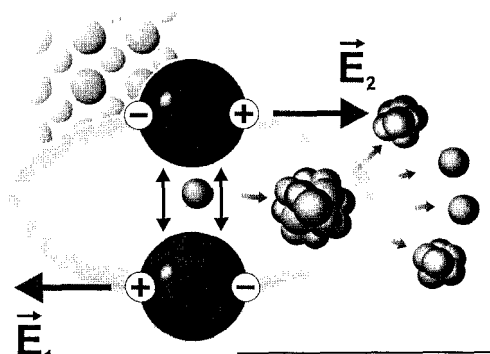


**A.A.Mustafaqulov, S.O. Eshbekova,
N.M. Jo'rayeva, J. K. Ibragimov**

**UMUMIY FIZIKA FANIDAN
AMALIY MASHG'ULOTLAR UCHUN
O'QUV QO'LLANMA**



O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta
maxsus ta'lim vazirligi

**A.A.Mustafaqulov, S.O. Eshbekova,
N.M. Jo'rayeva, J. K. Ibragimov**

**UMUMIY FIZIKA FANIDAN
AMALIY MASHG'ULOTLAR UCHUN
O'QUV QO'LLANMA**

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan 2019 yil 20 iyuldagi № 654 – sonli buyruqga asosan o'quv
qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.

Toshkent-2019

53(076.1)

22.3

U52

Umumiy fizika fanidan amaliy mashg'ulotlar uchun o'quv qo'llanma
[Matn] : o'quv qo'llanma . - Toshkent : INNOVATSION RIVOJLANISH
NASHRIYOT-MATBAA UYI,2019 . - 248 b.

UO'K: 53(076.1)

KBK 22.3

O'quv qo'llanmada fizika fanining bo'limlari bo'yicha masalalar va ularni yechishga oid uslubiy ko'rsatmalar keltirilgan. Qo'llanma Davlat ta'lim standarti asosida 5320900-Yengil sanoat buyumlari konstruksiyalarini ishlash va texnologiyasi (YeSBKI va T) –yo'nalishi bo'yicha tayyorlanayotgan bakalavr mutaxassislar bilimiga tegishli na'munaviy dastur va o'quv rejalar asosida ishlab chiqilgan.

O'quv qo'llanmada masalalar to'plami, mustaqil ishlash uchun masalalarni yechish namunalari, talabalar o'zlashtirgan nazariy bilimlarni tekshirish uchun nazorat savollari va zaruriy adabiyotlar ro'yxati keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2019 yil 20 iyuldagi 654-sonli buyrug'iga asosan 5320900-Yengil sanoat buyumlari konstruksiyalarini ishlash va texnologiyasi (YeSBKI va T) –yo'nalishi talabalari uchun tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

U.Yo'ldashev - Jizzax politexnika instituti professori f.-m.f.d.

Sh.Doniyorov - Jizzax davlat pedagogika instituti dotsenti
f.-m.f.n.

ISBN 978-9943-5900-6-9

© Innovatsion rivojlanish nashryot-matbaa uyi, 2019

SO‘Z BOSHI

Fizika qonunlarini bilish bu ularni ta’riflashni bilishgina bo’lmay, balki ularni aniq masalalarni yechishda tatbiq qilishni bilmoq demakdir. Masala yechishni bilish, talabalarni mustaqil ijodiy ishlashiga yordam beradi, o’rganilayotgan hodisa sabablarini tahlil qilishga o’rgatadi.

Mustaqil ravishda masala yechish jarayoni olingan nazariy bilimlarni mustahkamlash jarayoni bo’lib, mazkur o’quv qo’llanma uni amalga oshirishga yordam berali. Qo’llanma umumiy fizika kursi dasturi asosida tuzilgan bo’lib, fizika fanining barcha bo’limlari bo’yicha tanlangan masalalarni va uslubiy ko’rsatmalarni o’z ichiga oladi.

Har bir mavzu oldidan masala yechish bo’yicha qisqacha uslubiy ko’rsatmalar va tavsiyalar berilgan, har bir mavzu ichida masalalarni turli tiplarga bo’linishi bilan ularni yechish misollari ko’rilgan.

Masalalarni tushungan holda yechish faqat shunga tegishli nazariy materialni to’liq o’zlashtirgan holdagina mumkindir. Buning uchun har bir mavzu bo’yicha darsga tayyorlanishda mavzu muammolarini yaxshi tushunishda va ularni to’g’ri talqin qilishda talabalarning e’tiborini jalb qilishga imkon beruvchi nazorat savollari keltirilgan.

O’quv qo’llanmadan foydalangan holda talaba:

1. Nazorat savollari va ko’rsatilgan adabiyotlar yordamida berilgan bo’limni sinchiklab o’rganishi kerak;

2. O’qib o’rganilgan nazariyaga, uslubiy ko’rsatma va misollarga tayangan holda o’qituvchi tomondan ko’rsatilgan uy vazifasini mustaqil bajarishi kerak;

3. Uyga berilgan masalalarga nisbatan murakkabroq masalalarni auditoriyada yechishda faol va ijodkor bo’lishga talaba o’zini tayorlashi lozim.

Har bir mavzu bo’yicha uy vazifasini talaba auditoriyadagi darsga qadar bir kun oldin topshirishi kerak.

Masalalarni yechishda quyidagi qoidalarga amal qilish maqsadga muvofiq bo’ladi:

1. Masalani sinchiklab o’qib uning mazmunini tushunib olish zarur. Agar masalaning harakteri imkon bersa, uni tushuntiruvchi rasm chizmasini chizish kerak;

2. Masalani tahlil qilib qanday obyektlar yoki jarayonlar haqida so’z ketayo’tganligini, qanday kattaliklar ularni aniqlayotganligini, ko’rilayotgan hodisalar qanday fizik qonuniyatlarga bo’ysunishini aniqlash kerak;

3. Masalani yechishda optimal usulni tanlab olish kerak;
4. Avval masalani umumiy ko‘rinishda yechib, bunda qidirilayotgan kattalik masalada berilgan kattaliklar orqali ifodalanishi kerak;
5. Berilgan kattaliklarni son qiymatlari bir sistemada – XBS sistemasida qo‘yilishi kerak;
6. Masala yechishni oxirida o‘lchov birligini mosligi tekshirilishi zarur;
7. Uy vazifasini tayyorlashda ishlatilayotgan qonunlar va formulalar qisqa, ammo batafsil tushuntirilishi kerak;
8. Olingan javoblarni son qiymatini to‘g‘ri ekanligi baholanadi.

Mualliflar

1-MAVZU. MODDIY NUQTA KINEMATIKASI

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

Mexanik harakat deb jismlarning fazodagi vaziyating boshqa jismlarga nisbatan vaqt o'tishi bilan o'zgarishiga aytiladi. Jismlarning mexanik harakati ham tinch holati ham nisbiydir.

Kinematika (harakat) deb jism harakatini uni keltirib chiqaruvchi sababidan holi tarzda, faqat harakatni o'rganadigan mexanikaning qismiga aytiladi.

Kinematikaning asosiy tushunchasi

Moddiy nuqta deb tekshirilayotgan masofaga nisbatan o'lchamlaridan juda kichik va shakli hisobga olinmaydigan jismlarga aytiladi.

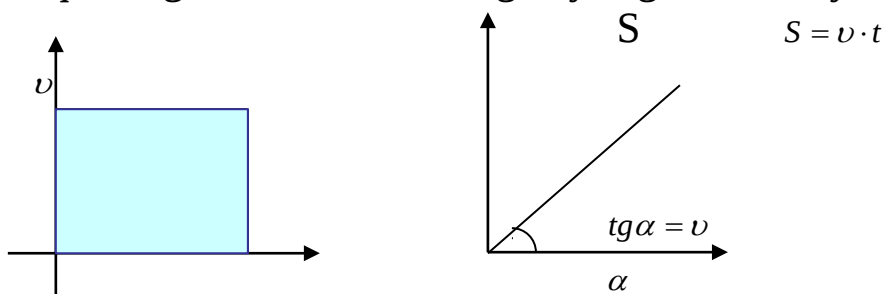
Jismlarning harakati davomida fazoda qoldirgan iziga **traektoriya** deyiladi. Traektoriyaning shakliga qarab, to'g'ri chiziqli va egri chiziqli harakatlarga ajratiladi.

Moddiy nuqtaning biror vaqt oralig'ida o'tgan traektoriyasining uzunligiga **yo'l** deyiladi.

Jism harakating boshlang'ich vaziyati bilan oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi kesmaga **ko'chish** deyiladi.

Tezlik va uning grafigi

Vaqt birligi ichida bosib o'tilgan yo'lga **tezlik** deyiladi



$$v = \frac{S}{t}, \quad [v] = \left[\frac{S}{t} \right] = \left[\frac{m}{s} \right] \quad \text{yoki} \quad \left[\frac{km}{soat} \right]$$

Natijaviy tezlik kosinuslar teoremasida aniqladi:

$$v_n = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$$

Oniy va o'rtacha tezlik

Ixtiyoriy vaqt momentidagi tezlikka **oniy tezlik** deyiladi.

Gorizontal vertikal. Murakkab harakatda oniy tezlik:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + (at)^2}$$

Umumiy vaqt ichida bosib o'tgan yo'lga **o'rtacha tezlik** deyiladi.

$$v_{o'rt} = \frac{S_{um}}{t_{um}}, \text{ vaqt bo'yicha: } v_{o'rt} = \frac{v_1 + v_2}{2}, \text{ yo'l bo'yicha: } v_{o'rt} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$$

Tekis va notekis harakatni ajratib turuvchi kattalik **tezlanishdir**.
Vaqt birligi ichida jism tezligining o'zgarishiga **tezlanish** deyiladi.

$$a = \frac{v - v_0}{t}.$$

$$\text{tezlanish birligi } \frac{m}{s^2}$$

Biror vaqt oralig'idagi oniy tezlik: $v = v_0 \pm at$

Masalalar yechish namunalari

1-masala. Ashulachining tovushini ikki kishi: biri teatrning tomosha zalida, ikkinchisi teatrdan 8000 km masofada radiodan eshitmoqda. Mikrafon sahnada ashulachining bevosita oldiga qo'yilgan. Ashulachining tovushini radioeshituvchi bilan bir vaqtda eshitishi uchun, tomoshabin teatrdan ashulachidan qancha masofada o'tirishi kerak? Tovush tezligini 340 m/s ga, radioto'lqinlarning tarqalish tezligini 300 000 km/s ga teng deb oling.

Berilgan:

$$S_1 = 8000 \text{ km} = 8 \cdot 10^6 \text{ m};$$

Yechish:

Radioeshituvchi ashulachining biror vaqtda

$$v = 340 \text{ m/s};$$

$$c = 300000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8$$

$$S_2 \rightarrow ?$$

$$\text{chiqargan tovushini } t_1 = \frac{S_1}{c}$$

vaqtdan keyin eshitadi.

Xuddi shu tovushni teatrdagi tomoshabin

$$\text{xuddi shu } t_2 = \frac{S_2}{c}$$

vaqtdan keyin eshitadi.

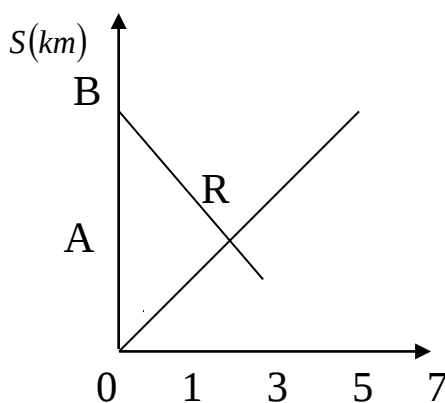
Masalani shartiga ko'ra $t_1 = t_2$, binobarin: $\frac{S_1}{c} = \frac{S_2}{v}$ bundan izlanayotgan

$$\text{masofa: } S_2 = S_1 \frac{v}{c}; \quad S_2 = 8 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \frac{340 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \approx 9 \text{ m}.$$

2-masala. A va B shaharlardan bir-biriga qarab ikkita avtomobil bir vaqtda yo'lga chiqdi. Bu avtomobillarning birinchisi $v_1 = 54 \text{ km/soat}$ va ikkinchisi $v_2 = 72 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlanmoqda; shaharlar orasidagi masofa 378 km. Har bir avtomobil uchun o'tilgan yo'lning vaqtga bog'lanish grafigini chizing va bu grafiklardan avtomobillarning uchrashish joyi va ularning uchrashguncha yurgan vaqtini toping.

Yechish:

Gorizontal o'qda vaqt va vertikal o'qda yo'l olingan kordinatalar sistemasida A punktdan chiqqan avtomobilning yo'li grafigi kordinatalar boshidan (chunki boshlang'ich vaqtda avtomobil A punktda bo'l-



gan) va kordinatalari 1 soat va 54 km ga teng

bo'lgan nuqtadan o'tuvchi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (bu avtomobil 1 soatda 54 km yo'l o'tadi). Xuddi shunga o'xshash, ikkinchi avto-

mobilning o'tgan yo'li grafigi B nuqtada va kordinatalari 1 soat va 306 km bo'lgan nuqtadan o'tuvchi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (bu avtomobil bir soatda B nuqtadan 72 km uzoqlashadi, masalaning shartiga ko'ra A va B nuqtalar orasidagi butun masofa 378 km).

Bu to'g'ri chiziqlarning kesishish nuqtasi R ga ko'ra avtomobillarning 3 soatdan so'ng A punktdan 162 km masofada uchrashishini topamiz.

3-masala. Paroxod daryo oqimi bo'ylab A punktdan B punktga 4 soatda, oqimga qarshi B punktdan A punktga esa 8 soatda boradi.

Paroxod dvigateli o'chirilgan holda AB masofani oqim bo'ylab suzishi uchun qancha vaqt kerak bo'ladi?

Berilgan:

$$t_1 = 4 \text{ soat}$$

$$t_2 = 8 \text{ soat}$$

Yechish:

Paroxodning harakati quyidagi tenglamalardan

$$\text{aniqlanadi: } S = (v_1 + v_2)t \quad \text{oqimga qarshi } S = (v_1 - v_2)t$$

$$t_3 \rightarrow ?$$

dvigatel o'chirilganda oqim bo'ylab $S = v_2 t_3$

Bu yerda v_1 -paroxodning tinch turgan suvga nisbatan tezligi, S-A punktdan B punktga bo'lgan masofa, v_2 – daryo oqimining tezligi, t_2 – paroxodning B dan A ga borish vaqti, t_3 – paroxodning A dan B ga dvigateli o'chirilgan holda suzish vaqti. Paroxod hamma holda ham ayni bir masofani o'tgani uchun, birinchi ikki ifodaning o'ng tomonlarini uchun, birinchi ikki ifodaning o'ng tomonlarini tenglaymiz:

$$v_1 t_1 + v_2 t_1 = v_1 t_2 - v_2 t_2 \quad \text{bundan} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2 + t_1}{t_2 - t_1}$$

Xuddi shunga o'xshash, ikkinchi va uchinchi ifodalarning o'ng tomonlarini tenglaymiz:

$$v_1 t_2 - v_2 t_2 = v_2 t_3 \quad \text{bundan} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2 + t_3}{t_2}$$

Hosil qilingan oxirgi ikki munosabatdan quyidagini topamiz:

$$\frac{t_2 + t_1}{t_2 - t_1} = \frac{t_2 + t_3}{t_2} \quad \text{bundan} \quad t_3 = \frac{t_2(t_2 + t_1)}{t_2 - t_1} - t_2$$

Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz: $t_3 = \frac{8(8+4)}{8-4} - 8 = 16(\text{soat})$

4-masala. Velosipedchi 1 minut davomida 2 m/s tezlik bilan tekis harakat qilgan, so'ngra 30 sm/s^2 telanish bilan tekis harakatlana boshlagan. Velosipedchining harakat boshlangandan 1,5 minut o'tgandan keyingi tezligi va shu vaqt ichida o'tgan yo'li topilsin.

Berilgan:

$$v_0 = 2 \text{ m/s}$$

$$t_1 = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$a = 30 \text{ sm/s}^2 = 0,3 \text{ m/s}^2;$$

Yechish:

$$\text{Izlanayotgan tezlik } v_1 = v_0 + a(t_2 - t_1)$$

$v_1 - ?$

$S - ?$

Velosipedchining o'tgan yo'li quyidagiga teng

bo'ladi: $S = v_0 t_1 + v_0(t_2 - t_1) + \frac{a(t_2 - t_1)^2}{2}$ Son qiymatlarini qo'yib

$$v_1 = 2m/s + 0,3m/s^2(90s - 60s) = 11m/s;$$

hisoblaymiz:

$$S = 2m/s \cdot 60s + 2m/s \cdot 30s + \frac{0,3m/s^2 \cdot 30^2 s^2}{2} = 315m$$

5-masala. Poyezd joyidan qo'zg'alib 12 km masofani 54 km/soat o'rtacha tezlik bilan o'tdi. Birinchi 1,5 minutda poyezd tekis tezlanuvchan, so'ngra tekis harakat qildi va, nihoyat, oxirgi $1\frac{5}{6}$ minutda tekis sekinlanuvchan harakat qildi va to'xtadi. Poyezd harakatining maksimal tezligi topilsin.

Berilgan:

Yechish:

$$S = 12km = 12 \cdot 10^3 m;$$

$$v_{o'r} = 54km/soat = 15m/s;$$

$$t_1 = 1,5min = 90s;$$

$$t_3 = 1\frac{5}{6} = 110s$$

Poyezd tekis tezlanuvchan

$$t_2 - ?$$

$$v - ?$$

harakatning oxirida maksimal tezlikka erishadi. Shu tezlik bilan u tekis harakat qiladi. Ana shu maksimal tezlik poyezdning tekis sekinlanuvchan harakatining boshlang'ich tezligi bo'ladi. Maksimal tezlikni v bilan belgilaymiz va poyezdning tezlanuvchan harakatda yurgan yo'li (s_1), tekis harakatda yurgan yo'li (s_2) va sekinlanuvchan harakatda yurgan yo'li (s_3) ni shu tezlik bilan ifodalaymiz:

$$S_1 = \frac{vt_1}{2}; \quad S_2 = vt_2 \quad S_3 = \frac{vt_3}{2}$$

Bu yerda t_1 - poyezdning tekis tezlanuvchan harakat vaqti, t_2 - tekis harakat vaqti, t_3 - tekis sekinlanuvchan harakat vaqti.

