorologiya 47	Neytron kashfi 112
Lyumen 88	Mavxum 93	Mex. ener.saq.qon. 16	Neytron sekini-ch 114
Loshmid soni 38	Mavxum tasvir 91,96	Mexanik harakat 1	

Neytronl yutuvchi 114	Parbol(goriz.burch) 8	Qatnqlik(tovu) 31	Radioak nurlani 111
O'lik sirtmoq 12	Partsiyal bosim 34,47	Qavariq ko'priki 12	Radioakt emirli 111
O'ng parna qosi 76,87	Pasaytir transf. 86	Qavariq linza 96	Radioaktivlik 111
O'rtach kvadra tezli 36	Paskal 19	Qayd qiluvchi asbo 110	Radiolokator 31,87
O'rtacha tezlik 5	Paskal qonuni 19,20	Qaynash 46	Radioto'lqinlar 104
O'ta o'tkazuv-k 65,70	Pastga hara. kuch 14	Qaynash nuqtasi 46	Radius(gori. burcha) 8
O'tkaz cl-r maydon 58	Plank doimiysi 109	Qaynash temper. 115	Radius(aylana) 9
O'tkazgichlar ulash 66	Plastik deformatsiya 13	Qaynash temperatu 46	Radius(to'lq) 30
O'zgarmas tok 64	Plazma 73	Qaynash va bosim 116	Radiusi farqi (ayla) 9
O'zgaruvch elektr tok 85	Plazma holati 33	Qaytar j/n 42	Radiy 111
O'zgaruvcha harakat 5	Polikristall 51	Qaytish burchagi 89	Radioto'lqin 87
O'zinduksiya 81	Polosasim spektr 100	Qaytmas j/n 42	Radiouzatgich 87
Oberton 31	Porshen(ter1) 41	Qaxrabo 52	Rang (tovu) 31
Og'ir Yadro bo'lini 114	Poten (nuqta zarya) 56	Qiya tekislik 14	Rang 98
Og'irlik 12	Poten.ener(mat) 26	Qiz yadro 111	Ravshanlik 88
Og'irlik kuchi (ish) 16	Poten.ener(pruj) 27	Qizil 103	Ryomer usuli 88
Og'irlik kuchi 12	Potens ener(sir.tar) 48	Qizil 98	Reaksi kanalla 114
Og'irlik markazi 18	Potens(kondensator) 61	Qizil chegara 107	Reaksiya kuchi 14
Og'ish burchagi 92	Potensi e/ya (issiq) 39	Qizil nur 88,104	Reaktiv harakat 15
Om 65	Potensi e/ya zaryad 56	Qo'shimcha birliklar 15	Real issiqlik mash. 43
Om qon (butu zan-r) 68	Potensi may-n 12,56	Qo'shimcha bosim 50	Reflaktor 97
Om qonu (bir qism) 65	Potensi.Energ(mol) 36	Qo'shimcha rang 98	Refraktometr 102