Poyezd bosib o'tgan butun yo'l quyidagiga teng bo'ladi

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \text{ yoki } S = \frac{vt_1}{2} + vt_2 + \frac{vt_3}{2} \text{ bundan } v = \frac{2S}{t_1 + t_2 + t_3}$$

t_1 va t_3 vaqt ma'lum bo'lgani uchun t_2 vaqtini quyidagi shartdan topamiz, $t = t_1 + t_2 + t_3$ bunda t - poyezdning butun harakatlanish vaqti. Bu vaqt quyidagi formuladan topiladi: $t = \frac{S}{v_{o'r}}$. Oxirgi ikki ifodani o'zgartirib quyidagini topamiz:

$t_2 = \frac{S}{v_{o'r}} - t_1 - t_3$. t_2 vaqtni bilgach, izlanayotgan maksimal tezlikni aniqlash

mumkin: $v = \frac{2S}{t_1 + 2t_2 + t_3}$. Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$t_2 = \frac{12 \cdot 10^3 m}{15 m/s} - 90s - 110s = 600s; \quad v = \frac{2 \cdot 12 \cdot 10^3 m}{90s + 1200s + 100s} \approx 17 m/s.$$

6-masala. Samolyotning tezligi 15 sekund ichida 180 km/soat dan 540 km/soat ga ortdi. Samolyotning tezlanishini, shu vaqt ichida bosib o'tgan yo'lini va o'rtacha tezligini toping.

Berilgan:

Yechish:

$$t = 15s;$$

Izlanayotgan tezlanishini quyidagi

formuladan

$$v_0 = 180 km/soat = 50 m/s;$$

$$\text{topamiz: } a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{150 m/s - 50 m/s}{15s} \approx 6,7$$

$$v_t = 540 km/soat = 150 m/s;$$

Samolyotning bosib o'tgan yo'li:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \approx 1500m$$

$$a - ? \quad S - ? \quad v_{o'r} - ?$$

Samolyot harakatining o'rtacha tezligi:

$$v_{o'r} \approx \frac{v_0 + v_t}{2} = 100 m/s = 360 km/soat.$$

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat

Bir xil vaqtlar oralig'ida jism tezligining bir me'yorda o'zgarishiga **tekis o'zgaruvchan harakat** deyiladi.

$$S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 \pm at$$

Tekis o'zgaruvchan harakat ikkiga bo'linadi. Tekis tezlanuvchan harakatda yuqoridagi formulardagi ishora "+" sekinlanuvchan harakatda esa "-" olinadi.

Tekis o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlik.

$$v_{o'r} \approx \frac{v_0 + v}{2} = \frac{2v_0 \pm at}{2} \quad \text{agar boshlang'ich tezlik } v_0 = 0 \text{ bo'lsa, formula}$$

$$\text{quyidagi shaklga keltiriladi. } v_{o'r} = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{v}{2} = \frac{\sqrt{2aS}}{2} \text{ yoki } v_{o'r} = \frac{\sqrt{2gH}}{2}$$

$$\text{Gorizontal otilgan jismning o'rtacha tezligi: } v_{o'r} = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{v_x + \sqrt{v_x^2 + v_y^2}}{2}$$

7-masala. Poyezd stansiyadan yo'lga chiqib 15 sek davomida tekis tezlanuvchan harakat qildi. 15-sekundda poyezd undan oldingiga nisbatan 2 m ortiq yo'l o'tganligi ma'lum bo'lsa, poyezdning shu vaqt ichida o'tgan yo'lini va shu yo'l oxiridagi tezligini toping.

Berilgan:

$$t=15s;$$

$$\frac{S_{15} - S_{14} = 2m}{S - ? \quad v - ?}$$

Yechish:

Poyezdning harakati boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakat bo'lgani uchun, poyezdning bosib o'tgan yo'lini quyidagi formuladan topamiz.

$$S = \frac{at^2}{2}$$

No'malum a tezlanish masalaning shartidan quyidagi mulohazalar asosida topiladi. Tekis tezlanuvchan harakatda teng ketma-ket vaqtlar oraliqlarida o'tilgan yo'llarning bir-biriga nisbati, ketma-ket toq sonlar qatori nisbati kabi bo'lishini bilgan holda, quyidagini yozish mumkin:

$$S_1 : S_{15} = 1 : 29 \quad \text{va} \quad S_1 : S_{14} = 1 : 27$$

$$\text{Bundan } S_{14} = 27S_1 \quad \text{va} \quad S_{15} = 29S_1$$

$$\text{Bundan ma'lumki,} \quad S_{15} - S_{14} = 2S_1$$

$$\text{Ammo masalaning shartiga ko'ra } S_{15} - S_{14} = 2S_1 = 2m, \text{ demak } S_1 = 1m.$$

Tekis tezlanuvchan harakatda jismning birinchi sekundda otgan yo'li son jihatdan tezlanishning yarmiga teng. Demak, poyezdning tezlanishi $a = 2m/s^2$.

a va t ning son qiymatlarini $S = \frac{at^2}{2}$ formulaga qo'yib hisoblaymiz:

$$S = \frac{2m/s^2 (15s)^2}{2} = 225m. \text{ Poyezdning 15-sekund oxiridagi tezligini } v = at$$

formuladan topamiz. Bunga a va t ning son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$v = 2m/s^2 \cdot 15sek = 30m/s$$

8-masala. Jism tekis tezlanuvchan harakat qilib 20 sekundda 60 m yo'l o'tdi. Bu vaqtda jismning tezligi 4 marta ortdi. Jismning tezlanishini va boshlang'ich tezligini toping.

Berilgan:

$$t = 10sek;$$

$$S = 60m$$

$$v = 4v_0$$

$$\frac{a - ? \quad v_0 - ?}{}$$

Yechish:

Jismning oxirgi tezlini $v = v_0 + at$ formuladan topish mumkin.

Masalaning shartidan $v = 4v_0$. Bu ifodalarning o'ng qismlarini tenglaymiz: $4v_0 = v_0 + at$ bundan

$$v_0 = \frac{at}{3}. \text{ Jismning bosib o'tgan yo'li quyidagi formula bilan ifodalanadi } S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

bunga v_0 ni qo'yamiz: $s = \frac{at}{3} + \frac{at^2}{2}$ bundan $a = \frac{6S}{5t^2} = \frac{6 \cdot 60m}{5 \cdot 100} = 7,2m/s^2$ Endi boshlang'ich tezlikni osonlik bilan topish mumkin: $v_0 = \frac{at}{3}$;

9-masala. Odam kengligi 300m bo'lgan daryodan qayiqda suzib o'tgan. Daryoning oqish tezligi 3 m/sek, odamning qayiqqa berayotgan tezligi 6 m/sek. Daryo oqimi qayiqni oqim bo'ylab qancha nariga surib ketadi? Qayiq qancha yo'l o'tadi? Odamning qayiqqa beradigan tezligi qirg'oqqa perpendikulyar yo'nalgan.

Berilgan:

Yechish:

ABC va ADE uchburchaklarning o'xshashligidan

$$AB=300m$$

$$\frac{DE}{AD} = \frac{BC}{AB} \text{ yoki } \frac{v_2}{v_1} = \frac{BC}{AB} \quad \frac{3}{6} = \frac{BC}{300},$$

$$v_1=6m/sek$$

bundan

$$v_2=3m/sek$$

$$BC = \frac{300m \cdot 3m/sek}{6m/sek} = 150m$$

$$BC=? \quad AC=?$$

Qayiq AC masofani o'tadi. Harakat to'g'ri burchakli uchburchak shaklida bo'lganidan:

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{(300^2) + (150)^2} = 335m$$

$$v_0 = \frac{7,2m/s^2 \cdot 10}{3} = 36m/s$$

10-masala. Taxtani teshib o'tishda o'qning tezligi 600 m/s dan 400 m/s ga kamaydi. Taxtaning qalinligi 6 sm, o'q taxta ichida qancha vaqt harakat qilgan?

Berilgan:

Yechish:

$$v_0 = 600m/s;$$

$$v = 400m/s$$

$$S = 6sm = 0,06m$$

O'qning taxta ichida yurgan yo'lini, o'qning o'rtacha tezligini vaqtga ko'paytirib toppish mumkin:

t-?

$$S = v_{o'rt} t \quad \text{Tekis o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlik}$$

boshlang'ich va oxirgi tezliklar yig'indisining

yarmiga teng,

$$\text{y'ani } v_{o'rt} = \frac{v_0 + v}{2}. \text{ Shunday qilib, } S = \frac{v_0 + v}{2} t.$$

$$\text{bundan } t = \frac{2S}{v_0 + v} = \frac{2 \cdot 0,06m}{600m/s + 400m/s} = 1,2 \cdot 10^{-4} s$$

11-masala. Tinch holatdan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism 5-sekundda 18 m yo'lni bosib o'tgan bo'lsa, uning 7-sekunddagi ko'chishini aniqlang.

Berilgan:

$$S_5 = 18m.$$

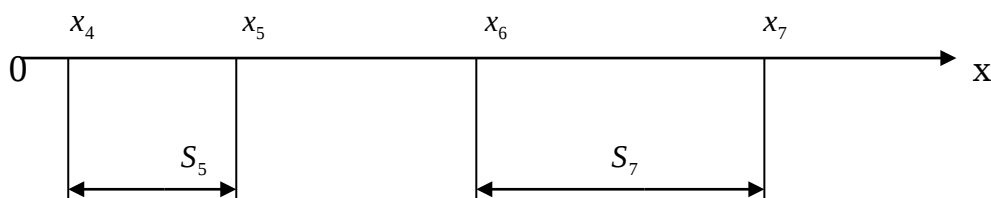
$$S_7 = ?$$

Yechish:

Bu masalani yechishda $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ foydalanamiz.

Boshlang'ich tezlik nol bo'lganligi uchun formula quyidagi ko'rinishga keladi: $S = \frac{at^2}{2}$. Masalani

yaxshi tushinish uchun quyidagi chizmadan foydalanamiz.



Chizmadan foydalangan holda yuqoridagi formulani quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$S_5 = x_5 - x_4 = \frac{at_5^2}{2} - \frac{at_4^2}{2} = \frac{a}{2}(t_5^2 - t_4^2); \quad S_7 = x_7 - x_6 = \frac{at_7^2}{2} - \frac{at_6^2}{2} = \frac{a}{2}(t_7^2 - t_6^2)$$

bundagi x_4, x_5, x_6, x_7 - mos ravishda $t_4 = 4s, t_5 = 5s, t_6 = 6s, t_7 = 7s$ vaqtlardagi jismning koordinatalari. Yuqoridagi formulalarni taqsimlab quyidagi ifodani hosil qilamiz va undan S_7 topamiz:

$$\frac{S_5}{S_7} = \frac{t_5^2 - t_4^2}{t_7^2 - t_6^2}$$

$$S_7 = S_5 \frac{t_7^2 - t_6^2}{t_5^2 - t_4^2} \text{ hisoblaymiz } S_7 = 18m \frac{49s^2 - 36s^2}{25s^2 - 16s^2} = 26m.$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Jism yo'lining to'rtidan uch qismini $v_1 = 60$ km/soat tezlik bilan, yo'lining qolgan qismini esa $v_2 = 80$ km/soat tezlik bilan bosib o'tdi. Harakatning o'rtacha tezligini toping.

2. Jism yo'lining birinchi yarmini $t_1 = 2s$, ikkinchi yarmini esa $t_2 = 8s$ da bosib o'tdi. Agar bosib o'tilgan yo'lining hammasi $s = 20m$ bo'lsa, harakatning o'rtacha tezligi topilsin.

3. Jismning to'g'ri chiziqli harakati $s = C - 3t + 2t^2$ tenglama bilan ifodalanadi. Jismning $t_1 = 1s$ dan $t_2 = 4s$ gacha bo'lgan vaqt intervalida o'rtacha tezlik topilsin.

4. Vagon – $0,5 \text{ m/sek}^2$ manfiy tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Vagonning boshlang'ich tezligi 54 km/soat . Vagon

qancha vaqtdan keyin va boshlang'ich nuqtadan qancha uzoqlikda to'xtaydi?

5. Tormozlangan poezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 1 minutda o'z tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat gacha kamaytirgan.

1).Poezdning manfiy tezlanishi va 2).Tormozlanish vaqtida o'tgan yo'li topilsin.

6. Tinch holatda turgan motoroller 1 m/s² tezlanish bilan harakatlanib, 200 m yo'lni utgach, qanday tezlikka erishadi?

7. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi $s = At - Bt^2 + Ct^3$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 2$ m/s, $V = 3$ m/s² va $S = 4$ m/s³. 1) Tezlik g ning va tezlanish a ning vaqt t ga bog'liqligi, 2) harakat boshlanishidan 2 sek o'tgandan keyin jismning bosib o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi topilsin. $0 \leq t \leq 3\text{sek}$ intervalda 0,5 sek dan oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi chizilsin.

8. To'g'ri chiziqli harakat $x = -1 + 3t^2 - 2t^3$ tenglama bilan ifodalanadi (SI birliklarda). Tezlik va tezlanish tenglamalari yozilsin.

9. Moddiy nuqtaning harakat qonuni $S = 2t + 0.04t^3$ ko'rinishga ega. Nuqtaning vaqtini boshlang'ich momentidagi tezlik va tezlanish topilsin.

10. Nuqtaning to'g'ri chiziq bo'ylab harakati $x = 2t - 0.5t^2$ tenglama bilan berilgan. Harakat boshlangandan qancha vaqtdan so'ng nuqta to'xtaydi?

11. Jismning bosib o'tgan yo'lni vaqtga bog'liqligi $S = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ tenglama bilan beriladi, bu yerda $S = 0.14$ m/s² va $D = 0.01$ m/s³. Harakat boshlangandan qancha vaqtdan so'ng jismning tezlanishi 1 m/s² ga teng bo'ladi?

12. Ikki moddiy nuqtalar harakati $x_1 = 20 + 2t - 4t^2$ va $x_2 = 2 + 2t + 0.5t^3$ tenglamalar bilan ifodalanadi (uzunlik - metrlarda, vaqt - sekundlarda). Vaqtning qanday momentida bu nuqtalarning tezliklari tenglashadi?

13. Liftning harakat tenglamasi $S = 15t + 2t^2$ ga asosan, uning tezligini vaqtga bog'lanishini toping.

14. Qayiq suvga nisbatan 7,2km/coam tezlik bilan qirg'oqqa tik yo'nalishda harakat qilmoqda. Oqim qayiqni 150 m pastga sudradi. Daryoning kengligi 0,5 km. 1) Daryo oqimining tezligi va 2) qayiqning daryodan o'tishi uchun sarf qilingan vaqt topilsin.

15. Poezd 36 km / soat tezlikda harakat qilmoqda. Agar bug' berish to'xtatilsa, poezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 20 sek dan keyin to'xtaydi. 1) Poezdning manfiy tezlanishi topilsin. 2) To'xtash joyidan necha metr narida bug' berishni to'xtatish kerak?

Gorizontaal otilgan jismning harakati

Bir xil balandlikdan gorizontaal otilgan jismlar v_x tezliklaridan qat'iy nazar yerga bir vaqtga tushadi. $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$; $v = \sqrt{2gH}$

Gorizontaal tezlik $v_x = v_0 = \text{const}$ o'zgarmas saqlanadi. $S_x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$

Umumiy tezlik yoki tezlik: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + (gt)^2} = \sqrt{v_x^2 + 2gh}$

Maksimal ko'tarilish balandligi: $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$;

Umumiy harakat vaqti: $t_{um} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$;

Uchish uzoqligi: $S_x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$;

Jism α -burchak ostida otildi, u qancha vaqtdan so'ng gorizont bilan β -burchakda bo'ladi:

$$t = \frac{v_0(\sin \alpha - \cos \alpha \tan \beta)}{g}.$$

Eng minimal tezlikka maksimal ko'tarilganda erishadi: $v = \sqrt{v_x^2 + (gt)^2}$.

12-masala. 20 m balandlikdan gorizontaal otilgan jism otilgan joyidan gorizontaal bo'ylab 100 m masofada yerga tushdi. Otish tezligi va yerga tushish paytida tezlikning gorizont bilan hosil qilgan burchagini toping.

Berilgan:

$$H = 20\text{m}$$

$$S = 100\text{m}$$

$$g \approx 10\text{m/s}^2$$

α - ? tekis harakatdan va ikkichi

iboratdir.

Yechish:

Gorizontaal otilgan jismning harakati ikki

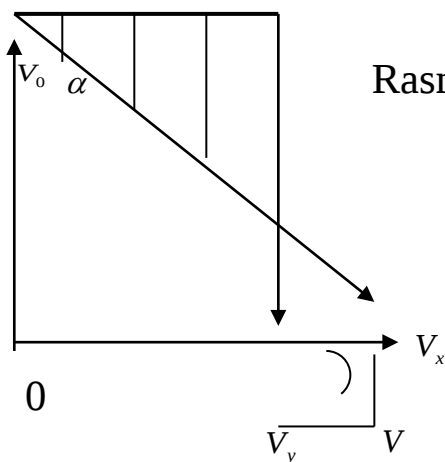
harakatdan iborat murakkab harakat bo'lib, uning tashkil etuvchilaridan biri $v_x = v_0$ tezlik bilan gorizontaal bo'ylab v_0 - ?

$v_x = gt$ tezlik bilan erkin tushishdan

Tekis harakat tenglamasi $S = v \cdot t$ dan tezlikni topib, vaqtni o'rniga

$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ ni qo'ysak jismning yerga urilish paytidagi tezligini topamiz:

$$v = \frac{S}{\sqrt{\frac{2H}{g}}} = \frac{100}{\sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}}} = 25\text{m/s}$$



Rasmdan ko'rinishicha $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x}$ o'z navbatida

$$v_y = \sqrt{2gH}; \quad v_y = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} = 20 \text{ m/s.}$$

$$\text{U holda } \operatorname{tg} \alpha = \frac{20}{25} = 0,8; \quad \alpha = 50^\circ$$

Aylana bo'ylab harakat kinematikasi

Jism biror egrilik radiusi bo'ylab qilgan harakatiga **aylana bo'ylab harakat** deyiladi. Aylanma harakatini harakterlovchi kattaliklar: davr, chastota, tezlik va tezlanish.

1. Bir marta to'la aylanish uchun ketgan vaqtga **aylanish davri** deyiladi:

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

2. Bir sekundagi aylanishlar soniga **chastota** deyiladi: $\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}.$

3. Aylanma harakat qilayotgan jismning birlik vaqt ichida aylanish burchagiga **burchakli tezlik** deyiladi: $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T}.$

4. Aylanma harakatda **chiziqli tezlik** aylanaga urinma tarzda yo'nalgan bo'lib doimo o'zgarib turadi: $v = \frac{2\pi R}{T}.$

5. Vaqt birligi ichida burchakli tezlikning o'zgarishiga **tezlanish** deyiladi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{t}.$$

6. Tangensial tezlanish: $a_t = \frac{v^2}{4\pi NR}.$

7. Markazga intilma tezlanish: $a_n = \frac{v^2}{R}.$

8. To'la tezlanish: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{a_t + \omega^4 R^2}.$

9. G'ildirak nuqtalarining tezliklarining o'zgarishi:

a) $\frac{1}{4}T$ va $\frac{3}{4}T$ davrlarda ya'ni A va D nuqtalardagi $v_A = v_D = \sqrt{v_r^2 + v^2} = \sqrt{2}v$

.

b) $\frac{1}{2}T$ davrda C nuqtada $v_C = v_r - v = 0.$

c) T davrda F nuqtadagi tezlik o'zgarishi: $v_F = v_r + v = 2v$.

v) E nuqtadagi $v_E = 2v \cos \frac{\alpha}{2}$.

d) B nuqtadagi $v_B = 2v \sin \frac{\alpha}{2}$

Bo'g'langan sistemalar

Tasma bilan shestirnar o'zaro bog'lansa: bu yerda har ikkalasi uchun ham chiziqli tezlik bir xil bo'ladi.

$$v_1 = v_2 ; \quad \omega_1 R_1 = \omega_2 R_2 ; \quad v_1 R_1 = v_2 R_2 ; \quad \frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2} ; \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Bir o'qqa maxkamlangan diskning ikki nuqtasi uchun burchak tezlik, chastota va davr bir xil bo'ladi. $\omega_1 = \omega_2 ; \quad v_1 = v_2 ; \quad T_1 = T_2 ; \quad \frac{v_1}{R_1} = \frac{v_2}{R_2} ;$

$$\frac{v_1}{R_1} = \frac{v_2}{R_1 - \Delta R}.$$

13-masala. Radiusi 2m aylana bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqta 3,14 s ichida, aylananing yarmini bosib o'tdi. Moddiy nuqtaning chiziqli tezligi aniqlansin.