Om qonuni 74	Potensial (shar) 57	Qo'zg'alm zaryad (kuchl) 53	Refrektor 97
Ona yadro 111	Potensial 56,74	Qo'zg'almas o'q 18	Rekombina (elektr) 71
Oni tezi (tezi.vaseki) 5	Potensial ayirmasi 56	Qorakuya 99	Relyativi maxani 106
Oni tezlik (yuqo tik) 6	Potensial enegiya 17	Qorong'u dog' 102	Rentg nurl 74, 101,111
Oziy tezlik 5	Prizma 92,98	Qotish temper. 113	Rentgen 115
Opti yo'l farqi 102	Proton 52,108,112	Qotish va erish 44	Rentgen nur 104
Optik asboblar 97	Proeksion apparat 97	Qutb yog'dusi 83	Rentgen trubkasi 101
Optik kuch 94,96	Pruj.mayatsnik 27	Qutblagich 104	Reostatlar 65
Optik markaz 93,95	Prujina (energiya) 17	Qutblani tekilig 104	Rezisto (o'zga. tok) 8
Optik o'q 93	Protonlar 83	Qutblanish 59,104	Rezistorlar 65
Optik zichlik 90	Psixrometr 47	Qutbli dielektrik 59	Rezonans 29
Oq nur 98	Puass tenglam (ter1) 41	Qutbsiz dielektrik 59	Rezerfo tajriba 108
Oqim (o'zg. Tezlik) 80	Pufakcha 22	Quvur+massa 24	Samaly ko'tarilishi 24
Oqim 24	Pusson tenglamasi 37	Quvvat (elektr) 69	Sanagichlar 110
Orbitalar 107	Poligrafıya 71	Quvvat (o'zgar. tok) 85	Sanoq jismi 1
Ot kuchi 16	Polyarizator 104	Quvvat (oqim) 24	Sanoq sistemasi 1
Otil burch (goriz.bu) 8	Pozitron 111	Quvvat (rentgen) 101	Saqlanish qonuni 17
Oy 129	Qarshil termometri 65	Quvvat 16	Sariq nur 98,104
Oxir seku ko'ch(yuq.tik) 6	Qarshili (elektr) 71	Quvvat koeffitsien 85	Sfer clek m/n kuch. 4
Oxiri sek yo'(yuq.ti) 6	Qarshilik (elektr) 65	Quvvat(tovu) 31	Sfera va shar zaryad
Parabola (goriz) 7	Qarshilik kuchi (ish) 16	Quyosh doimiysi 107	Sferik kondensator 61
Paral toki ta'si 76	Qarshilik kuchi 14	Quyosh 129	Shar elekt m/n kuc. 4
Parall plast (kuchl) 53	Qarshilik(ulash) 66	Quyosh shamoli 83	Shar sig'imi 60
Parall ula (pruji) 13	Qattiq holat 33	Radioak biolo ta's 115	Shar zaryadi 52
Paralle tekislik 54	Qattiq jism(mol) 36	Radioak element 111	Sharl q/n 37
Paramagnit 83			