Berilgan:

Yechish:

$$R = 2m$$

Aylanish davri formulasidan davrni topamiz. $N = 0,5$

Masala $t = 3,14s$ shartida aylananing yarmi deyilgani uchun

$$v - ?$$

aylanishlar sonini 0,5 ga teng deb olamiz. $T = \frac{t}{N}$. Chiziqli

tezlik formulasidagi davrning o'rniga quyidagi formulani qo'yamiz. $v = \frac{2\pi R}{T}$.

$$v = \frac{2\pi R}{\frac{t}{N}} = \frac{2\pi RN}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 0,5}{3,14} = 2m/s.$$

14-masala. Harakat I g'ildirakdan II g'ildirakka tasmali uzatma yordamida uzatilladi. Agar I g'ildirak minutiga 2400 marta aylansa, g'ildiraklarning radiuslari mos 3 va 6 sm bo'lsa, II g'ildirakning burchak tezligini toping.

Berilgan:

Yechish:

$$t_1 = 60s$$

Bog'langan sistemalarda chiziqli tezlik bir xil

$$N_1 = 2400$$

bo'ladi. Xuddi shu shartdan foydalangan holda quyidagi tengliklarni yozish mumkin.

$$R_1 = 3sm = 0,03m$$

$$R_2 = 6sm = 0,06m$$

$$\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2 ; \quad \frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2} ; \quad \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega - ?$$

Burchak tezlikni toppish uchun bizga aylanish davri kerak.

Aylanish davrning formulasidan davrni topamiz: $T_1 = \frac{t_1}{N_1} = \frac{60}{2400} = 0,025s$

$\frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2}$ formuladan ikkinchi davrni topamiz: $T_2 = \frac{T_1 R_2}{R_1} = \frac{0,025 \cdot 0,06}{0,03} = 0,05 \text{ s}$. Ana endi

burchak tezlikni topish mumkin: $\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2} = \frac{2 \cdot 3,14}{0,05} \approx 126 \text{ ayl / sek}$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Nuqta aylana bo'ylab $S = 4t^2$ tenglamaga asosan harakatlanmoqda. Harakat boshlangandan so'ng 0.5 s vaqt o'tgach, harakatning tangensial tezlanish normal tezlanishga teng bo'ldi. Aylananing radiusi topilsin.

2. Minoradan gorizontal yo'nalishda 15 m/s tezlik bilan tosh otilgan. Tangensial va normal tezlanishlar teng bo'lgan momentda trayektoriyani egrilik radiusi topilsin.

3. Jism gorizontal yo'nalishda 12 m/s tezlik bilan otilgan. Jismning tezligi 20 m/s bo'lgan momentda trayektoriyaning egrilik radiusi topilsin.

4. Radiusi 4 m ga teng bo'lgan aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jismning markazga intilma tezlanishi 10 m/s^2 bo'lsa, aylanish davri qanchaga teng. $\pi^2 = 10$ deb olisin.

5. Egrilik radiusi 200 m bo'lgan yo'l qismida 72 km/soat tezlik bilan xarakatlanayotgan poezdining markazga intilma tezlanishini toping.

6. Lokomotiv yo'lining radiusi 750 m bo'lgan burilish joyidan 54 km/soat tezlik bilan o'tmoqda. Uning markazga intilma tezlanishini aniqlang.

7. Tekis tezlanish bilan aylanayotgan g'ildirak harakat boshidan $N = 10$ marta aylangandan keyin $\omega = 20 \text{ rad / sek}$ burchak tezlikka erishsa, uning burchak tezlanishi topilsin.

8. Val 180 ayl/min chastotaga mos o'zgarmas tezlik bilan aylanadi. Val tormozlangan vaqtdan boshlab son jihatdan 3 rad/s^2 ga teng burchak tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qiladi.

1).Val qancha vaqt o'tgach to'xtaydi? 2).To to'xtaguncha u necha marta aylanadi.

9. Tekis sekinlanib aylanayotgan g'ildirak tormozlanish natijasida 1 minut davomida o'zining tezligini 300 ayl/min dan 180 ayl/min gacha kamaytiradi. G'ildirakning burchak tezlanishi va bu minut ichidagi aylanishlar soni topilsin.

10. Harakat boshnishidan 1.5 s o'tgach maxovik gardishida yotgan nuqtaning to'liq tezlanishi vektori maxovik radiusi bilan qanday burchakni tashkil etadi? Maxovikni burchakli tezlanishi 0.77 m/s^2 ga teng

Erkin tushish

Erkin tushish deb tinch holatdagi jismning o'g'irlik kuchi ta'sirida tushishiga aytiladi. Jismning erkin tushishi boshlang'ich tezliksiz tekis o'zgaruvchan harakatdan iborat bo'lib, uning tezlanishi o'zgarmas qoladi. Jismlarning erkin tushishini G. Goliley aniqlagan. Jismning erkin tushish tezlanishi g harfi bilan belgilanadi va uning son qiymati yerning geigrafiy kengliklaridagi qiymati turlicha.

$$\text{Qutbda } g = 9,8324 \approx 9,83 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{ekvatorida } g = 9,7805 \approx 9,78 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Parij kengligida } g = 9,80665 \approx 9,81 \frac{m}{s^2}$$

Erkin tushish tenglamalari

Erkin tushgan jism tekis tezlanuvchan harakat qiladi.

Vertikal harakatning harakat tenglamasi.

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad \text{yoki} \quad H = H_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$g = \frac{v - v_0}{t} \quad \text{-erkin tushish tezlanishi.}$$

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad \text{-tushish balandligi.}$$

$$v_{o'r} = \frac{v_0 + v_t}{2} \quad \text{-o'rtacha tezlik.}$$

$$v = v_0 + gt \quad \text{-biror } t \text{ vaqtdagi oniy tezligi.}$$

$$h = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2g} \quad \text{-tushish balandligining tezlik va tezlanish orqali ifodalanishi.}$$

Yuqoriga tik otilgan jismning harakat tenglamalari

$$g = -\frac{v_0}{t} \quad \text{erkin tushish tezlanishi.}$$

$$v_0 - gt \quad \text{oniy tezlik.}$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{ko'tarilish balandligi.}$$

$$v_{o'r} = \frac{v_0}{2} \quad \text{o'rtacha tezlik.}$$

$$h = v_{o'r} t = \frac{v_0}{2} t \quad \text{ko'tarilish balandligining o'rtacha tezlik orqali ifodalanishi.}$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \quad \text{ko'tarilish balandligining tezlik va tezlanish orqali ifodalanishi.}$$

Erkin tushayotgan n-sekunda o'tgan yo'li: $\Delta H = \frac{g}{2}(2n-1)$

v_0 boshlang'ich tezlik bilan tushayotgan n-sekunda o'tgan yo'li :

$$\Delta H = v_0 + \frac{g}{2}(2n-1)$$

Erkin tushayotgan jismlar Δt vaqt oralatib tashlansa n-sekundda ular orasidagi ΔH masofa

$$\Delta H = \frac{g\Delta t}{2}(2n - \Delta t) \text{ t-birinchisi tashlangandan so'ng}$$

$$\Delta H = \frac{g\Delta t}{2}(2n + \Delta t) \text{ t-ikkinchisi tashlangandan so'ng}$$

$$v_0 \text{ boshlang'ich tezlik bilan otilgan bo'lsa: } \Delta H = v_0\Delta t + \frac{g\Delta t}{2}(2n - \Delta t).$$

Erkin tushayotgan jism oxirgi Δt vaqt oralig'ida ΔH masofani bosib o'tsa uning tushish vaqti va balandligini topish formulasi. $t = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$;

$$H = \frac{g}{2}\left(\frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}\right)^2$$

$$\text{Agar jism } v_0 \text{ tezlik bilan otilgan bo'lsa: } t = \frac{\Delta H - v_0\Delta t}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$$

Yuqoriga v_0 tezlik bilan Δt vaqt oralatib otilgan jismlar qancha vaqtdan

$$\text{so'ng va qanday balandlikda uchrashadi: } t = \frac{\frac{g\Delta t}{2} + v_0}{g} = \frac{2v_0 + g\Delta t}{2g}$$

15-masala. Erkin tushatotgan jism o'z yo'ling so'nggi uchdan bir qismini 1 s davomida o'tgan. Jismning qanday balandlikdan tushayotganini va uning yer sirtidagi tezligini aniqlang.

Berilgan:

Yechish:

$$BS = \frac{1}{3}h;$$

$$\text{Jism tushayotgan h balandlikni } h = \frac{gt^2}{2} \text{ formuladan,}$$

$$t_2 = 1s;$$

$$\text{uning yer sirtidagi tezligini esa } v = gt \text{ formuladan toppish}$$

$$g = 9,8m/s^2$$

$$\text{mumkin. Bu yerda vaqtni } t = t_1 + t_2 \text{ formuladan topamiz.}$$

$$h-? \quad v-?$$

$$t_1 -$$

jismning A va B ga tushish vati, t_2 - jismning B dan C ga tushish vaqti. Masala shartidan noma'lim t_1 vaqtni quyidagi mulohazalar asosida topamiz.

Jism AB uchastkada boshlang'ich tezliksiz harakat qilib erkin tushadi. Shuning uchun AB yo'l quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$AB = \frac{2}{3}h = \frac{gt^2}{2}. \text{ Jism BS uchastkada } v_0 = gt_1 \text{ boshlang'ich tezlik bilan harakat}$$

qilib, erkin tushadi. Shuning uchun BC yo'l quyidagicha ifodalash mumkin: $BS = \frac{1}{3}h = v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = gt_1 t_2 + \frac{gt_2^2}{3}$. AB yo'l ifodasidan $h = \frac{3}{4}gt_1^2$. BC yo'l ifodasidan $h = 3gt_1 t_2 + \frac{3gt_2^2}{2}$. Bu tenglamalarning o'ng qismlarini tenglashtirib, quyidagini topamiz: $\frac{3}{4}gt_1 = 3gt_1 t_2 + \frac{3gt_2^2}{2}$.

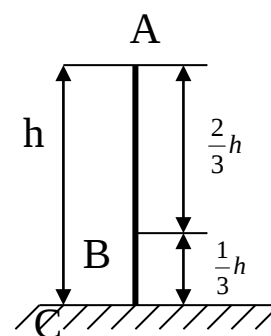
Bu tenglamani soddalashtirib quyidagini olamiz:

$$t_1^2 = 4t_1 t_2 + 2t_2^2 \quad \text{yoki} \quad t - 4t_1 t_2 - 2t_2^2 = 0$$

Bu tenglamani t_1 ga nisbatan yechamiz: $t_1 = 2t_2 \pm \sqrt{4t_2^2 + 2t_2^2}$ bundan $t_1 = (2 \pm \sqrt{6})t_2$.

Tenglamaning musbat ildizigina fizik ma'noga ega $t_1 = (2 + \sqrt{6}) \cdot 1 \approx 4,5s$

To'la tushish vaqtini hisoblaymiz: $t = t_1 + t_2 = 4,5 + 1 = 5,5s$



Endi jismning qanday balandlikdan oson toppish mumkin:

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 30,25}{2} \approx 151m$$

Nihoyat, jismning yer sirtidagi tezligini aniqlaymiz: $v = gt = 10 \cdot 5,5 \approx 55m/s$

16-masala. Erkin tushayotgan jism tushishning oxirgi sekundida 50 m yo'l o'tdi. Jismning tushish vaqti qancha va u qanday balandlikdan tushgan?

Berilgan:

Yechish:

Jismning tushish vaqtini quyidagi

$$s=50m$$

$$s = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t-1)^2}{2}$$

$$g=10m/sec^2$$

$$t=? \quad H=?$$

formuladan topamiz. O'zgartirishlardan so'ng, quyidagini hosil qilamiz:

$$t = \frac{s}{g} + \frac{1}{2}; \quad t = \frac{50}{10} + \frac{1}{2}$$

$$=5.5sek$$

Jism tushgan H balandlikni quyidagi formuladan topamiz:

$$H = \frac{gt^2}{2}; \quad H = \frac{10 \cdot 30.25}{2} = 151 \text{ m}$$

17-masala. Erkin tushayotgan jismning ettichi sekundda bosib o'tgan yo'li, uchinchi sekundda bosib o'tgan yo'lidan necha marta ortiq?

Yechish:

$S_1:S_2:S_3:S_4:S_5:S_6:S_7=1:3:5:7:9:11:13$ ekanligini bilgan holda yettinchi va uchinchi sekundlarda o'tilgan yo'llar nisbatini topamiz, ya'ni

$$S_7:S_3=13:5=2.6$$

18-masala. Bir jism 35 m balandlikdan boshlang'ich tezlik bilan, ikkinchi jism esa xuddi shu paytda 20 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tashlandi. Ikkala jism Yerga qanday boshlang'ich tezlik bilan tushishi kerak?

Berigan:

$$H = 35 \text{ m}$$

$$h = 20 \text{ m}$$

Yechish:

Boshlang'ich tezlik bilan tushayotgan jismning harakat tenglamasi $H = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$, ikkinchi jismniki esa

$v_0 - ?$ quyidagicha $h = \frac{gt^2}{2}$, bu jismlarni balandliklari farqi

$$H - h = v_0 t.$$

Bu formuladan boshlang'ich tezlikni topamiz: $v_0 = \frac{H-h}{t}$. Jismlarni tushish

vaqtini ikkinchi formuladan topamiz: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. U holda birinchi jismning

boshlang'ich tezligi quyidagicha bo'ladi. $v_0 = \frac{H-h}{\sqrt{2h/g}} = \frac{35-20}{\sqrt{2 \cdot 20/10}} = 7.5 \text{ m/s}.$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Tosh $h = 1200 \text{ m}$ balandlikdan tushadi. O'z harakatining oxirgi sekundida u qanday yo'l bosadi?

2. Jism $h = 45 \text{ m}$ balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushadi. Yo'lining ikkinchi yarmidagi o'rtacha tezligini toping.

3. Jism biror balandlikdan $v_0=30 \text{ m/s}$ boshlang'ich tezlik bilan tik ravishda yuqoriga otilgan. $t = 10 \text{ s}$ o'tgach jismning koordinatasi h va tezligi v , hamda shu vaqt oraligida bosib o'tilgan yo'l topilsin.

4. Tik ravishda yuqoriga otilgan jism $h = 8.6 \text{ m}$ balandlikda $\Delta t=3 \text{ s}$ vaqt oralab ikki marta bo'lgan. Havoning qarshiligini e'tiborga olmasdan, otilgan jismning boshlang'ich tezligi topilsin.

5. Jism balkondan tik ravishda $v_0 = 10$ m/s tezlik bilan otilgan. Balkonning yer sirtidan balandligi $h = 12.5$ m. Harakat tenglamasi yozilsin va otilgan momentdan to yerga etgunga qadar o'rtacha yo'l tezligi aniqlansin.

6. Erkin tushayotgan jismning Erga urilish paytidagi tezligi 39,2 m/s ga etgan. Jismning tushish balandligi h va tushish vaqti t ni toping.

7. Vertikal yuqoriga otilgan jism 3 sek dan keyin erga qaytib tushdi. 1) Jismning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan? 2) Jism qanday balandlikka ko'tarilgan? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

8. Tosh 10 m balandlikka otilgan. 1) Tosh qancha vaqtdan keyin erga qaytib tushadi? 2) Agar toshning boshlang'ich tezligi ikki marta oshirilsa, u qancha balandlikka ko'tariladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

9. Jism $h = 19,6$ m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. 1) Jism o'z yo'lining birinchi 1 metrini qancha vaqtda bosib o'tadi? 2) Yo'lning oxirgi , metrda-chi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

10. Erkin tushayotgan jism o'z harakatining oxirgi sekundida butun yo'lning yarmini o'tadi. 1) Jismning qanday h balandlikdan tushayotgani va 2) erga tushguncha ketgan vaqti topilsin.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Fizika fanining predmeti nimadan iborat?

2. Mexanika nimani o'rgatadi? Uning asosiy qismlari nimalardan iborat?

3. Moddiy nuqta deb nimaga aytiladi?

4. Mexanik harakat va uni xarakterlovchi kattaliklar?

5. Mexanik harakat traektoriyasining shakliga, yo'liga va ko'chishiga qarab qanday turlarga bo'linadi?

6. To'g'ri chiziqli tekis harakat deb nimaga aytiladi va uni harakat tenglamasi qanday bo'ladi?

7. Ilgarilanma haraktning kinematik harakateristikalar (siljish, trayektoriya, yo'l, tezlik, tezlanish)ga ta'rif bering.

8. O'rtacha va oniy tezlik, tezlanishlar tushunchalari nima bilan farq qiladi?

9. Egri chiziqli harakatdagi tezlanishni qanday tashkil etuvchilarga ajratish mumkin? Ularning ma'nosi nima?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. B.B.Buxovsev, Yu.L.Klimontovich, G.YA.Myakishev. T., «O‘qituvchi», 1985
2. Akademik G.S.Lansberg tahriri ostida.Elementar fizika kursi(1-tom).M. ;«Nauka», 1973
3. M.Ismoilov, M.Yunusov. Elementar fizika kursi. T., «O‘qituvchi», 1990
4. Axmadjonov O., Fizika kursi. Mexanika va molekulyar fizika. T., «O‘qituvchi»,1985
5. I.V.Savelev. Umumiy fizika kursi (1-tom). T., «O‘qituvchi», 1973
6. Н.В.Александров, А.Н.Яшин. Курс общей физики.Механика. М., «.Просвещение»,1978
7. Э.М.Гершензон, Н.Н.Малов. Курс общей физики. М., «Просвещение», 1987
8. Р.В.Пол. Механика, акустика и учение о теплоте. М., «Просвещение»,.1971.
9. Д.В.Сивухин. Общей курс физики. том 1. Механика. М., «Наука», 1974.
- 10.С.П.Стрелков. Механика. М., «Наука», 1975.
- 11.С.Э.Хайкин. Физические основы механики. М., «Наука», 1976.

2-MAVZU. MODDIY NUQTA DINAMIKASI

Dinamika deb mexanikaning kuch ta'siridagi jismlarning harakatini o'rganadigan bo'limiga aytiladi.

Dinamikaning asosiy qonunlari 3 ta bo'lib, ularni 1687 yil ingliz fizigi Isaak Nyuton kashf qilgan va uning sharafiga Nyuton qonunlari deyiladi.

Nyutonning birinchi qonuni. Agar jismga boshqa jismlar yoki tashqi kuchlar ta'sir etmasa u o'zining nisbiy tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

$F=0$, bo'lsa $v=0$ yoki $v=const$ bo'ladi.

Nyutonning ikkinchi qonuni. Kuch ta'sirida jismning olgan tezlanishi kuchga to'g'ri proporsional, jism massasiga teskari proporsional. $a = \frac{F}{m}$. Kuch birligi nyuton $[N]$.

Nyutonning uchinchi qonuni. Ikki jismning o'zaro ta'sir kuchlari miqdor jihatdan teng va bir tog'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan. $F_1 = -F_2$; $\frac{m_1}{m_2} = -\frac{a_2}{a_1} = -\frac{v_2}{v_1}$.

Masalalar yechish namunalari

1-masala. Masala $m=3$ kg bo'lgan jism $a=2m/s^2$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilib vertikal pastga tushmoqda. Yuk bog'langan arqonning taranglik kuchini toping.

Berilgan:

$$m = 3kg$$

$$a = 2m/s^2$$

Yechish:

Jism pastga tushayotganda unga ikki kuch:

vertikal pastga

yo'nalgan jismning P og'irlik kuchi va arqonning vertikal F -yuqoriga yo'nalgan F taranglik kuchi ta'sir qiladi. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi jismga tezlanish beradi. Nyutonning 2-qonuniga asosan $P - F = ma$, bundan $F = P - ma$ yoki $F = m(g - a) = 3 \cdot (10 - 2) = 24$ N.

2-masala. Massasi 1 kg bo'lgan jism $9 m/s^2$ tezlanish bilan vertikal pastga tushmoqda. Havoning o'rtacha qarshilik kuchi nimaga teng?

Berilgan:

$$m = 1\text{ kg}$$

$$a = 9\text{ m/s}^2$$

$$g \approx 10\text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{qarsh}} - ?$$

Yechish:

Yukning og'irlik kuchi havoning qarshiligini yengadi va jismga tezlanish beradi. Nyutonning 2-qonuniga asosan:

$$P - F_{\text{qarsh}} = ma, \text{ bundan } F_{\text{qarsh}} = P - ma = m(g - a).$$

Kattalikning son qiymatlarini quyidagini topamiz:

$$F_{\text{qarsh}} = P - ma = m(g - a) = 1 \cdot (10 - 9) = 1\text{ N}$$

3-masala. Masasi 10 g bo'lgan o'q miltiq stvoli og'zidan 800 m/s tezlik bilan chiqadi va 2 sekunddan so'ng uning tezligi 300 m/s ga tenglashdi. O'qning uchishini sekinlashtiruvchi kuchning o'rtacha qiymatini toping.

Berilgan:

$$m = 10\text{ g} = 0,01\text{ kg};$$

$$v_2 = 800\text{ m/s}$$

$$v_1 = 300\text{ m/s}$$

$$t = 2\text{ s}$$

$$F = \frac{mv_2 - mv_1}{t}.$$

$$F - ?$$

Yechish:

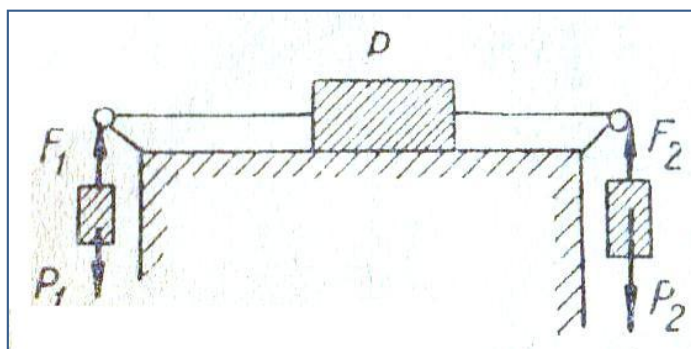
Qarshilik kuchini Nyutonning 2-qonuniga asosan toppish $Ft = mv_2 - mv_1$, bu yerda Ft -kuch impulsi, $mv_2 - mv_1$ harakat miqdorlari ayirmasi. Bu tenglamadan F ni aniqlab, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib

hisoblaymiz:

$$F = \frac{0,01 \cdot (800 - 300)}{2} = 2,5\text{ N}.$$

4-masala. Tekis gorizontal tekislikda og'irligi 10 kg bo'lgan R yuk yotibdi. Bu yukning qarama-qarshi ikki tomoiga bloklardan o'tkazilgan ikkita shnur bog'langan. Shnurlarning uchlariga og'irliklari 4 kg va 5,6 kg bo'lgan R_1 va R_2 yuklar osilgan. Yuklar xarakatlangan vaqtda ularning harakat tezlanishini va shnurlarning yuklar harakatlanayotgan vaqtdagi F_1 va F_2 taranglik kuchlarini toping. R yukning tekislikka ishqalanishini nazarga olmang.

**Berilgan:**

$$P = 10\text{ kg}$$

$$R_1 = 4\text{ kg}$$

$$R_2 = 5,6\text{ kg}$$

$$g = 9,8\text{ m/s}^2$$

$$a - ?$$

$$F_1 - ?$$

$$F_2 - ?$$

Yechish:

Yuklar sistemasi $F = P_2 - P_1$ teng ta'sir etuvchi kuch ta'sirida harakatlanadi. Bu kuch sistemaga

$$a = \frac{P_2 - P_1}{m_1 + m_2 + m} \quad \text{yoki} \quad a = \frac{(P_2 - P_1)g}{P_1 + P_2 + P}$$

tezlanish beradi.

Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$a = \frac{(5,6\text{kg} - 4\text{kg}) \cdot 9,8\text{m/s}^2}{4\text{kg} + 5,6\text{kg} + 10\text{kg}} \approx 0,8\text{m/s}^2$$

R_1 yuk osilgan shurning taranglanishi F_1 ni topish uchun R_1 yuk harakatiga Nyutonning II qonunini tatbiq qilamiz. Bu yuk F_1 va P_1 dan iborat ikki kuch ta'sirida yuqoriga yo'nalgan tezlanish oladi, shuning uchun

$$F_1 - R_1 = m_1 a \quad \text{bundan} \quad F_1 = P_1 + m_1 a \quad P_1 + \frac{P_1}{g} \cdot a = P_1 \left(1 + \frac{a}{g}\right)$$

Son qiymatlarini qo'yib quyidagini topamiz:

$$F_1 = 4\text{kN} \quad 1 + \frac{0,8\text{m/s}^2}{9,8\text{m/s}^2} \approx 4,3\text{kN}$$

Xuddi shu yo'l bilan F_2 kuchni ham topish mumkin. F_2 kuchni topish kitobxonning o'ziga xavola qilinadi (javobi 5,14 kg).

Ishqalanish kuchi

Ishqalanish kuchi deb bir jism ikkinchi jism sirtida harakatlanganda, harakatga to'sqinlik qiluvchi va urinish sirti bo'ylab harakatga qarama-qarshi yo'nalishda yuzaga kelgan kuchlarga aytiladi.

Ishqalanish koeffisienti deb ishqalanish kuchi normal bosim kuchining qancha qismini tashkil etishini ko'rsatuvchi ismsiz songa

$$\text{aytiladi. } \mu = \frac{F_{\text{ishq}}}{N}. \quad \mu = \frac{a}{g};$$

$$\text{Dumalanish ishqalanishi } F_d = -\mu \frac{N}{R}.$$

Agar jism tekis harakatlanayotgan bo'lsa, jismga ta'sir qilayotgan tashqi kuch harakat natijasida vujudga keladigan ishqalanish kuchiga teng bo'ladi. $F_T = \mu mg$.

Agar tortuvchi kuch ishqalanish kuchidan katta bo'lsa jism tezlanuvchan harakat qiladi.

$$m = \frac{F_T}{\mu g + a}; \quad a = \frac{F_T - F_{ishq}}{m};$$

$$\text{Tormozlanish yo'li va vaqti: } s = \frac{m v^2}{2 F_{ishq}}; \quad t = \frac{m v}{F_{ishq}}; \quad \mu = \frac{v}{g t};$$

Qiya tekislikda ishqalanish

$$\text{Pastga sudrovchi kuch: } F_s = P \sin \alpha = P \frac{h}{l};$$

$$\text{Pastga tortuvchi kuch: } F_T = F_{ishq} - F_s = \mu P \cos \alpha - P \sin \alpha;$$

$$\text{a tezlanish bilan tushishi uchun: } a = \frac{F_T + F_s + F_{ishq}}{m} = \left(\frac{F_T}{P} - \mu \cos \alpha + \sin \alpha \right) g;$$

$$\text{Qiya tekislik oxiridagi tezlik: } v = \sqrt{2 a l} = \sqrt{2 g l (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)};$$

$$\text{a tezlanish bilan tortish uchun: } a = \frac{F_T - P (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m};$$

$$\text{Qiya tekislikning F.I.K: } \eta = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} = \frac{1}{1 + \mu \tan \alpha} = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha + \mu};$$

5-masala. Og'irligi 4 kg bo'lgan P_1 jismning bir uchiga bog'langan ip qo'zg'almas blokdan o'tkazilib, unga og'irligi 1 kg bo'lgan P_2 yuk osilgan. P_1 jism P_2 yuk ta'siridagorizontalsirt bo'ylab sirpanmoqda. Yuklar harakatining tezlanishi va ipning taranglik kuchi topilsin. P_1 yukning sirtga ishqalanishi hisobga olinsin.

Berilgan:

$$P_1 = 4 \text{ kg};$$

$$P_2 = 1 \text{ kg};$$

$$g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

$$a - ? \quad F - ?$$

Yechish:

P_2 yukning og'irligi bu sistemaga tezlanish beruvchi kuch hisoblanadi. Nyutoning 2-qonuniga asosan quyidagini yoza olamiz:

$$a = \frac{P_2}{m_1 + m_2} \quad \text{yoki} \quad a = \frac{P_2 g}{P_1 + P_2}.$$

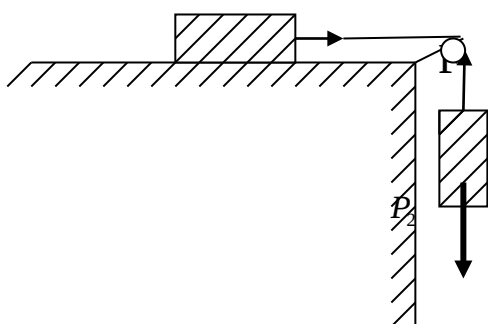
Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib

$$\text{hisoblaymiz: } a = \frac{10 \cdot 1}{4 + 1} = 2 \text{ m/s}^2$$

Ipining taranglik kuchini aniqlash uchun yuklardan birining masalan P_1 yukning harakati uchun Nyutonning 2-qonuni yozamiz. P_1 yukka faqat ipning taranglik kuchi ta'sir qiladi.

Nyutonning $F = ma$ formulasiga asosan:

$$F = m_1 a = \frac{P_1}{g} a$$



$F = \frac{4 \cdot 2}{10} = 0,8 \text{ N}$. P_2 yukning harakatiga Nyutoning 2-qonunini qo'llab, F_1 kuchni topish mumkin.

6-masala. Stol ustida bir-biriga ip bilan bo'g'langan ikkita P_1 va P_2 brusokiyotibdi. P_1 brusokning masasi 5 kg. Bu brusoklarga qarama-qarshi tomonga yo'nalgan $F_1 = 50 \text{ N}$ va $F_2 = 30 \text{ N}$ kuchlar ta'sir qiladi. Ishqalanish bo'lganda va ishqalanish bo'lmaganda yuklarning tezlanishi va ipning taranglik kuchini toping. Ishqalanish koefitsienti 0,1 ga teng.

Berilgan:

$$m_1 = 3 \text{ kg};$$

$$F = F_1 - F_2$$

$$m_2 = 5 \text{ kg};$$

$$F_1 = 50 \text{ N}$$

$$F_2 = 30 \text{ N}$$

hisoblaymiz:

$$\mu = 0,1$$

Yechish:

Ishqalanish bo'lmaganda sistema

teng ta'sir etuvchi kuch ta'sirida harakatlanadi.

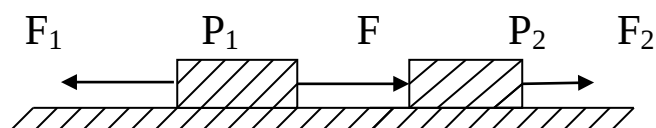
Yuklar sistemasining tezlanishini Nyutonning 2-qonunidan

topamiz: $a = \frac{F_1 - F_2}{m_1 - m_2}$. Son qiymatlarini qo'yib

$$a_1 = \frac{50 - 30}{3 + 5} = 2,5 \text{ m/s}^2.$$

$$a_1 - ? \quad a_2 - ? \quad F - ?$$

Ipning tarangligini topish uchun yuklardan biriga, masalan, P_1 yukka Nyutoning 2-qonuni tenglamasini tuzamiz. P_1 yukka chapga qarab F_1 kuch



va o'ngga qarab ipning F taranglik

kuchi ta'sir qiladi. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi P_1 yukka a tezlanish beradi:

$F_1 - F = m_1 a$, bundan $F = F_1 - m_1 a$. Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:
 $F = 50 - 3 \cdot 2,5 \approx 42,5 N$

Ishqalanish bo'lganda yuklar sistemasiga endi uchta kuch: F_1 , F_2 va ishqalanish kuchi

$F_{ishq} = \mu(P_1 - P_2)$ ta'sir qiladi. Bu holda Nyutoning 2-qonuniga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$a_2 = \frac{F_1 - F_2 - \mu(P_1 + P_2)}{m_1 + m_2} = \frac{50 - 30 - 0,1 \cdot (30 + 50)}{3 + 5} = 1,5 m/s^2.$$

Ipining tarangligini topish uchun P_1 yuk uchun Nyutoning 2-qonuni tenglamasini tuzamiz: $F_1 - F - \mu P_1 = m_1 a_2$ bundan

$$F = F_1 - \mu P_1 - m_1 a_2 = 50 - 0,1 \cdot 30 - 3 \cdot 1,5 = 39,5 N.$$

Elastiklik kuchlari va Guk qonuni

Elastiklik deb jismlarning deformatsiyalanishida paydo bo'ladigan va jism zarralarining deformatsiya vaqtidagi ko'chish yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga yo'nalgan kuchga aytiladi.

Guk qonuni: $F = \Delta l k$ elastiklik kuchi.

Mexanik kuchlanish yoki zo'riqish: $\sigma = \frac{F}{S} = \varepsilon E$ birligi $[\sigma] = \left[\frac{F}{S} \right] = \left[\frac{N}{m^2} \right] = [Pa]$

Nisbiy uzayish: $\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l_0} = \frac{|l - l_0|}{l_0}$; $F = \frac{ES}{l_0} \Delta l = k \Delta l$; $k = \frac{ES}{l_0}$

Bu yerda S -kesim yuzasi, E -Yung moduli, Δl -cho'zilish yoki siqilish masofasi.

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Qiyalik burchagi 45° bo'lgan qiya tekisdan ishqalanishsiz sirpanib tushayotgan jism qanday tezlanish bilan harakat qiladi.

2. Qiyaligi 0,6 tekislikning F.I.K ni toping. Ishqalanish koeffisienti 0,3 ga teng.

3. Massai 1600 kg bo'lgan 18 km/soat tezlik bilan kelib devorga urildi. Urilish natijasida oldingi buferining prujinasi 4 sm ga deformatsiyalandi. Prujinaning bikrligini toping.

4. Metall sterjining absolyut va nisbiy uzayishi mos ravishda 2 mm va 0,1% bo'lsa, deformatsiyalangan sterjining uzunligini aniqlang.

5. 77 m balandlikdan 1000 kg massali bolg'a tushdi. Urilish vaqti 0.01 s bo'lsa,

urilish kuchining o'rtacha qiymati topilsin.

6. Massasi 0.5 kg bo'lgan jism shunday harakatlanmoqdaki, uning bosib o'tgan yo'li S ning vaqt t ga bog'liqligi $S = 5 \sin \pi t$ tenglama bilan beriladi. Harakat boshlangandan so'ng $t = 1/6$ s vaqt o'tgach, jismga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

7. Massasi 2 kg bo'lgan jismga qandaydir o'zgaruvchan kuch ta'sir etmoqda. Bu kuch ta'sirida jism $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ tenglamaga muvofiq harakatlanmoqda, bunda $S = 1 \text{ m/s}^2$, $D = -0.2 \text{ m/s}^2$. Vaqtning qaysi momentida jismga ta'sir etuvchi kuch nolga teng bo'ladi?

8. 10 N ga teng bo'lgan o'zgarmas kuch ta'sirida jism shunday harakat qiladiki, uning bosib o'tgan yo'lini vaqtga bog'lanishini ifodalaydigan tenglama $S = -Bt + Ct^2$ ko'rinishga ega. Agar $S = 1 \text{ m/s}^2$ bo'lsa, jismning massasi topilsin.

9. O'zgarmas massali jism tormozlangunga qadar tekis harakatlangan. To'xtash momentida tormozlovchi kuch $F_1 = 40 \text{ N}$ ga tenglashadi. Agar tormozlovchi kuch ta'sir qilgandan keyin bosib o'tilgan yo'lni vaqtga boglanishi $S = 196t - t^3$ qonun bilan o'zgargan bo'lsa, tormozlanish boshlangandan so'ng 3s o'tgach tormozlovchi kuchni toping.

10. Og'irligi $1,96 \cdot 10^5 \text{ N}$ bo'lgan vagon 54 km/soat boshlang'ich tezlik bilan harakat qiladi. Agar vagon 1) 1 min 40 sekund, 2) 10 sekund va 3) 1 sekund to'xtasa, vagonga ta'sir qiluvchi o'rtacha kuch topilsin.

11. 500 t massali poezd tormozlanganda tekis sekunlanuvchan harakat qilib 1 min davomida tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat gacha kamaytirgan. Tormozlash kuchi topilsin.

12. O'zgarmas kuch ta'sirida harakatlanayotgan 50 g massali jism harakat boshlangandan 2 sekund o'tgach, 1 metr masofani bosib o'tgan. Kuchning kattaligini aniqlang.

13. Og'irligi $4,9 \cdot 10^6 \text{ N}$ bo'lgan poezd teplovozning tortishi to'xtalgach, $9,8 \cdot 10^4 \text{ N}$ ishqalanish kuchi ta'siri ostida 1 min dan keyin to'xtaydi. Poezd qanday tezlik bilan harakat qilgan?