hisha tayoqcha 52	Statika 18,m	To'ying bug' bos 45	Tushi vaq (gor. bur) 8
ibovqin 31	Statsionar 24	To'ying bug' bos 121	Tushis baland (gor-1) 7
ihitrix 103	Statsionar holat 104	To'ying bug' tempe 121	Tushish burcha(sini) 94
ihudring nuqtasi 47	Stoletov 107	To'ying bug' zichli 121	Tushish burchagi 89
ihunt 67	Stefan-Boltsman 100	To'yingan bug' 45	Tutash idishlar 21
ig'im (elek to'l) 87	Steradian 88	Toj razryad 73	Tutash spektr 100,10
ig'im qarshiligi 85	Sterjen (ish) 16	Tok (amplitud) 85	Tebrani generator 87
ikli chast (ele.teb.) 84	Sterjen 18	Tok Chastotasi 86	Tebrani tekislig 104
iklik chast(mayat) 28	Su'niy radiokativ 111	Tok kuchi (effektiv) 85	Tebranish (teb) 25
iklik chasto(mat)26	Sublimatsiya 45	Tok kuchi 64,65	Tebranish konturi 84
iklik chasto(pruj) 27	Sun'n yo'ldo tezig 12	Tok kuchi(ulash) 66	Tebranish konturi 87
iklik chasto(teb) 25	Superp. prin. nati 56	Tok kuchi(mabalari) 68	Tebranma harakat 25
ilindr (energiya) 17	Superpo p/pi (kuchl) 53	Tok zichli (elektrol) 71	Teki o'zgaruv harakat
ilindr kondensat 61	Surat chiqarish 105	Tok zichligi 64	Tekis sekinlan harak 5
ilindr(mol) 36	Suratga olish 105	Tokni ta'sirlari 64	Tekis tezlanu harakat 5
iljish qoidasi 111	Suvn qayn vaqt (ele) 69	Tokning o'zgar tezli 81	Teleskop 97
iljish(teb) 25	Suyuq holat 33	Tomchi orasi masofa 6	Tembr 31
imob ustuni 22	Suyuqli zichlig (arx) 23	Tomch son va mass 48	Tempe va sol. Qars124
ind ko'r 87,90,98,127	Suyuqlikl el. Toki 64	Tomson formulasi 84	Temper+ko'l tubi 22
inish burchagi 90	Suyuqliklar(mol) 36	Toriy 111	Temperat (dif) 33
irt tarang. koeffi. 48	Selsiy 35	Tormozla nur-sh 101	Temperat (holat) 38
taranglik 48,120	Tabbiy radioakti 111	Tormozla vaqti 14	Temperat (Kond) 45
taranglik kuchi 48	Tange tezla (gorizo) 7	Tormozla yo'li 5	Temperat (nisb) 106
taranglik kattalıklar 1	Tangen tezlari (ayla) 9	Tormozlov kuch 14	Temperat 35,99
tehuvin 93,94,95,96	Tarangl kuchi 12,13,16	Toroid 78	Temperatura(mol) 34
tedji ta'rifi 111	Tashqi besim 44,46	Torrichelli 22	Temperatura(tovu) 31
tof yari o'tkazgich 75	Tashqi fotoeffekt 107	Tortish doimiy 12	Temperatura(ter) 41
og'lom ko'z 96	Tashqi kuchlar 15	Tovush lokatsiyasi 31	Teng ta'si etuvkuch 11
oli. qarsh. va tem 124	Tashqi quvvat(tok) 69	Tovush to'lqinlari 31	Termi koe. (qarshi) 65
olis issi. sig'. 111,12	Tasvir 96	Tovush tezligi 31	Termi koef. (elektr) 71
olish. bug'lan. 117	Tasvir yasash (linza) 95	Transfo. koeffi. 86	Termik koeffitsi 37
olish. erish issiq 114	Tayanc reakt kuchi 18	Transformator 86	Termodin muvoza 35
olish. qarshilik 118	Tinchli e-ya (nisb) 106	Tranzistor 75	Termodin. bir.q/ni 40
olish. issiq.sig'imi 39	Tinchlmasa (yadr) 113	Tranzistor 87	Termoele emissiya 74
olisht bog'la.ener. 113	To'g'ri chizi teki hara 2	Traektoriya (ish) 16	TermoYadro reakti 114
olishtir erish is. 44	To'l tez-sh (gorizon) 7	Traektoriya 1	Termodinam jaray 39
olishtir qarshil 65	To'la ichki qaytish 91	Triod 74	Termodinam sistema 3
olishtiril og'irli 12	To'la tezlani (aylana) 9	Triod(yarim o'tkaz) 75	Tesla 76
olishtirma yonish 39	To'liq energiya 17	Trity 112	Tezlan (tezl. va sek.) 5
olenoi induktivl 81	To'li cnc-ya (nisb) 106	Truba+suyuqlik 24	Tezlani (ishqa. koef) 5
olenoid 78	To'liq uzunli 30,87	Trek 110	Tezlani (Nyuton 2) 11
ovutkich 42,43	To'lqin 30	Tsintilyatsion 110	Tezlanish (bosim) 21
ponton nurlanish 109	To'lqin fronti 87	Tsintilyator 110	Tezlanish (ishqa) 14
pekt 98,100	To'lqin shkalasi 104	Tuman 99	Tezlanish (suyuq) 23
pektial analiz 100	To'lqin tezligi 87	Tungi fotografiya 99	Tezlanish 2,5
pektial aparat 98	To'lqi uzu (Yorug') 88	Turbulent oqim 24	Tezlanish(mat)26
peralla ulash(elek) 69	To'lqin uzunligi 87	Turg'un muvozt 18	Tezlanish(pruj) 27
patik bosim 24	To'q sariq 98	Turg'unmas muvt 18	Tezlanish(teb) 25