14. Massasi $m = 2 \text{ kg}$ bo'lgan tinch to'rgan jismga $t = 5 \text{ s}$ davomida $F = 4 \text{ N}$ kuch ta'sir qiladi. Jism qanday a tezlanish bilan harakatlanadi, u qanday a_t tezlik oladi va shu vaqt ichida u qancha yo'lni o'tadi?

15. 20 t massali vagon $0,3 \text{ m/s}^2$ o'zgarmas manfiy tezlanish bilan harakat qiladi. Vagonning boshlang'ich tezligi 54 km/soat. 1) Vagonga qanday tormozlash kuchi ta'sir qilgan? 2) Vagon qancha vaqtdan keyin to'xtaydi? 3) Vagon to'xtaguncha qancha masofani bosib o'tadi?

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Dinamika deganda nimani tushunasiz ?
2. Nyutonning I qonuni ta'rifi va matematik ifodasi qanday bo'ladi ?
3. Jismning inersiyasi deb nimaga aytiladi ?
4. Inersial va noinersial sanoq sistemalari deb qanday sanoq sistemalariga aytiladi?
5. Kuch va massaga ta'rif bering. Ularning o'lchov birliklari qanday ?
6. Nyutonning II qonunini ta'riflang va matematik ifodasini yozing.
7. Nyutonning III qonunini ta'riflang va matematik ifodasini yozing.
8. Dinamika qonunlarining qo'llanilishiga misollar keltiring.

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Т-1. Механика. М., "Наука", 1974
2. С.П.Стрелков. Механика. М., "Наука", 1976.
3. С.Э.Хайкин. Физические основы механики. М., "Наука", 1976
4. Frish. Umumiy fizika kursi. 1-tom. - Т., "O'qituvchi", 1970
5. Jdanov. Elementar fizika kursi. 1-tom. Т., "O'qituvchi", 1975.

3-MAVZU. TABIATDA KUCHLAR. BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI

Og'irlik kuchi. Markazga intilma kuch

Jismni Yerga tortuvchi kuchga og'irlik kuchi deyiladi. Yerning tortishi tufayli osmaga va tayanchga ta'sir qiluvchi kuchga jismning og'irligi deyiladi.

$$P = mg$$

Jismning markazga intilma tezlanishini yuzaga keltiruvchi aylanma yoki egri chiziqlarning markaz tomon yo'nalgan kuch markazga intilma (qochma) kuch deyiladi.

$$F_{m.i} = F_{m.q} = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R$$

Jismning havoda harakat qilishiga to'sqinlik qiladigan kuchga ayrodinamik qarshilik kuchi deyiladi.

Jismning og'irligi yo'qoladigan holat uning vaznsizlik holati deyiladi. Jismning og'irligi ortadigan holat uning yuklanish holati deyiladi.

qavariq ko'prikda $Q = P - F_{m.q} = m(g - \frac{v^2}{R})$

botiq ko'prikda $Q = P + F_{m.q} = m(g + \frac{v^2}{R})$

Jismning yuklanishi $n = \frac{Q}{P} = \frac{m(g + \frac{v^2}{R})}{mg} = 1 + \frac{v^2}{gR}$

Motosikl R radiusli burilishda yiqilib ketmasligi uchun qanday tezlik bilan harakatlanishi kerak.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{g} = \frac{v^2}{gR} = \frac{h}{d}, \quad v = \sqrt{gR \operatorname{tg} \alpha}, \quad h = \frac{v^2 d}{gR}.$$

Butun olam tortishish qonuni

Tabiatda mavjud bo'lgan barcha jismlar o'rtasida yuzaga keladigan tortishish xarakteridagi kuchlar **gravitsion kuchlar** deyiladi. 1687-yilda I.Nyuton kashf qilgan.

Ikki jism orasidagi o'zaro ta'sir kuchi shu jism massalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \quad \text{gravitsion doimisi}$$

Sayyoralar uchun erkin tushish tezlanishi. $g = G \frac{M}{R^2} = G \frac{\rho V}{R^2}.$

Yer sirtidan h balandlikda erkin tushish tezlanishi. $g = G \frac{M}{(R+h)^2}$.

Kosmik tezliklar

Raketalarining kosmik fazoda, qo'yilgan maqsadga binoan harakatlana olishi uchun ularga berilgan boshlang'ich tezliklarga ***kosmik tezliklar*** deyiladi.

Jismni Yer sirti yaqinida aylana bo'ylab harakatlanishi uchun zarur bo'lgan gorizonta

tezlikka *birinchi kosmik tezlik* deyiladi. $v_{1k} = \sqrt{G \frac{M}{R}} = \sqrt{gR} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ m/s} \approx 8 \text{ km/s}$.

Yerning tortish sferasidan chiqib ketib, Quyoshning sun'iy yo'ldoshi bo'lib, harakatlana olishi uchun zarur bo'lgan boshlang'ich tezlikka *ikkinchi kosmik tezlik* deyiladi.

$$v_{2k} = \sqrt{2G \frac{M}{R}} = \sqrt{2gR} = 1,41 \cdot 7,9 \cdot 10^3 \text{ m/s} \approx 11,2 \text{ km/s}$$

Quyoshning tortish sferasidan chiqib ketib, Galaktikaning sun'iy yo'ldoshi bo'lib, harakatlana olishi uchun zarur bo'lgan boshlang'ich tezlikka, *uchinchi kosmik tezlik* deyiladi.

$$v_{3k} = \sqrt{v_{2k}^2 + v^2} = \sqrt{11,2^2 + 12^2} = 16,7 \text{ km/s}$$

Jism impuls va kuch impulsi

Jism impuls deb jism massasining uning harakat tezligiga ko'paytmasiga miqdor jihatdan teng bo'lgan vector kattalikka aytiladi.

$$P = mv \Rightarrow P = [mv] = \left[\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Kuch impuls deb jismga ta'sir etayotgan kuchning shu kuch ta'siri etgan vaqt oralig'i qiymatiga ko'paytmasiga miqdor jihatdan teng bo'lgan vector kattalikka aytiladi.

$$F \cdot \Delta t = \Delta P = P_2 - P_1 = mv_2 - mv_1$$

Jismlar sistemasining biror qismi tezlik bilan ajralganda unga qarama –qarshi yo'nalishda yuzaga keladigan harakatga ***reaktiv harakat*** deyiladi.

$$v_r = \frac{m_g v_g}{m_r} \quad - \text{raketaning tezligi.}$$

Elastik urilishda to'qnashishdan so'ng jismlar alohida harakatlanadi, noelastikda esa birga harakatlanadi.

elastik to'qnashuvdan keyingi tezlik: $u = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}$.

noelastik to'qnashuvdan keyingi tezlik: $u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$.

biri tinch turgan bo'lsa: $u = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$.

Bola v tezlik bilan l uzunlikdagi qayiqda yursa, qayiq ortga qancha S masofaga suriladi.

$$m(v+u) + Mu = 0, \quad \frac{u}{v} = \frac{S}{l} = \frac{m}{M+m}, \quad u = \frac{m}{M+m}v, \quad S = \frac{m}{M+m}l.$$

Gorizontal bilan α burchak hosil qilgan pushka m massali snaryadni v tezlik bilan otsa pushka ortga qancha impuls oladi.

$$Mu = m_1 v_1 = m_1 v \cos \alpha, \quad u = \frac{m_1 v \cos \alpha}{M}, \quad F = Ma = M \frac{u^2}{2S},$$

$\Delta P = P_1 - P_2 = 2mv \cos \alpha$ - devorga α burchak ostida kelib urilib qaytsa jismning impulsi o'zgarishi.

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Bir – biridan $r = 10^{-10}$ m masofada turgan ikkita protonning o'zaro tortishish kuchi topilsin. Protonning massasi $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Protonlar nuqtaviy massalar deb olinsin.

2. Diametrlari $d_1 = 4$ sm va $d_2 = 6$ sm bo'lgan ikkita mis sharlar bir – biriga tegib turibdi. Bu sistemaning gravitatsion potensial energiyasi topilsin.

3. Jism Erning sun'iy yo'ldoshi sifatida, uning atrofida aylana bo'ylab harakat qilishi uchun, Er sirtidan jismga gorizontal yo'nalishda berilgan tezlik, ya'ni birinchi kosmik tezlikning son qiymati topilsin.

4. Er sharining R radiusini, uning ρ zichligini va Er sirti yaqinidagi og'irlik kuchining g tezlanishini bilgan holda tortishish doimiyligi hisoblansin. ($R = 6,4 \cdot 10^6$ m, $g = 9,8$ m/s². $\rho = 5500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

5. Bir – biriga tegib turgan 40 sm radiusli ikki alyuminiy sharning o'zaro tortishish kuchini hisoblang. ($\rho = 2600$ kg/m³).

6. Massalari mos ravishda $M = 2 \cdot 10^{30}$ kg va $m = 6 \cdot 10^{24}$ kg bo'lgan Quyosh bilan Er markazlari orasidagi masofa $R = 1,5 \cdot 10^{11}$ m bo'lsa, ular orasidagi tortishish kuchi F ni toping. Gravitatsion doimiy $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ n m² /kg²).

7. Erning orbital radiusi $R = 1,5 \cdot 10^{11}$ m, Quyoshning massasi esa $M = 2 \cdot 10^{30}$ kg. Erning Quyosh atrofidagi harakat tezligi v ni toping. Gravitatsion doimiy $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ n m^2/kg^2 .

8. Oy Er atrofida $v = 1$ km/s tezlik bilan harakat qiladi. Erning massasi M ni toping. Oyning orbital radiusi $R = 3,8 \cdot 10^8$ m. Gravitatsion doimiy $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ n m^2/kg^2 .

9. Har – birining diametri $d = 20$ sm dan bo‘lgan, bir – biriga tegib turgan ikkita temir sharning o‘zaro tortishish kuchi aniqlansin.

10. Venera plpnetasining o‘rtacha zichligi $\rho = 5200$ kg/m^3 , radiusi $R = 6100$ km. Venera sirtida erkin tushish tezlanishi qanday bo‘lishini aniqlang.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Nyutonning Butun olam tortishish qonuni ta’riflang va matematik ifodasini yozing ?
2. Jismning impulsi va kuch impulsi deb nimaga aytiladi ?
3. Kosmik tezliklar son qiymatini ayting ?
4. Impuls va kuch momentlarining saqlanish qonunlari qanday ta’riflanadi?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Т-1. Механика. М.,”Наука”, 1974
2. С.П.Стрелков. Механика. М.,”Наука”, 1976.
3. С.Э.Хайкин. Физические основы механики.М.,”Наука”, 1976
4. Frish. Umumiy fizika kursi. 1-tom. - T.,”O‘qituvchi”,1970
5. Jdanov. Elementar fizika kursi. 1-tom. T.,”O‘qituvchi, 1975.

4-MAVZU. MEXANIK ISH VA QUVVAT. KUCH MOMENTI VA INERSIYA MOMENTI

Mexanik ish deb jismga ta'sir etuvchi kuch vektorining moduli bilan ko'chish vektorining moduli hamda shu vektorlar yo'nalishlari orasidagi burchak kosinusining ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$A = FS \cos \alpha \quad A = [1N \cdot 1m] = [1j]$$

Og'irlik kuchini bajargan ishi: $A = FS \cos \alpha = mgh$

Energiya – jism yoki jismlar sistemasining qanday ish bajara olish qobiliyatini ko'rsatuvchi fizik kattalikdir. Mexanik energiyaning iki turi mavjud: kinetic(grek. harakat)va potensial(lot. imkoniyat) energiya.

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{Pv}{2}, \quad E_p = mgh$$

Jism qiya tekislikdan tushirganda (+) va chiqayotganda(-) bajarilgan ish.

$$A = \pm mgl \sin \alpha$$

Yuqoridan tushayotgan jism havoning qarshilik kuchini yengishda bajargan ishi.

$$A = E_p - E_k = mgh - \frac{mv^2}{2}, \quad A = E_p - \Delta E_k = m\left(gh - \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}\right).$$

Quvvat. Foydali ish koeffisienti(FIK)

Quvvat deb vaqt birligi ichida bajarilgan ishga son jihatdan teng kattalikka aytiladi.

$$N = \frac{A}{t} = \frac{FS}{t} = Fv = F_{ishq}v = \mu mgv \quad N = \frac{A}{t} = \frac{J}{s} = [vt]$$

Mashinaning tejamkorligini harakterlaydigan kattalikka uning **F.I.K** deyiladi. Mashinaning **F.I.K** i deb sarflangan umumiy A ishning qolgan qismi foydali A_f ish tashkil qilganligini ko'rsatuvchi o'lchamsiz songa aytiladi.

$$\eta = \frac{A_f}{A} \cdot 100\% \quad \eta = \frac{N_f}{N} \cdot 100\%$$

ko'char bloklarning F.I.K $\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\% = \frac{Ph}{FS} = \frac{Ph}{2FS} = \frac{P}{2F} \cdot 100\%$; $S = l = 2h$

$$\eta = \frac{Nt}{qm} \cdot 100\% = \frac{FS}{qm} \cdot 100\% = \frac{cm\Delta t}{qm} \cdot 100\% = \frac{Fv}{N} \cdot 100\% = \frac{Lm}{qm} \cdot 100\%$$

Ot kuchi deb bir sekunda 736 J ish bajara oladigan mexanizmning quvvatiga aytiladi.

$$1J = 1Vt \cdot s$$

$$1kVt, soat = 3600J$$

$$1FVt, soat = 100 \cdot 3600 = 360000J$$

STATIKA

Mexanikaning kuchlar ta'siri ostida bo'lgan jism yoki jismlar sistemasi muvozanatda bo'lish shartlarini o'rgatadigan bo'limiga **statika** (grek.) qo'zg'almas, muvozanat) deyiladi.

Kuchlar ta'sirisida tinch turgan yoki to'g'ri chiziq bo'ylab tekis harakat qilayotgan jismning holatiga **muvozanat holati** deyiladi. Jismga bir necha kuchning birgalashib ko'rsatadigan ta'siriga teng ravishda ta'sir etadigan bitta kuch o'sha kuchlarning **teng ta'sir etuvchisi** deyiladi.

$$R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$$

Kuch momenti. Kuch yelkasi

Jismga ta'sir qilayotgan kuchning aylantiruvchi ta'sirini kattalik jihatdan tavsiflash uchun **kuch momenti** degan fizik kattalik qabul qilingan. Bu kattalik kuchning yelkasiga ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikdir.

$$M = F \cdot l$$

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

Bosim. Paskal qonuni

Sirtga perpendikulyar ta'sir etuvchi kuchga **bosim** deyiladi.

$$P = \frac{F}{S}; \quad P = \left[\frac{F}{S} \right] = \left[\frac{1N}{1m^2} \right] = [1Pa]$$

Suyuqlik va gazlarga berilgan bosim qattiq jismlardagidek faqat kuch ta'sir qilayotgan yo'nalishda emas, balki hamma yo'nalishda uzatiladi bunga sabab shu suyuqlik yoki gaz zarralarining erkin harakatidir. **Paskal qonuni**-berk idishda turgan suyuqlik yoki gazga berilgan bosim, suyuqlik va gaz har bir nuqtasiga o'zgarishsiz uzatiladi. Suyuqlikning idish tubiga bergan bosimi.

$$P = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho g V}{S} = \frac{\rho g h S}{S} = \rho g h$$

Asoslari tutashgan ixtiyoriy shakldagi idishlarga **tutash idishlar** deyiladi. Har qanday shakldagi tutash idishlarda teng holatida bo'lgan bir jinsli suyuqlikning erkin sirti bir hil balandlikda bo'ladi. $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$.

Asosining radiusi R bo'lgan silindr idishdagi suyuqlikning balandligi h qanday bo'lganda idish tubiga va yon sirtiga beradigan bosim kuchining farqi.

$$F_{tub} = \rho S_{as} = \rho g h \pi R^2 :$$

$$F_{yon} = P_{yon} S_{yon} = \frac{\rho}{2} h l :$$

$$\frac{F_{tub}}{F_{yon}} = \frac{R}{h} .$$

Presslash uchun ishlatiladigan gidravlik mashinalarga **gidrovlik press** deyiladi. Ular Paskal qonuniga asosan ishlaydi. $P_1 = \frac{F_1}{S_1}$; $P_2 = \frac{F_2}{S_2}$;

$$P_1 = P_2 ; \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} .$$

Gidrovlik mashina katta porshining yuzi kichik porshining yuzidan necha marta katta bo'lsa gidrovlik mashina kuchdan shuncha marta kichik bo'ladi.

$$h_2 = \frac{\Delta V}{S_2} = \frac{S_1 h_1}{S_2} ; \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{S_2}{S_1} .$$

Gidravlik mashinaning F.I.K.

$$\eta = \frac{F_2}{F_1} 100\% \text{ ishqalanishli, } \eta = \frac{S_2}{S_1} 100\% \text{ ishqalanishsiz.}$$

Atmosfera bosimi

Yerni qurshab turgan havo qatlamiga **atmosfera** deyiladi. **Atmosfera bosimi** deb havo ustunining yer sirtiga ko'rsatadigan bosimiga aytiladi. Atmosfera bosimining mavjudligini 1643 yilda italyan fizigi Torrichelli aniqladi. Normal atmosfera bosimi dengiz sathidan 760 mm simob ustuniga teng.

$$1\text{mm.sim.ust.} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mPa} = 13,6 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 133,3 \text{ Pa.}$$

Bosimni o'lchaydigan asboblar: barometr, manometer, aneroid barometr. Bosimni sistemaga kirmagan birliklari mm.sim.ust.ni deb balandligi 1mm bo'lgan simob ustunining tekis gorizontol sirtga ko'rsatgan bosimiga aytiladi. $1 \text{ mm.sim.ust.} = 133,3 \text{ Pa(N/m}^2\text{)}$.

Fizik atmosfera deb havo ustunining yerning gorizontol sirtga ko'rsatgan bosimga aytiladi. $1 \text{ atm} = 760 \text{ mm.sim.ust.} = 10^5 \text{ Pa}$ har 12m balandlikda $h = 12(P_0 - P)$ P_0 -tog' etagidagi bosim, P -cho'qisidagi bosim.

Arximed qonuni suyuqlik va gazlar uchun

Suyuqlikka botirilgan jismga suyuqlik tomonidan F_A ga teng bo'lgan ko'taruvchi kuch ta'sir qiladi. Suyuqlik yoki gazlarga botirilgan har qanday jismga shu jism siqib chiqargan suyuqlik yoki gazning og'irligiga teng va yuqoriga yo'nalgan kuch ta'sir qiladi. Suyuqlik yoki gazga botirilgan jism hajmiga teng suyuqlikni siqib chiqarilgan suyuqlik yoki gazning og'irligiga o'z og'irligini yo'qatadi. Ya'ni Arximed kuchi siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng.

$$F_A = P = \rho_s g V_j - \text{arximed kuchi} \quad \rho_s = \rho_j \frac{P - P_1}{P} - \text{suyuqlik zichligi.}$$

Arximed qonuniga asoslanib, zichlikni o'lchaydigan asbobga areometr deyiladi. Jismning qancha qismi suv ostida qanchasi suv ustida bo'ladi.

$$V_{os} = \frac{\rho_j}{\rho_s} V_0 \quad c \quad h_{os} = \frac{\rho_j}{\rho_s} h$$

Ichi bo'sh shar suvning ichida 04v6zanatda turibdi. Jismning zichligini toppish.

$$F_A = P \Rightarrow \rho_s g V = mg; \quad \rho_j = \frac{\rho_0 V}{V - \Delta V}$$

Qattiq jismlarning aylanma harakati

F kuchning biror aylanish o'qiga nisbatan momenti M quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M = F l$$

bunda l - aylanish o'qidan kuch yo'nalgan to'g'ri chiziqqacha bo'lgan masofa. Moddiy nuqtaniig biror aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb

$$J = mr^2$$

kattalikka aytiladi, bunda m — moddiy nuqtaning massasi va r - nuqtaning o'qdan uzoqligi.

Qattiq jismning o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti quyidagicha bo'ladi:

$$J = \int r^2 dm$$

bunda integral jismning butun hajmi bo'yicha olinadi. Integrallab, quyidagi formulalarni olish mumkin:

1) yaxlit silindrning (diskning) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{1}{2} m R^2$$

bunda R — silindrning radiusi va m — uning massasi;

2) ichki radiusi R_1 va tashqi radiusi R_2 bo'lgan kovak silindrning (gardishniig) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

$$J = m \frac{R_1^2 + R_2^2}{2}$$

yupqa devorli kovak silindr uchun $R_1 \cong R_2 = R$ bo'lganligi uchun

$$J \cong m R^2$$

3) R radiusli bir jinsli sharning o'z markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{2}{5} m R^2$$

4) l uzunlikdagi bir jinsli sterjenning o'rtasidan tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{1}{12} ml^2$$

Agar biror jismning o'z og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti J_0 ma'lum bo'lsa, u holda jismning shu o'qqa parallel bo'lgan ixtiyoriy o'qqa nisbatan inersiya momenti J quyidagi Shteyner formulasidan topilishi mumkin:

$$J = J_0 + md^2$$

bunda m - jismniig massasi va d - jism og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Aylanma harakat dinamikasi asosiy qonunining tenglamasi qo'yidagicha ifodalaniladi:

$$Mdt = d(J\omega)$$

bunda M - inersiya momenti J ga teng bo'lgan jismga qo'yilgan kuch momenti; ω - jism aylanma harakatining burchak tezligi. Agar J - const bo'lsa, u vaqtda

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J\varepsilon$$

bunda ε - aylantiruvchi kuch momenti M ning ta'sirida jismning olgan burchak tezlanishi.

Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

bunda J -jismning inersiya momenti va ω -uning burchak tezligi.

Ilgarilanma harakat dinamikasining tenglamalari bilan aylanma harakat dinamikasining tenglamalarini o'zaro taqqoslash mumkin. Fizik mayatnikning kichik tebranishlar davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{md \cdot g}},$$

bunda J -mayatnikning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti, m -mayatnikning massasi, d -aylanish o'qidan og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, g - og'irlik kuchining tezlanishi.

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Ko'taruvchi kran tinch turgan yukni 2 m/s^2 tezlanish bilan ko'tarish jarayonida birinchi 5 sekund davomida $2,95 \cdot 10^4 \text{ J}$ ish bajargan. Yukning massasini aniqlang.

2. Harakatdagi 2 kg massali jismning 1) tezligini 2 m/s dan 5 m/s gacha oshirish uchun, 2) boshlang'ich tezligi 8 m/s bo'lganda uni tuxtatish uchun qanday ish bajarish kerak?

3. Odam massasi 2 kg bo'lgan jismni 1 m balandlikka 3 m/s² tezlanish bilan ko'targanda qanday ish bajaradi?

4. Og'irligi $R = 2kG$ yukni 1m balandlikka o'zgarmas kuch bilan vertikal ko'tarishda $A = 8kGm$ ish bajarilgan. YUk qanday tezlanish bilan ko'tarilgan?

5. Massasi 4 kg bo'lgan erkin tushayotgan jismning tezligi ma'lum yo'lda 2 dan 8 m/s gacha ortdi. SHu yo'lda og'irlik kuchi bajargan ishni toping.

6. Hajmi 2m³ bo'lgan marmar taxta 12 m balandlikka ko'tarilganda qancha ish bajariladi? Marmarning zichligi 2700 kg/m³.

7. Nasos har sekunda 20 l suvni 10 m balandlikka ko'taradi. Bunda 1 soatda qancha ish bajariladi? Nasosning quvvati qancha?

8. Chuqurligi 150 m bo'lgan shaxtadan 200 m³ suvni haydab chiqarish uchun quvvati 50 kVt bo'lgan nasos qancha vaqt ishlashi kerak?

9. Hajmi 0,6 m³ bo'lgan tosh suvda 5 m chuqurlikdan suv sirtiga ko'tarildi. Toshning zichligi 2500 kg/m³. Toshni ko'tarishda bajarilgan ishni toping.

10. Muzda turgan konkida yuguruvchi massasi $m_1 = 10kg$ bo'lgan toshni oldinga otdi va bunda o'zi $v_2 = 1,5$ m/sek tezlik bilan orqaga sirpanib ketdi. U toshni otganda qanday ish bajardi? Konkichining massasi $m = 80$ kg

11. Qiyalik burchagi $\alpha = 20^\circ$, ishqalanish koeffitsienti esa $\mu = 0,20$ bo'lsa, $m = 5 \cdot 10^3$ kg massali pritsepni qiyalik bo'ylab yuqoriga $v = 1,0$ m/s tezlik bilan tortib uchun traktorning quvvati qanday bo'lishi kerak?

12. Agar $1,0 \cdot 10^4$ kg massali yukni 200 m chuqurlikdan 60 s vaqt ichida olib chiqadigan shaxta liftining FIK 80% bo'lsa uning dvigatelining quvvatini toping.

13. Niagara sharsharasining balandligi $h = 50$ m, yillik o'rtacha suv sarfi esa $Q = 5900$ m³/s bo'lsa, sharshara qanday quvvatga ega?

14. Er sharining o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti va harakat miqdori momenti topilsin. $m = 6 \cdot 10^{24}$ kg $R = 6,4 \cdot 10^6$ m.

15. 1 m uzunlikdagi va 0,5 kG og'irlikdagi bir jinsli sterjen vertikal tekislikda o'z o'rtasidan o'tgan gorizontaal o'q atrofida aylanmoqda. Agar

aylantiruvchi moment $9,81 \cdot 10^{-2} \text{ n} \cdot \text{m}$ ga teng bo'lsa, sterjen qanday burchak tezlanish bilan aylanadi?

16. $m = 0,3 \text{ kg}$ massali moddiy nuqtaning nuqtadan $r = 20 \text{ sm}$ uzoqlikdan o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti J aniqlansin.

17. Inersiya momenti $J = 63,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ga teng bo'lgan maxovik $\omega = 31,4 \text{ rad/sek}$ o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Maxovik tormozlovchi moment ta'sirida $t = 20 \text{ sek}$ dan keyin to'xtasa, tormozlovchi M moment topilsin.

18. $0,5 \text{ m}$ radiusli va $m = 50 \text{ kg}$ massali disksimon g'ildirakning gardishiga 10 kG urinma kuch ta'sir qiladi. 1) G'ildirakning burchak tezlanishi topilsin. 2) Kuch ta'sir qila boshlagandan qancha vaqt o'tgach g'ildirakning tezligi 100 ayl/sek ga mos keladi?

19. $R = 0,2 \text{ m}$ radiusli $R = 5 \text{ kG}$ og'irlikdagi disk o'z og'irlik markazidan o'tgan o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining vaqtga bog'lanishi $\omega = A + Bt$ tenglama orqali berilgan, bunda $V = 8 \text{ rad/sek}^2$. disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

20. 2 kG og'irlikdagi disk gorizontall tekislikda 4 m/s tezlik bilan sirpanishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasi topilsin.

21. 6 sm diametrli shar gorizontall tekislikda sekundiga 4 ayl/s bilan sirg'anishsiz dumalaydi. SHarning massasi $0,25 \text{ kg}$. SHarning kinetik energiyasi topilsin.

22. 5 ayl/sek ga mos kelgan o'zgarmas tezlik bilan aylanayotgan valning kinetik energiyasi 60 j ga teng. SHu valning harakat miqdori momenti topilsin.

23. Uzunligi 50 sm va massasi $m = 400 \text{ g}$ bo'lgan ingichka bir jinsli tayoqcha o'rtasidan tayoqchaga tik ravishda o'tadigan o'q atrofida $\varepsilon = 3 \text{ rad/}c^2$ burchak tezlanish bilan aylanadi. Aylantiruvchi moment M aniqlansin.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Mexanik ish deganda nimani tushunasiz ?
 2. Mexanik ishning formulasi va o'lchov birliklari qanday ?
 3. Og'irlik kuchining bajargan ishi qanday bo'ladi ?
 4. Quvvat deb nimaga aytiladi ? Uning o'lchov birliklari qanday ?
 5. Energiya deganda nimani tushunasiz ?
 6. Mexanik energiyaning turlari qanday ?
 7. Kinetik va potensial energiya deganda nimani tushunasiz ?
- Ularning formulalari qanday ?

8. Er sirtidan biror balandlikdagi jism va deformatsiyalangan jism potensial energiyalari qanday formulalar bilan aniqlanadi ?
9. Jismning to'liq mexanik energiyasi deb nimaga aytiladi ?
10. Mexanikada energiyaning saqlanish qonunini ta'riflang va unga misollar keltiring.
11. Kuch momenti va inersiya momenti nima ?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Elementar fizika kursi (G.S.Landsberg tahriri ostida), 1-tom. M., "Nauka", 1973
2. M.Ismoilov, M.Yunusov. Elementar fizika kursi - T., "O'qituvchi", 1990
3. O.Axmadjonov. Fizika kursi. Mexanika va molekulyar fizika. T., "O'qituvchi", 4. I.V.Savelev. Umumiy fizika kursi, 1 tom. T., "O'qituvchi", 1973.
5. Н.В.Александров, А.Н.Яшин. Курс общей физики. М., "Просвещение", 1987.
6. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Т-1, Механика - М., "Просвещение", 1974.
7. С.П.Стрелков. Механика. -М., "Наука", 1975.
8. Frish. Umumiy fizika kursi. 1-t.-T., "O'qituvchi", 1970.
9. Jdanov. Elementar fizika kursi. 1-T., -T., "O'qituvchi", 1975.

5-MAVZU. MOLEKULYAR-KINETIK NAZARIYANING ASOSIY TENGLAMASI. O'RTACHA KVADRATIK TEZLIK

Modda molekulalardan, molekulalar o'z navbatida atomlardan tashkil topgan. **Atom**-muayyan kimyoviy elementning barcha xususiyatlarini o'zida saqlagan eng kichik zarradir. **Molekula**-muayyan moddaning barcha kimyoviy xossalriga ega bo'lgan va mustaqil ravishda mavjud bo'la oladigan eng mayda zarra.

Moddaning M_n -nisbiy molekulyar massasi deb shu molekula m_0 massasining uglerod molekulasi m_c massasining $1/n$ qismiga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$M_H = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_c}$$

Moddagi molekula yoki atomlar soni 0,012 kg massasi ugleroddagi molekula yoki atomlar sonidan necha marta katta ekanligini ko'rsatuvchi kattalikka **modda miqdori** deyiladi.

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu} = \frac{V}{V_\mu} = \frac{m}{\rho V}$$

Moddaning shunday miqdorini unda mavjud bo'lgan molekulalar soni 0,012 kg ugleroddagi atomlar soniga **molyar massa** deyiladi.

$$\mu = \frac{m}{\nu} = m_0 N_A = \frac{\rho V_\mu}{\nu}.$$

Avagadro qonuni. Har qanday moddaning bir mol miqdoridagi molekula yoki atomlar soni bir xil. Avagadro qonuni normal sharoitda bir xil miqdordagi gazlar bir xil xajmni egallaydi. Normal sharoitdagi bir mol moddadagi molekula yoki atomlar soniga **Avagadro soni** deyiladi.

$$N = \nu N_A = \frac{m}{\mu} N_A = \frac{m}{m_0} = m V.$$

Normal sharoitda 1 mol gazning egallagan **molyar hajmi** deyiladi.

$$V_\mu = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{mol}.$$

Lodshmidt soni deb n.sh dagi bir birlik ($1m^3$) hajm birligidagi molekulalar soniga aytiladi.

$$N_L = \nu N_A = \frac{1m^3}{22,4 \cdot 10^{-3}} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 2,69 \cdot 10^{25} \frac{1}{m^3}$$

Hajm birligidagi Molekulalar soniga **konsentrasiya** deyiladi.

$$n = \frac{N}{V} = \frac{\nu N_A}{V} = \frac{\rho}{m_0} = \frac{P}{kT} = \frac{3P}{ER}$$

Ideal gaz molekulalarining markazlari orasidagi masofa.

$$d = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{\frac{V}{N_A}} = \sqrt[3]{\frac{m}{\mu N_A}} = \sqrt[3]{\frac{1}{n_0}}$$

Izojarayonlar

Izotermik jarayon- $T=\text{const}$, $PV=\text{const}$, $P_1V_1=P_2V_2$.

Izobarik jarayon- $P=\text{const}$, $\frac{V}{T}=\text{const}$, $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$.

Izoxarik jarayon- $V=\text{const}$, $\frac{P}{T}=\text{const}$, $\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$.

Jism o'zgarmas bo'lganda ma'lum massali gaz bosimi temperatura o'zgarishi bilan chiziqli o'zgaradi.

$$P = P_0(1 + \beta t).$$

Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi

Molekulalarning to'xtovsiz harakati davomida ularning idish devori bilan to'qnashishlari tufayli gaz bosimi vujudga keladi. Molekulalar faqat 3 ta o'zaro perpendikulyar yo'nalishlar bo'yicha harakat qiladi.

$$P = \frac{1}{3}m_0nv^2 = \frac{2}{3}nE = nkT = \frac{1}{3}\rho v^2.$$

Molekulalarning ilgarilama harakati energiyasi.

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2}kT \quad k=1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} - \text{Bolsman}$$

doimisi.

Molekulalarning ilgarilama harakatining o'rtacha kvadratik tezligi.

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}.$$

Masalalar yechish namunalari

1-masala. Havoni massa jihatdan bir bo'lak kisloroddan va uch bo'lak azotdan tashkil topgan deb hisoblab, uning molyar massasi topilsin.

Yechimi. Aralashma massasi m kilogrammlarda ifodalangan bo'lib, son jihatidan molekulyar massaga tengdir va aralashmaning molyar massasi μ_{ap} ni ifodalaydi. Havoni ideal gaz deb qarab, ideal gaz holatining tenglamasidan foydalanamiz

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (1)$$

Masalani yechish uchun V hajmda joylashgan gazni tashkil etuvchilarini alohida-alohida qarab chiqib, ular uchun holat tenglamasini yozamiz

$$P_1V = \frac{m_1}{\mu_1}RT \quad (2)$$

$$P_2V = \frac{m_2}{\mu_2}RT \quad (3)$$

bu yerda P_1 va P_2 har bir tashkil etuvchining partsial bosimidir. Aralashma uchun Dalton qonuni o'rinlidir

$$P = P_1 + P_2 \quad (4)$$

(2) va (3) larni hadma-had qo'shib va (4)ni e'tiborga olib, quyidagini hosil qilamiz

$$PV = \left(\frac{m_1 + m_2}{\mu} \right) RT \quad (5)$$

(1)va (5) larni solishtirib hamda aralashma massasi $m = m_1 + m_2$ ekanligini bilgan holda, quyidagini hosil qilamiz

$$\frac{m_1 + m_2}{\mu} = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}$$

bundan

$$\mu_{ap} = \frac{\mu_1\mu_2(m_1 + m_2)}{\mu_1m_2 + \mu_2m_1}$$

Kattaliklarning son qiymatlarini SI o'lcho'v birliklarida qo'yamiz

$$\mu_1 = 0.032 \text{ kg/mol}; \quad \mu_2 = 0.028 \text{ kg/mol};$$

$$m_2 = 3m_1$$

$$m_{ap} = \frac{4\mu\mu_2}{3\mu_1 + \mu_2} = 0.029 \text{ kg/mol}$$

2-masala. Azot o'zgarmas $P=100 \text{ Pa}$ bosimda qizdirilmoqda. Azotning hajmi $\Delta V = 1.5 \text{ m}^3$ ga o'zgaradi. Aniqlansin:

- kengayishidagi ish;
- gazga berilgan issiqlik miqdori;
- gaz ichki energiyasining o'zgarishi.

Yechimi:

1. O'zgarmas bosimda gaz kengayishidagi ish quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$$

$$A = 10^5 \cdot 1.5 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} = 1.5 \cdot 10^5 \text{ J} \quad (1)$$

2. Gazga berilgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz

$$Q = C_p m \Delta T = \frac{C_{p\mu}}{\mu} m \Delta T \quad (2)$$

bu yerda C_p - o'zgarmas bosimdagi soliishtirma issiqlik sig'imi,

$C_{p\mu}$ - o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'imi,

m - gaz massasi, μ - molyar massa.

Gazning ikki holati uchun Klapeyron – Mendeleyev tenglamalari

$$PV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1 \quad (3)$$

$$PV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2 \quad (4)$$

(4) va (3)ni ayiramiz.

$$\frac{P\Delta V}{R} = \frac{m}{\mu} \Delta T \quad \text{yoki} \quad \frac{m}{\mu} \Delta T = \frac{A}{R}$$

chinki $P\Delta V = A$ ga teng $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ – universal gaz

doimiysi

$$\text{u holda} \quad Q = C_{p\mu} \frac{A}{R} \quad \text{ga} \quad Q = 29,1 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \quad \frac{1,5 \cdot 10^5 \text{ J}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}} = 5,25 \cdot 10^5 \text{ J}$$

3-masala. Silindrda porshen ostida $T=300 \text{ K}$ haroratda massasi $m=0,02 \text{ kg}$ bo'lgan vodorod bor. Vodorod avval adiabatik ravishda kengayib o'z hajmini $n_1=5$ marta orttirdi, so'ngra esa, izometrik ravishda siqildi, bunda uning hajmi $n_2=5$ marta kamaydi. Adiabatik kengayishi oxirida haroratni va gazning bu jarayonlarda bajargan ishini toping.

Yechimi. Adiabatik jarayonda ish bajarayotgan gazning haroratlari va hajmlari quyidagicha bog'langan

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \quad \text{yoki} \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{n^{\gamma-1}}$$

bu yerda γ -gazning o'zgarmas bosimdagi va o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'implarining nisbati (vodorod ikki atomli gaz bo'lgani uchun $\gamma=1,4$)

$$n = \frac{V_2}{V_1} = 5$$

Bundan oxirgi T harorat uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$T_2 = \frac{T_1}{n^{\gamma-1}}$$

Berilgan kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib, T ni topamiz

$$T_2 = \frac{300}{5^{1.4-1}} K = \frac{300}{5^{0.4}} K,$$

$5^{0.4} = 1.91$ bo'lgani sababli

$$T_2 = \frac{300}{1.91} = 157^0 K$$

Gazning adiabatik kengayishidagi ish A_1 quyidagi formuladan topiladi

$$A_1 = \frac{m}{\mu} c_{vv} (T_1 - T_2) = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} R (T_1 - T_2)$$

Bu yerda c_{vv} o'zgarmas bosimdagi gazning molyar issiqlik sig'imi.

Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yamiz.

$R = 8.3 \frac{K}{mol}$; $i = 5$ (vodorod ikki atomli gaz bo'lgani sababli); $\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$;

$$m = 0.02; T_1 = 300K; T_2 = 157K$$

$$A_1 = \frac{0.02 \cdot 5 \cdot 8.31}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2} (300 - 157) K = 2.98 \cdot 10^4 J$$

Gazning izometrik jarayondagi ishi quyidagicha aniqlanadi

$$A_2 = \frac{m}{\mu} R T_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = \frac{m}{\mu} R T_2 \ln \frac{1}{n_2}$$

$$\text{Bu yerda } n_2 = \frac{V_2}{V_3} = 5 \quad A_2 = \frac{0.02}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 8.31 \cdot 157 \ln \frac{1}{5} K = 2.1 \cdot 10^4 K$$

4 – Masala. $1m^3$ suvda nechta molekula bor? Suv molekulasiining massasi qancha?

Berilgan:

$$V = 1m^3; H_2 O$$

Topish kerak:

N - ? m_0 - ?

Yechilishi:

Bir kilomoldagi molekulalar soni

Avagadro soni N_A dan aniqlanadi. m

massadagi kilomollar soni $\nu = \frac{m}{\mu}$

nisbatdan aniqlanadi. Bu erda μ - bitta kilomolning massasi, molekulyar og'irlik. Demak: $N = \frac{m}{\mu} N_A$ (1) Ma'lumki, $m = \rho v$ bo'lib (1)

ni $N = \frac{\rho V}{\mu} N_A$ shaklida yozamiz va unga son qiymatlarini qo'yib

hisoblaymiz: $\rho_{\text{сыв}} = 10^3 \frac{K}{M^3}$; $\mu_{\text{сыв}} = 18 \frac{K}{M^3}$, ($H_2 O$; $1 \cdot 2 + 16 = 18$)

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{кмоль}}; \quad N = \frac{10^3 \cdot 1}{18} \cdot 6,02 \cdot 10^{26} = 3,34 \cdot 10^{28} \text{ molekula.}$$

Suvning bitta molekulasini massasini, suvning 1 kmol massasini Avogadro soniga bo'lish orqali topish mumkin:

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A} = \frac{18}{6,02 \cdot 10^{26}} = 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Javob: $N = 3,34 \cdot 10^{28}$ ta. $m_0 = 2,99 \cdot 10^{-26}$ kg.

5– masala: Normal sharoit ($T_0 = 273 \text{ K}$; $p_0 = 1,0132 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) da $m_1 = 0,2 \text{ kg}$ geliy ($\mu = 4 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$) va $m_2 = 0,5 \text{ kg}$ kislorod ($\mu_2 = 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$) gazidagi

molekulalar soni N_1 va N_2 topilsin. Avogadro soni $N_A = 6,025 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{kmol}}$ ga teng.

Berilgan:

$$m_1 = 0,2 \text{ kg}$$

$$\left(\mu = 4 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \right)$$

$$m_2 = 0,5 \text{ kg}$$

$$\left(\mu_2 = 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \right)$$

$$N_A = 6,025 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{kmol}}$$

Topish kerak:

$$N_1 - ? \quad N_2 - ?$$

Yechilishi: Berilgan gaz massasidagi molekulalar sonini quyidagi formula yordamida topamiz:

$$N = N_A \frac{m}{\mu}$$

Masalada berilganlarni o'rniga qo'yib, hisoblab chiqamiz:

$$N_1 = N_A \frac{m_1}{\mu_1} = 6,025 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{kmol}} \frac{0,2 \text{ kg}}{4 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 3,012 \cdot 10^{25} \text{ molekula};$$

$$N_2 = N_A \frac{m_2}{\mu_2} = 6,025 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{kmol}} \frac{0,5 \text{ kg}}{32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 9,4 \cdot 10^{24} \text{ molekula}$$

Javob: $N_1 = 3,012 \cdot 10^{25}$; $N_2 = 9,4 \cdot 10^{24}$.

6 – masala: Hozirgi zamon laboratoriyasida diffuzion nasos yordamida $r = 1$ nPa bosimli vakuum hosil qilish mumkin. Agar $T = 300$ K bo'lsa, shunday vakuumdagi gaz molekulalarining konsentratsiyasi n_0 topilsin. Bolsman doimiysi $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/ K.

Berilgan:

$$r = 1 \text{ nPa}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/ K}$$

Topish kerak:

$$n_0 - ?$$

Yechilishi: Gazlarning molekulyar – kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi $p = n_0 kT$ dan

$$n_0 = \frac{P}{kT} = \frac{10^{-12} \text{ Pa}}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 300 \text{ K}} = \frac{10^{-12} \frac{\text{H}}{\text{M}^2}}{4004 \cdot 10^{-24} \frac{\text{H}}{\text{M}}} = 2,48 \cdot 10^8 \frac{1}{\text{M}^3}$$

$$\text{Javob: } n_0 = 2,48 \cdot 10^8 \text{ 1/m}^3.$$

7 – masala: Hajmi $V_1 = 10$ l bo'lgan ballondagi kislorodning harorati $t = -13^\circ\text{S}$ va $p = 9$ MPa bo'lsa, kislorodning massasi m topilsin. Normal sharoitda kislorodning zichligi $\rho = 1,429 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Berilgan:

$$T_1 = (273 - 13) \text{ K} = 260 \text{ K}$$

$$V_1 = 10 \text{ l} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$R_1 = 9 \text{ MPa} = 90 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_0 = 273 \text{ K}$$

$$P_0 = 1 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\rho = 1,429 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Topish kerak:

$$m = ?$$

Yechilishi: Ballondagi gazning massasi m ni topish uchun uning normal sharoitdagi ($T_0 = 273$ K; $p_0 = 1,0132 \cdot 10^5$ Pa bosimdagi) hajmi V_0 ni bilish zarur. Gazning holat tenglamasi

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

dan foydalanib, normal sharoitdagi gazning hajmi V ni topamiz.

$$V_0 = V_1 \frac{p_1 T_0}{p_0 T_1}$$

V_0 ni bilgan holda, gazning massasi m ni aniqlash mumkin.

$$m = \rho_0 V_0 = \rho_0 V_1 \frac{p_1 T_0}{p_0 T_1} = 1,429 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \frac{90 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 273 \text{ K}}{1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 260 \text{ K}} = 135 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 135 \text{ g}$$

Javob: $m = 135 \text{ g}$.

8 – Masala. 3 m chuqurlikdagi suvda suzib yurgan havo pufakchasining hajmi 5 mm^3 . Agar tashqi bosim normal atmosfera bosimiga teng bo'lsa, suv betiga qalqib chiqqan havo pufakchasining hajmi nimaga teng?

Berilgan:

$$h = 3 \text{ m}$$

$$V_1 = 5 \text{ mm}^3$$

$$R_2 = R_0 = 105 \text{ Pa}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$T = \text{const}$$

so'ralgan:

$$V_2 = ?$$

(2) lardan foydalanib suyuqlik sirtiga

ko'tarilib chiqqan havo pufakchasining V_2 hajmini topamiz:

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{(p_0 + \rho_c g h)}{\rho_0} \quad (3).$$

Bu erda $\rho_c = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ suv zichligi. (3) ga son qiymatlarini qo'yib

hisoblaymiz:

$$V_2 = \frac{(10^5 + 10^3 \cdot 9,8 \cdot 3) \cdot 5}{10^5} = \frac{1,294 \cdot 10^5}{10^5} \cdot 5 = 6,4 \text{ mm}^3$$

Javob: $V_2 = 6,4 \text{ mm}^3$.

Yechish:

Boyl- Mariott qonunidan foydalanamiz.

$$T = \text{const bo'lganda } p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (1)$$

$$p_1 = p_0 + \rho_s g h \quad (2)$$

p_1 – h chuqurlikda pufakcha ichidagi havo bosimi. Suyuqlik sirtida pufakcha ichidagi havoning bosimi atmosfera bosimiga teng bo'ladi, ya'ni: $R_2 = R_0 = 105 \text{ Pa}$. (1) va

9 – masala: Massasi $m=16$ g bo‘lgan gaz $p=1$ MPa bosim va $t=112^{\circ}\text{C}$ haroratda $V=1600$ sm³ hajmni egallagan bo‘lsa, gazning turi (ya’ni molyar massasi μ) aniqlansin.

Berilgan:

$$m=16 \text{ g } 10^{-3} \text{ kg}$$

$$p=1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$t=112^{\circ}\text{C}=385 \text{ K}$$

$$V=1600 \text{ sm}^3 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$R=8,31 \cdot 10^3 \text{ J/kmol K}$$

Topish kerak:

$$\mu = ?$$

Yechilishi: Ideal gaz holatining Mendeleev Klapeyron tenglamasi

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad \text{dan, gazning molyar massasi:}$$

$$\mu = \frac{mRT}{pV} = \frac{16 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}} \cdot 385 \text{ K}}{10^6 \text{ Pa} \cdot 16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}.$$

Javob: $\mu = 32$ kg/kmol (kislorod).

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Sig‘imi 12 l bo‘lgan idishda molekulalarining soni $N = 1,44 \cdot 10^{18}$ ta bo‘lgan

gaz bor. Gaz molekulalarining konsentratsiyasi n aniqlansin.

2. Molekulalarining konsentratsiyasi $n = 1,25 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$, ularning umumiy soni $N = 2,5 \cdot 10^{23}$ bo‘lgan gaz saqlanayotgan idishning sig‘imi V aniqlansin.

3. $V = 20$ l sig‘imli idishda modda miqdori $\nu = 1,5 \text{ kmol}$ bo‘lgan gaz bor. Idishdagi molekulalarning konsentratsiyasi n aniqlansin.

4. Sig‘imi $V = 5$ l bo‘lgan idishda molekulalarning konsentratsiyasi $n = 9,41 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}$ bo‘lgan kislorod bor. Gaz massasi m aniqlansin.

5. Sig‘imi $V = 5$ l bo‘lgan ballonda $m = 17,5$ g massali azot bor. Ballondagi azot molekulalarining konsentratsiyasi aniqlansin.

6. Agar idishdagi vodorod molekulalarining konsentratsiyasi $n = 2 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$ bo‘lsa, $V = 3$ l sig‘imli idishni to‘ldirib to‘rgan mazkur gazning modda miqdori ν aniqlansin.

7. Massasi $m = 58,5$ g bo'lgan gaz $V = 5$ l sig'imli idishda saqlanmoqda. Gaz molekulalarining konsentratsiyasi $n = 2,2 \cdot 10^{26} \text{m}^{-3}$. Bu qanday gaz?

8. Sig'imi $V = 2$ l bo'lgan ballonda $m = 1,17$ g massali kislorod bor. Idishdagi molekulalarining konsentratsiyasi $n = 1,1 \cdot 10^{25} \text{m}^{-3}$. SHu berilganlar bo'yicha Avogadro doimiysi N_A aniqlansin.

9. $T = 300\text{K}$ haroratdagi va $p = 1$ mPa bosim ostidagi ideal gaz molekulalarining konsentratsiyasi n aniqlansin.

10. Gaz haroratining ikki xil: 1) $T = 3\text{K}$; 2) $T = 1\text{kK}$ qiymatlarida ideal gazning bosimi R aniqlansin. Gaz molekulalarining konsentratsiyasi $n = 10^{19} \text{sm}^{-3}$ deb qabul qilinsin.

11. $V = 30$ l sig'imli ballonda $T = 300\text{K}$ harorat va $p = 5$ mPa bosim ostida qancha gaz molekulasini bo'ladi.

12. Vodorod molekulasining o'rtacha arifmetik va eng katta ehtimoliy tezliklari topilsin. Hisoblash haroratning uchta qiymati 1) $T = 20$ K; 2) $T = 300$ K; 3) $T = 5$ kK uchun bajarilsin.

13. Gaz molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi 2 km/s bo'lsa, uning o'rtacha arifmetik tezligi aniqlansin.

14. $T = 400$ K haroratdagi vodorod molekulasining eng katta ehtimoliy tezligi aniqlansin.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari va topshiriqlar

1. Molekulyar fizika va termodinamika nimani o'rgatadi?
2. Molekulyar-kinetik nazariya qanday nazariya va uning asoslarini nima tashkil qiladi?
3. Broun harakati qanday namoyon bo'ladi va u nimalarga bog'liq?
4. Diffuziya hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?
5. Diffuziya hodisasi gazlarda, suyuqliklarda va qattiq jismlarda qanday sodir bo'ladi?
6. Molekulalarning o'lchamlari deganda nimani tushunasiz? Ular qanday aniqlanadi?
7. Atom massasi deb nimaga aytiladi? U qanday aniqlanadi?
8. Modda miqdori deb nimaga aytiladi? U qanday aniqlanadi, uning o'lchov birliklarini ayting.
9. Elementning atom og'irligi nima?
10. Moddaning atom og'irligi nima?
11. Avogadro va Loschmidt soni nima?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. G.Ya.Myakishev, B.B.Buxovsev, Yu.L.Klimontovich. Fizika 10. T., "O'qituvchi"
2. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. 1-tom. M., "Nauka", 1973
3. Методика преподавания физики в средней школе (Под.ред. С.Э.Каменецкого, Л.А.Ивановой). - М., "Просвещение", 1987.
4. B.M.Mirzaxmedov va boshqalar. Fizika o'qitish metodikasi kursidan o'quv eksperimenti. - T., "O'qituvchi", 1989.
5. Svitkov L.P. Termodinamika va molekulyar fizika. M., "Prosveshenie", 1986
6. M.Ismoilov, M.Yunusov. Elementar fizika kursi -T., "O'qituvchi", 1990
7. I.V.Savelev. Umumiy fizika. 1-tom - M., "Prosveshenie", 1973
8. Гершензон Э.М., Малов Н.Н. и другие. Курс общей физики (Молекулярная физика). М., "Просвещение", 1982
9. Кикоин И.К., Кикоин А.К., Молекулярная физика М., "Наука", 1976.
10. O.Axmadjonov. Fizika kursi Mexanika va molekulyar fizika. T., "O'qituvchi" 1985.

6-MAVZU. IDEAL GAZ HOLAT TENGLAMASI. IZOJARAYONLAR

Ideal gazni harakterlovchi 3 ta makroskopik parametrlar bor. V-hajm, P-bosim, T-temperatura. Bu kattaliklarni bir-biriga bo'g'lovchi tenglamaga **ideal gaz holat tenglamasi** deyiladi. Klapayron tenglamasi-

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}.$$

Berilgan gaz massasi uchun gaz hajmining bosimiga ko'paytmasining gazning absolyut temperaturasi nisbati o'zgarmas kattalikdir.

$$PV=CT \quad C = R = \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{273 \text{ K}} = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Klapayron tenglamasiga modda miqdorini Mendeleyev kiritganligi uchun holat tenglamasini Mendeleyev-Klapayron tenglamasi deyiladi.

$$PV = \frac{m}{\mu} RT.$$

Ichki energiya. Termodinamik ish

Jismni tashkil qilgan molekulalarning kinetik va potensial energiyalar yig'indisiga **ichki energiya** deyiladi.

Ichki energiya $U = N E_{il} = \nu N_A \frac{i}{2} kT = \frac{i}{2} \nu RT = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT = \frac{i}{2} PV = \frac{i}{2} A$

Ichki energiyaning o'zgarishi

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} \nu R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{i}{2} P \Delta V = \frac{i}{2} A$$

Bajarilgan ish $A = P \Delta V = \nu R \Delta T = \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{2 \Delta U}{i}$

1 atomli gaz i=3 $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} P \Delta V = \frac{3}{2} A = Q - A = \frac{3}{5} Q = 0,6Q$

$$A = P \Delta V = \nu R \Delta T = \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{2 \Delta U}{3} = Q - U = \frac{2}{5} Q = 0,4Q$$

2 atomli gaz uchun i=5 $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} P \Delta V = \frac{5}{2} A = \frac{2}{7} Q$

$$A = P \Delta V = \nu R \Delta T = \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{2 \Delta U}{5} = \frac{5}{7} Q$$

3 atomli gaz uchun i=6 $A = P \Delta V = \nu R \Delta T = \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{\Delta U}{3} = \frac{Q}{4} = 0,25Q$

Termodinamikaning 1-qonuni va izojarayonlarga tadbiqu

Energiya bordan yo'q bo'lmaydi, yo'qdan bor bo'lmaydi, faqat bir turdan boshqasiga o'tadi.

Ichki energiyalar saqlanishi uchun quyidagi sharoitlar bo'lishi kerak; **1-yopiq sistema** (tashqi kuchlarning bajargan ishi nolga teng) **2-issiqlik jihatdan izolyatsiyalangan sistema** (sistemaga kirmagan jismlar bilan issiqlik almashish yo'q).

$$\Delta U = A + Q \quad A = -A$$

Sistema bir holatdan ikkinchisiga o'tganda, energiya o'zgarishi ΔU tashqi kuchlarning bajargan ishi A va sistemaga berilgan issiqlik miqdori Q ning yig'indisiga teng.

Tashqi kuchlarning bajargan ishi manfiy

$$A = -A; \quad Q = \Delta U + A; \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T; \quad A = P \Delta V$$

Issiqlik dvigateli. F.I.K.i

Issiqlik dvigateli deb issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilmalarga aytiladi. Yonilg'i yondirilganda isitkichning effektivligini xarakterlaydigan kattalik isitkichning **foydali ish koeffisienti (F.I.K)** deyiladi, η harfi bilan belgilanadi.

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{A}{Q} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \cdot 100\%$$

$$A = \frac{Q_1 \eta}{100\%}$$

$$Q_1 = \frac{A}{\eta} \cdot 100\% \quad \text{A-bajarilgan ish, } Q_1 - \text{isitkichning}$$

issiqligi

$$Q_2 = \left(1 - \frac{\eta}{100\%}\right) Q_1 = Q_1 - A$$

Q₂-sovutgichga berilgan issiqlik miqdori

$$\eta = \frac{Nt}{qm} \cdot 100\% = \frac{F \cdot S}{qm} \cdot 100\% = \frac{cm\Delta t}{qm} \cdot 100\% = \frac{\lambda m}{qm} \cdot 100\% = \frac{Fg}{N} \cdot 100\% = \frac{Lm}{qm} \cdot 100\%$$

Moddaning agregat holati

Erish deb kristall metallarga issiqlik berilganda uning qattiq holatdan suyuq holatga o'tish jarayoniga aytiladi. **Qotish deb** moddaning issiqlik chiqarib suyuq holatdan qattiq holatga o'tish jarayoniga aytiladi. Kristall moddalarning erish paytidagi o'zgarish temperaturaga shu moddaning **erish temperaturasi** deyiladi. **Moddaning erish temperaturasi tashqi bosimga bog'liq.**

Solishtirma erish issiqligi deb erish temperaturasida olingan moddaning bir-birlik massasi tamoman erishi uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$Q = \lambda m \quad \lambda = \frac{Q}{m} = \left[\frac{J}{kg} \right]$$

Ishning Joule birligi va issiqlik miqdorining kaloriya birligi o'rtasida ekvivalentlik mavjud bo'lib, unga **issiqlikning mexanik ekvivalentligi** deyiladi.

$$Q = c(t_2 - t_1) = c\Delta t \quad c = \frac{Q}{\Delta t} = mc = \left[\frac{J}{K} \right]$$

Moddaning bug'lanishi

Moddaning suyuq holatdan gaz holatiga o'tish hodisasiga **bug'lanish** deyiladi. Suyuqlikning erkin sirtidan har qanday temperaturada bug' hosil bo'lish jarayoniga bug'lanish deyiladi.