Tezli (goriz burcha) 8	Vaqt grafigi 3	Yopiq sistema 15,52	Yutilish spektri 100
Tezli (trae. Yuqo nu) 8	Vaqt qonuni (nisb) 106	Yopish kchlanishi 74	Yutish qobiliya 100
Tezli (tezl. va seki..) 5	Vatt 16	Yoqilg'i massa (ish) 16	Yuza(tovu) 31
Tezli (zaryad zarra) 64	Vaznsizlik 12	Yoqilg'i massasi 39	Zanjir Yadro reakti 114
Tezlik (tok o'zg.) 81	Vilgelm Rentgen 101	Yoqilg'i(issiq) 39	Zarg'aldoq nur 104
Tezlik 2	Vilson kamerasi 110	Yoritilganl daraj 107	Zarya(kondentsator) 61
Tezlik o'zgar (ayla) 9	Vodorod atomi 108,109	Yoritilganlik 88	Zaryad karralil q/mi 52
Tezlik o'zgarizini 4	Volt 56,68	Yorqinlik 88	Zaryad saqlan qonu 114
Tezlik qo'sh (nis) 106	Voltmetr (shunt) 67	Yorug' dog' 102	Zaryad saqlanis q/mi 52
Tezlik(mat) 26	Vebr 81	Yorug'.kimyo ta'si 105	Zaryad sirt zichligi 54
Tezlik(mol) 36	Vektor kattaliklar 1	Yorug' Chastota 90,98	Zaryad(ulash) 66
Tezlik(pruj) 27	Velosipedchi (ishq) 14	Yorug'li difraktsiy 103	Zaryadli plastinka 74
Tezlik(to'lq) 30	Vert. ko'chis (goriz) 7	Yorug'li dispersiya 98	Zaryadli zarralar 52
Tezlik(teb) 25	Vertik tezlgi (gori) 7	Yorug'li intensivli 102	Zichli (qatti mod) 17
Tok yo'nalishi 76	Vertikal ko'chish 2	Yorug'l tez.doi. pr. 106	Zichlik (jism) 11
Tokli kontur 76	Vertikal tezl (goriz) 7	Yorug'lik 88	Zichlik (mol) 34
Tormozl nurlan 100	Vertolyot (gorizonta) 7	Yorug'lik bosimi 107	Zichlik (nisb) 106
Tovush tembri 31	Yadro bo'lin reaks 114	Yorug'lik bosimi 31	Zichlik (suyuqlik) 18
Uch atomli gaz 39	Yadro diametri 108	Yorug'lik davri 90	Zivert 115
Uchburchak prizma 92	Yadro kuchlari 112	Yorug'lik diodi 105	Ximiyav ekvialvt 71
Uchi uzoq(goriz.bur) 8	Yadro reaktori 114	Yorug'lik intensivli 107	Xoda 18
Uchis vaqti (gorizon) 7	Yadro uyg'ong xol 104	Yorug'lik interfe 102	Xususi yari o'tkaz 75
Uchish uzokl(gorizo) 7	Yadro yoqilg'isi 114	Yorug'lik kuchi 88	
Uchish vaq (yuq tik) 6	Yadro zaryadi 111,112	Yorug'lik kvanti 107	
Uchish vaq(gor bur) 8	Yadroviy reaksiya 114	Yorug'lik nuri 88	
Uchqumli razryad 73	Yakkalanga o'tkazg 60	Yorug'l qaytish q'ni 89	
Uglerod (mol) 32	Yaqinda ko'rar ko'z 97	Yorug'lik qaytishi 89	
Ultra tovush31	Yaqinda ko'rarli 97	Yorug'lik qutblani 104	
Ultrabi nur 99,104	Yarim o'tkazgich 75	Yorug'lik rangi 98	
Umumiy qarshilik 85	Yarim emiri davri 111	Yorug'lik sinish q'ni 90	
Univrs gaz doimiy 34	Yashil nur 98,103,104	Yorug'lik sinishi 90	
Uran 111	Yassi kondensator 61	Yorug'lik ta'sirlar 107	
Uran Yadros bo'lin 114	Yassi to'lqin 30	Yorug'lik to'lq uzun 90	
Urinish 16	Yaxshi ko'ri masofa96	Yorug'lik tezl(sini) 90	
Urin tez-sh (gorizo) 7	Yer 129	Yorug'lik tezlgi 88	
Urinum tezlan (aylan) 9	Yer sirti 12	Yorug'lik tezlgi 98	
Uyg'ongan Yadro 104	Yer sirtid h balannd112	Yorug'lik oqimi 88	
Uyurmali maydon 76	Yig'u linz 93,94,95,96	Yorug'lik xalqalari 30	
Uzatish liniyasi 86	Yo'l (n-sekunddagi) 5	Yoy razryad 73	
Uzluksiz spektr 100	Yo'l (yuqo ti n-seku) 6	Yugini masofa(dif) 33	
Uzluksiz tengsi 24	Yo'l (yuqoriga tik) 6	Yuklanish 12	
Uzoqdan ko'rar ko'z 97	Yo'l 1	Yuksaklik(tovu) 31	
Uzunlik q-n (nisb) 106	Yo'l grafigi 3	Yung moduli 13,119	
Uzoqda ko'rarli 97	Yo'l(tezlanu. va seki) 5	Yung usuli 102	
Vakuumd elektr tok 74	Yo'llar farqi 87	Yupqa linza 94,96	
Vakuumli lampa 87	Yolqin razryad 73	Yupqa parda 102	
Valentlik 71	Yonilg'i(issiq) 39	Yutilgan doza 115	
Vaqt bir jinsli 17	Yonish issiqligi 110	Yutili chasto (ato) 109	

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. A. G. G'aniev, A. K. Aliyoqulov, G. A. Almardonova "Fizika I-qism. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik". Toshkent. O'qituvchi, 2008 yil.
2. A. G. G'aniev, A. K. Aliyoqulov, G. A. Almardonova "Fizika I I -qism. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik". Toshkent. O'qituvchi, 2007 yil.
3. G. A. Benderikov, B. B. Buxovtsev, V. V. Kerjensev, G. YA. Myakishev "Fizikadan masalalar. Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun". Toshkent. O'qituvchi, 1980 yil.
4. M. S. Sedrik. "Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami" Toshkent. O'qituvchi, 1991 yil.
5. O. I. Axmadjonov, R. B. Bekjonov, SH. M. Kamolxo'jaev, H. A. Rizaev "Fizika. Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun qo'llanma". Toshkent. O'qituvchi 1992 yil.
6. A. P. Rimkevich "Fizikadan masalalar to'plami. O'rta maktabning 8-10 sinflari uchun" Toshkent. O'qituvchi 1987 yil.
7. Fizikadan masalalar to'plami 1996-2007. Toshkent 2008.
8. Fizikadan variantlar to'plami 2004-2011
9. SH. Usmonov " Mexanika" Toshkent-2005
10. SH. Usmonov " Molekulyar fizika va termodinamika" Toshkent-2005
11. SH. Usmonov " Elektr" Toshkent-2005
12. SH. Usmonov " Optika va atom fizikasi" Toshkent-2005
13. A. S. No'monxo'jaev va boshqalar ""Fizika I-qism. Akademik litseylar uchun" Toshkent. O'qituvchi, 2002 yil
14. A. S. No'monxo'jaev va boshqalar ""Fizika II-qism. Akademik litseylar uchun" Toshkent. O'qituvchi, 2003 yil
15. N. M. Shaxmaev va boshqalar " Fizika. O'rta maktabning 10-sinfi uchun darslik" Toshkent. O'qituvchi 1983 yil.
16. A. G. G'aniev "Fizika I-qism. Akademik litsey va kasb hunar kollejlari uchun" Toshkent. O'qituvchi, 2002 yil
17. A. K. Kikoin " Fizika. O'rta maktabning 9-sinfi uchun darslik. Toshkent. O'qituvchi, 1995 yil.
18. N. M. Shaxmaev va boshqalar " Fizika. O'rta maktabning 11-sinfi uchun darslik" Toshkent. O'qituvchi 1998 yil.
19. E. N. Nazarov "Yosh fizik, ensiklopedik lug'at" Toshkent 1988 yil.
20. O. I. Axmadjonov "Fizika I, II, III" Toshkent. O'qituvchi, 1985 yil.
21. B. I. Xojiev, SH. A. Xojieva "Fizika ma'lumotnoma" Toshkent. "Fan" nashriyoti 2008 yil.
22. A. B. Karpovich "Sbornik zadach-voprosov po fizike" Izdatelstvo Akademii pedagogicheskix nauk. Moskva-1956.
23. B. B. Buxovsev, Yu. L. Klimontovich, G. Ya. Myakishev "Fizika. O'rta maktabning 9-sinfi uchun darslik" Toshkent. O'qituvchi 1989 yil.
24. R. A. Gladkova "Fizikadan savol va masalalar to'plami" Toshkent. O'qituvchi, 1983 yil.

M. Usmanovning qo'llanmalari:

Matematikadan misol va masalalar to'plami. Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun. Toshkent: Tafakkur nashriyoti – 2011

Qo'llanma 688 betdan tashkil topgan bo'lib, oliy o'quv yurtlariga kiruvchi abituriyentlar va akademik litseylarning aniq fanlar yo'nalishidagi o'quvchilar uchun mo'ljallangan. Qo'llanma elementar matematikaning hamma qismlarini o'z ichiga qamrab olib 8 ta bo'lim, 107 ta mavzu, 73 ta test variantlaridan tashkil topgan.

Matematika Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun misol va masalalar to'plami 20000 dan ko'p turli xil qiyinlik darajadagi misol va masalalardan tashkil topgan bo'lib, o'rta hisobda 236 soat (14160 min) individual shug'ullanuvchi o'qituvchi yordamida va 672 soat (40320 min) mustaqil o'quvchining misol va masalalar yechishi uchun mo'ljallangan. Qo'llanmadagi har bir mavzu uchun o'qituvchi yordamida o'tiladigan darsning mehnat hajmi va mustaqil o'quvchining o'zi ishlashi uchun mavzuning mehnat hajmi aniq ko'rsatilgan. Qo'llanmada mavzular ketma-ketligi maqbul joylashtirilgan bo'lib, oldingi mavzularni takrorlash uchun misol va masalalar (1500 ta atrofida), test variantlari (testlar 4000 ta atrofida) berilgan.

Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun geometriyadan masalalar va matematikadan variantlar to'plami. Toshkent: NAVRO'Z nashriyoti - 2012

Qo'llanma 528 betdan iborat bo'lib unda geometriyadan masalalar to'plami (4000 ta atrofida) va oliy o'quv yurtlariga kirish imtihonlari uchun mo'ljallangan variantlar berilgan (110 ta test varianti 36 tadan misol va masala). Qo'llanmaning geometriya bo'limi planimetriyadan 46 ta, stereometriyadan 20 mavzuni o'z ichiga olgan bo'lib, 58.7 soat (3520 min) repititor yordamida 148.25 soat (8895 min) mustaqil o'quvchining o'zi tayyorlanishi uchun mo'ljallangan. Qo'llanma variantlaridagi misol va masalalar turli qiyinlik darajasiga ega bo'lib, har bir variantni yechishda abituriyentdan 3 soat atrofidagi vaqtni talab etadi.

Yuqoridagi qo'llamalarni tuzishda muallif asosan quyidagi adabiyotlardan foydalangan: Matematika 4-6 sinf darsliklari, Algebra 7-11, Geometriya 7-11, Matematikadan testlar to'plami 1996-2003, Test variantlari 2004-2010, Turk litsey testlari, G. MAT testlari, M. I Skanavi misollari, O'zbekiston olimpiada masalalari, Yevropa tanlov masalalari, Jaxon olimpiada masalalari, Logik matematik masalalar va boshqa 40 dan ko'p adabiyotlar.

Qo'llanmalar repititor yordamida foydalanishga mo'ljallangan bo'lgani uchun, misol va masalalarni yechish namunalari va formulalar ko'rsatilmagan

Qo'llanmalardagi misol va masalalarni to'liq yechgan abituriyent Oliy o'quv yurtlariga kirishdagi matematika testlarini 95%dan ko'proq natija ko'rsatib yecha oladi.

Qo'llanmalar muallifning 12 yillik matematika fanini o'qitishdagi pedagogik faoliyatida to'plagan tajribalariga tayanib yozilgan. Qo'llanmalar faqat repititor va abituriyentlar uchun mo'ljallangan. Muallif har yili shu qo'llanmalar asosida ko'p abituriyentlar tayyorlagan va yuqori natijalarga erishgan.

**Usmanov Mansur Ma'murjonovichning nashrga tayyorlanayotgan
qo'llanmalari:**

Matematika Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun repititor.

Qo'llanma ikki qismdan tashkil topgan.

Repititorning birinchi qismi 800 betdan iborat bo'lib, "Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun matematikadan misol va masalalar to'plami. Toshkent 2011 yil., qo'llanmasidagi har bir mavzudan o'rta hisobda 30% turli qiyinlik darajadagi misol va masalalar yechilishi abituriyentga tushunarli holda sodda qilib ko'rsatilgan bo'lib, jami 4500 dan ko'p misol va masalalar yechilishi ko'rsatilgan.

Repititorning ikkinchi qismi 832 betdan iborat bo'lib "Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun geometriyadan masalalar va matematikadan variantlar to'plami. Toshkent 2012 yil., qo'llanmasining geometriya qismidagi har bir mavzudan o'rta hisobda 25% masalalar va matematikadan variantlar qismidagi har bir variantdan o'rta hisobda 30% misol va masalalar yechilishi ko'rsatilgan. Qo'llanmada jami 3200 dan ko'p misol va masalalar yechilishi ko'rsatilgan.

Matematikadan 8-sinfgacha darsliklardagi mavzularni to'liq o'zlashtirgan ("Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun matematikadan misol va masalalar to'plami. Toshkent 2011 yil., qo'llanmasidagi 1-30 mavzular) abituriyentlar o'qituvchining yordamisiz matematikani "**Matematika Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun repititor.**" qo'llanmasi yordamida o'rgana oladilar.

Fizika Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun qo'llanma.

Qo'llanma 600 betdan tashkil topgan bo'lib, elementar fizikaning barcha bo'limlarni o'z ichiga qamrab olgan, uni tuzishda muallif 40 dan ko'p adabiyotlardan foydalangan.

Qo'llanmalar bo'yicha taklif va mulohazalar uchun:

Tel: (+99893) 378-33-63, (+99898) 366-38-05, (+99890) 808-03-27

Elektron manzil: usmanovmansur@mail.ru

Internetdagi saytimiz: www.usmanovmansur.ucoz.ru

www.usmanovmansur.ucoz.ru sayti haqida:

Bu sayt Usmanov M. tomonidan yaratilgan bo'lib, bu saytda har ikki haftada matematika va fizikadan 36ta testdan tashkil topgan bittadan variant beriladi. Berilgan variantlarning yechilishi va javoblari saytda alohida ko'rsatiladi. Bundan tashqari saytdan Usmanov M. ning faoliyati va qo'llanmalari haqidagi to'liq ma'lumotlarni olishingiz mumkin.

M.M. Usmanov X.F. Zikrillayev

FIZIKA

*Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun
qisqacha ma'lumotnoma*

*Muharrir E. Yusupov
Matn teruvchi va sahifalovchi E. Hojiqulov
Musahhah N. Mavlonova*

«MERIYUS» XMNK 100121. Toshkent.
Usmon Nosir ko'chasi, 158.

Nashr. lits. AI № 104. 15.07.2008. Terishga 24.01.2013 yilda berildi.
Bosishga 22.02.2013 yilda ruxsat etildi. Qog'oz bichimi 84x108^{1/16}.
Ofset bosma usulida bosildi. 16,0 bosma toboq. Adadi 1000 nusxa.
Buyurtma №76 Bahosi kelishilgan narxda.

«MERIYUS» xususiy matbaa-nashriyot korxonasida chop etildi.
Manzil: gen. Uzoqov ko'chasi, 2 A-uy.

5000

MEMORANDUM FOR THE RECORD

FINRA

FINRA (Financial Industry Regulatory Authority) is a self-regulatory organization (SRO) that oversees and regulates the securities industry. It was established in 2010 as a result of the Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act. FINRA's primary mission is to protect investors, ensure the integrity of the securities markets, and promote confidence in the financial system. It oversees the activities of its member firms, which include investment advisers, broker-dealers, and clearing firms. FINRA also provides a variety of services to its members, including dispute resolution, arbitration, and mediation.

The FINRA website provides information on the organization's activities, including its regulatory framework, enforcement actions, and investor education resources. The website also offers a variety of services to its members, including a regulatory and compliance portal, a dispute resolution portal, and a research and analytics portal. FINRA is committed to transparency and accountability, and it provides a variety of tools and resources to help investors and the public understand the securities industry and its regulators.