Qaynash deb suyuqlik ichidagi to'yintiruvchi bug'ning bosimi, suyuqlik erkin sirtidagi tashqi bosimga teng bo'ladigan temperaturadagi intensiv bug'lanish jarayoniga aytiladi. Qaynash temperaturasi tashqi bosimga bog'liq bo'ladi. Suyuqlik to'yingan bug'ning bosimi tashqi bosimga teng yoki katta temperaturaga **qaynash temperaturasi** deyiladi.

Suyuqlikning temperaturasi qaynash temperaturasi ko'tarilmaydi (o'zgarmaydi, $t_q = \text{const}$).

Issiqlik miqdori bug'lanishga sarflanadi.

$$Q = Lm \quad [L] = \left[\frac{Q}{m} \right] = \left[\frac{J}{kg} \right]$$

To'yingan bug' holati

$$P_0 = \frac{\rho RT}{\mu} \quad \text{yoki} \quad P_0 = nkT$$

Havoning namligi

1m^3 havodagi suv bug'larining miqdoriga **absolyut namlik** deyiladi.

Havodagi suv bug'lari bosimining shu temperaturasidagi to'yingan bug' bosimiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka **nisbiy namlik** deyiladi.

$$\varphi = \frac{P}{P_t} \cdot 100\% \quad \varphi = \frac{\rho}{\rho_t} \cdot 100\%$$

Yonilg'ining issiqlik berishi

Issiqlik miqdorining manbayi sifatida foydalanadigan har qanday moddaga **yonilg'i** deyiladi. Yonilg'i **qattiq, suyuqlik, gazsimon** holatda bo'ladi.

$$Q=qm \quad Q=qm=q\rho V \quad q=\frac{Q}{m}=\left[\frac{J}{kg}\right]$$

Yonilg'i yondiriladigan qurilmaning effektivligini xarakterlovchi η -kattalikka **qurilmaning F.I.K** deyiladi.

$$\eta=\frac{Q_f}{Q}\cdot 100\%$$

Issiqlik balansi tenglamasi

Balans fransuzcha “muvozanat” degan ma’noni bildiradi.

Temperaturasi t_1 va massi m_1 suyuqlik, t_2 temperaturali m_2 massali suyuqlik bilan aralashtirildi. Aralashmaning temperaturasini aniqlash formulasi

$$t=\frac{m_1t_1+m_2t_2}{m_1+m_2}$$

Syuqlikni sirt taranglik va kapillyarlik hodisasi

Syuqlikning sirtiga intiladigan kuchga **sirt taranglik kuchi** deyiladi.

$$F=\sigma l=\sigma 2\pi r=\sigma \pi d \quad \sigma=\frac{F}{l}=\frac{A}{S}=\frac{N}{m}=\frac{J}{m^2}-\text{sirt taranglik ko'ffisienti.}$$

Kapilyarlik hodisasi deb suyuqlikning ingichka naychada ko'tarilishi yoki pastga tushish hodisasiga aytiladi.

$$h=\frac{2\sigma}{\rho g r}. \quad r\text{-nay radiusi;} \quad d\text{-plastinkalar orasidagi masofa}$$

$$h=\frac{\sigma}{\rho g d}$$

Jismning issiqlikdan kengayishi

Barcha jismlar issiqlikdan kengayadi, sovuqdan esa torayadi.

Issiqlikdan chiziqli kengayishining modda turiga va tashqi sharoitga bog'liqligini xarakterlovchi kattalik chiziqli kengayish ko'ffisienti deyiladi.

$$\alpha=\frac{\Delta l}{l_0 t}, \quad l_t=l_0(1+\alpha t), \quad \alpha=\frac{l_2-l_1}{l(t_2-t_1)}, \quad \Delta l=\alpha l_0 t.$$

$$\text{Hajmiy kengayish. } \beta=\frac{\Delta V}{V_0 t}, \quad V_t=V_0(1+\beta t), \quad \beta=\frac{V_2-V_1}{V(t_2-t_1)}, \quad \Delta V=\beta V_0 t.$$

Masalalar yechish namunalari

1-masala. Hajmi $V=1\text{mm}^3$ bo'lgan suvdagi molekular soni N ni va suv molekulasi massasi m ni aniqlang.

Shartli ravishda, suv molekularini shar shaklida deb, o'zaro bir-biriga tegib turganda, molekula diametri d ni toping.

Yechimi:

m- massaga ega bo'lgan biror tizimda molekulalar soni N Avogadro doimiysi- N_A ning modda miqdori ν ga ko'paytmasiga teng: $N = \nu N_A$

chunki $\nu = \frac{m}{\mu}$, bunda μ molyar massa, unda $N = \frac{m}{\mu} N_A$

Bu formulada massa zichligini hajmi V ga ko'paytmasi orqali ifodalab, quyidagini hosil qilamiz

$$N = \frac{\rho V N_A}{\mu} \quad (1)$$

Hisoblash vaqtida $\mu = 18 \cdot 10^{-3}$ kg/mol deb olib, $N = 3,64 \cdot 10^{19}$ ta molekulani topamiz

Bitta molekula massasi quyidagi formula bilan topiladi:

$$m_1 = \frac{\mu}{N_A} \quad (2)$$

μ va N_A ning kiyamatlarini qo'yib, suvning m_1 massasini topamiz

$$m_1 = 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Agar suvning molekulalari o'zaro zich joylashgan bo'lsa, unda har bir molekula $V = d^3$ hajm (kub yacheykasi) to'g'ri keladi;

Bunda d-molekula diametridir. Bundan

$$d = \sqrt[3]{V_1} \quad (3)$$

V_1 hajmni molyar hajmi V_m ni molekulalar soni N_A ga bo'lish bilan topiladi.

$$V_1 = \frac{V_m}{N_A} \quad (4)$$

(4)-ifodani (3)-ifodaga qo'ysak

$$d = \sqrt[3]{\frac{V_m}{N_A}} \quad \text{bunda} \quad V_m = \frac{M}{\rho} \quad \text{ni hisobga olib natijada}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho N_A}} \quad \text{ni hosil qilamiz} \quad (5)$$

Endi (5) ifodaning o'ng tomoni uzunlik birligini ifodalashini tekshiramiz:

$$\left\{ \frac{[M]}{[\rho][N_A]} \right\} = \left\{ \frac{1 \text{ kg} / \text{mol}}{1 \text{ kg} / \text{m}^3 * 1 / \text{mol}} \right\} = 1 \text{ m} \quad (6)$$

$$\text{Hisoblashni yakunlaymiz: } d = \sqrt[3]{\frac{18 \cdot 10^{-3}}{10^3 * 6,02 \cdot 10^{23}}} \quad M = 3,11 \cdot 10^{-10} \quad M = 311 \text{ nm}$$

2-masala. Harorati $T = 286$ K bo'lgan kislorodning aylanma harakatdagi bitta molekulasi o'rtacha kinetik energiyasi $\langle E \rangle$ ni hamda

massasi $m=4$ g bo'lgan kislorod barcha molekulalarning aylanma harakat kinetik energiyasi W ni toping.

Yechimi: Ma'lumki gaz molekulalarining har bir erkinlik darajasiga bir xil o'rtcha energiya to'g'ri keladi va u shunday ifodalanadi

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{1}{2} kT$$

Kislorod molekulasida ikki atomli bo'lgani uchun u ikkita aylanma harakat erkinlik darajasiga ega, shu tufayli kislorodning aylanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi 2 marta katta bo'ladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{1}{2} kT = kT$$

bunda $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K ga teng, demak

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = 3,94 \cdot 10^{-21} \text{ J ni topamiz.}$$

Hamma molekulalarning aylanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi

$$W = N \langle \varepsilon \rangle \quad (1)$$

ifoda bilan topiladi, agar tizimdagi molekulalar soni Avagadro doimiysining moddalar soni ν ga ko'paytmasiga teng deb olsak (1) tenglik quyidagini ifodalaydi

$$W = \nu N_A \langle \varepsilon \rangle = \frac{m}{\mu} N \langle \varepsilon \rangle \quad (2)$$

yerda m -gazning massasi: μ -uning molyar massasi (2) ga tegishli kattaliklarni qo'yib

$$W=296 \text{ J ni topamiz}$$

3-masala. Biror hajmdagi gaz molekulalarining soni Avagadro doimiysi N_A ga teng. Ushbu gazni ideal deb, V tezligi ehtimollik tezligi v_{eh} dan 0,001 ga kichik bo'lganda molekulalar soni ΔN aniqlansin.

Yechimi: Masalani yechimida molekulalar nisbiy tezliklarining U bo'yicha taqsimotidan foydalanish qulaydir $\left| U = \frac{v}{v_h} \right|$. Nisbiy tezliklari U dan $U+dU$ oralig'ida bo'lgan molekulalar soni $dN(U)$ quyidagi formula bilan topiladi

$$dN(U) = -\frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} e^{-U^2} U dU \quad (1)$$

bu yerda N -ko'rilayotgan hajmdagi hamma molekulalar soni; Masala shartiga ko'ra molekulalarning maksimal tezligi

$$v_{maz} = 0,001 v_h \quad \text{yoki} \quad U_{max} = \frac{v_{max}}{v_h} = 0,001$$

Bunday qiymatlar uchun (1) ifodani soddalashtirib, $U \ll 1$ uchun $e^{-U^2} = 1 - U^2$ deb olib, U^2 - ifodani ushbu ko'rinishda yozish mumkin

$$dN(U) = \frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} U^2 dU \quad (2)$$

2-ifodani u bo'yicha 0 dan $U_{\max}$ gacha integrallash natijasida quyidagini hosil qilamiz

$$\Delta N = \frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\max} U dU = \frac{4N_A}{\sqrt{\pi}} \left| \frac{U^3}{3} \right|_0^{U_{\max}} = \frac{4N_A}{3\sqrt{\pi}} U_{\max} \quad (3)$$

Bu formulaga $N_A \pi$ ni qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz

$$\Delta N = \frac{4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{3 \cdot \sqrt{3,14}} \cdot 0,001^3 = 4,63 \cdot 10^4 \text{ ta molekula}$$

4-masala. Massalari $m=10^{-18}$ g bo'lgan chang zarrachalari havoda muallaq holda turibdi. Chang zarrachalari kontsentratsiyasining farqi 1 % dan oshmaydigan havo qatlamini aniqlang. Havoning harorati butun hajm bo'yicha bir xil va $T=300$ K ni tashkil etadi.

Yechimi: Muvozanat holatda chang zarrachalarining taqsimlanishidan kontsentratsiya farqat vertikal yo'nalishdagi o'q bo'yicha koordinataga bog'liq.

Bu holatda chang zarrachalariniig taqsimoti uchun Boltsman formulasidan foydalanish mumkin

$$n = n_0 e^{-\frac{W}{kT}}$$

Chunki bir jinsli maydonda og'irlik kuchi $W_p = mgh$

$$n = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

Masalaning shartiga ko'ra balandlikka qarab kontsentratsiyaning o'zgarishi $n \left| \frac{\Delta n}{n} \right| = 0,01$ ga nisbatan juda kichikdir. Shu sababli kontsentratsiya o'zgarishi Δn ni differentsial dn bilan almashtirish mumkin. (2)- ifodani z bo'yicha differensiallab, quyidagini hosil qilamiz

$$dn = -n_0 \frac{mg}{kT} e^{-\frac{mgZ}{kT}} dZ$$

Bu yerda $n_0 e^{-\frac{mgZ}{kT}} = n$ bo'lgani uchun $dn = -\frac{mg}{kT} n dZ$. Ushbu tenglamadan bizni qiziqtirayotgan koordinatalar o'zgarishini topamiz

$$dZ = \frac{kT \Delta n}{mgn}$$

Bu yerdagi manfiy ishora koordinatalarning musbat tomonga o'zgarishi ($dZ > 0$) konsentratsiyaning kamayishiga olib kelishini ifodalaydi. Bu

masalada manfiy ishora ahamiyatsiz bo'lgani uchun, dZ va dn differensiallarni ΔZ va Δn tugallangan orttirma bilan almashtirib

$$\Delta Z = -\frac{kT}{mg} * \frac{\Delta n}{n}$$

ni topamiz. Kattaliklarning qiymatini quyamiz:

$$\frac{\Delta n}{n} = 0,001; k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}; T = 300 \text{ K}; m = 10^{-21} \text{ kg}; g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta Z = 4,23 \text{ mm bo'ladi.}$$

Hosil bo'lgan natijalarga ko'ra, quyilagini aytish mumkin. Juda kichik chang zarrachalarining ($m = 10^{-18} \text{ kg}$) konsentratsiyasi ham balandlik bo'yicha juda tez o'zgaradi.

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Quyidagi gazlarning molyar massasi μ ni va bitta molekula massasini m_1 ni toping.

- kislorod
- azot
- azot oksidi (NO)

2. Harorati $T = 300 \text{ K}$, bosimi $P = 1 \text{ mPa}$ bo'lgan ideal gaz molekulalarining konsentratsiyasining aniqlang

3. Normal sharoitda hajmi $V = 0,5 \text{ l}$ bo'lgan kolbada joylashgan ideal gaz molekulalarining sonini toping.

4. Massasi $m = 1 \text{ g}$ bo'lgan quyidagi gazlarda nechtdan atom bor?

- a) geliy; b) uglerod; v) ftor.

5. Hajmi $V = 3$ litrli ballonda massasi $m = 4 \text{ g}$ bo'lgan kislorod bor. Gazning miqdorini va molekulalar konsentratsiyasi n ni aniqlang.

6. Harorat $T = 300 \text{ K}$ va bosim $P = 5 \text{ MPa}$ bo'ganda, hajmi $V = 30 \text{ l}$ balonida nechta gaz molekulasini bo'ladi?

7. Massasi $m = 10 \text{ g}$ bo'lgan azot molekulalarining uchdan bir qismi atomlarga parchalandi. Shunday gazdagi hamma zarrachalar soni N ni aniqlang.

8. Harorat $T = 290 \text{ K}$, bosim $P = 5 \text{ kPa}$ bo'lganda hajmi (sig'imi) $V = 240 \text{ sm}^3$ kolbadagi moddaning miqdori V va gazning molekulalar soni N ni aniqlang.

9. Suyuqlikning molekulalari shar shaklida, o'zaro bir-biriga yopishgan sharoitda uglerod sulfati CS_2 ning molekula idametrini aniqlang. Suyuqlikning zichligi ma'lum, deb kabul kiling.

10. Hajmi $V=100 \text{ sm}^3$ bo'lgan kolbada harorati $T=300 \text{ K}$ ga teng gaz bor. Agar kolbada to'kilish natijasida $N=10^{20}$ molekula chiqib ketsa, gazning bosimi P qanchaga o'zgaradi?

11. Normal sharoitdagi suv bug'i molekulalari markazlari orasidagi o'rtacha masofani toping va uni molekulaning diamerti bilan taqqoslang ($d=0,31 \text{ nm}$).

12. Idishda kislorod va vodorod aralashmasi bor. Aralashmaning massasi $m=3,6 \text{ g}$ ga teng. Kislorodning massa ulushi $0,6$. Aralashmadagi modda miqdori V va v_1 ; v_2 har bir gaz uchun alohida topilsin.

13. $V=4 \text{ l}$ bo'lgan idishda massasi $m=1 \text{ g}$ vodorod bor. Idishning 1 sm^3 hajmidagi molekulalar soni aniqlansin.

14. Hajmi $V=80 \text{ m}^3$ harorat $t=17^\circ\text{C}$ va bosimi $P=750 \text{ mm. sim. ust.}$ bo'lgan xonada qancha molekula bor?

15. Sig'imi(hajmi) $2,24 \text{ l}$ bo'lgan idishda normal sharoitda kislorod bor. Idishdagi kislorod modd miqdori V ni massasini va molekulalar konsentratsiyasini aniqlang?

16. Massasi $0,5 \text{ kg}$ bo'lgan kislorod modda miqdori V ni va molekulalar soni N ni aniqlang

17. Massasi $m=1 \text{ g}$, modda miqdori $P=0,2 \text{ mol}$ bo'lgan simobda qancha atom bor?

18. Hajmi 1 sm^3 bo'lgan suvning harorati $t=4^\circ\text{C}$, suvdagi modda miqdori V va molekulalar soni N ni aniqlang.

19. Ish tutuzilgan molyar massa μ ni va bitta molekula massasi m ni toping.

20. Modda miqdori $V=0,2 \text{ mol}$ bo'lib, 2 l hajmni egallagan kislorod molekulalarining konsentratsiyaning konsentratsiyasini toping?

21. 3 l idishni egallagan vodorod modda miqdorini aniqlang. Bunda gaz mekulalarining konsentratsiyasini $2 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$ ga teng deb oling.

22. Sig'imi 3 l li idishda bosimi $P=540 \text{ kPa}$ gazning hamma molekulalari ilgarilanma harakatni umumiy kinetik energiyasi $\langle E_k \rangle$ toping .

23. Geliyning miqdori $\nu =1,5 \text{ mol}$, xarorati $T=120 \text{ K}$. Gazning hamma molekulalari ilgarilanma harakatining umumiy kinetik energiyasini toping.

24. Harorati $T=500 \text{ K}$ bo'lgan bug`ning bitta molekulasi o'rtacha kinetik energiyasi $\langle E_{o'r} \rangle$ ni toping.

25. Gazning bosimi $P=1 \text{ mPa}$, molekulalar konsentratsiyasi $n=10^{10} \text{ sm}^{-3}$ bo'lganda gaz harorati T ni molekulalar ilgarilanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi $\langle E \rangle$ ni toping;

26. Harorati $T=600\text{ K}$ bo'lgan suv bug'i molekulasi ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasi $\langle E_k \rangle$ ning va to'liq kinetik energiyasi $\langle E \rangle$ ning o'rtacha qiymatini hamda $\nu=1\text{ kmol}$ modda miqdoriga ega bo'lgan suv bug'ining hamma molekulalari ilgarilanma harakat energiyasi W ni aniqlang.

27. Harorat $T=400\text{ K}$ bo'lganda geliy, kislorod va suv bug'ning bitta molekulasini to'liq kinetik energiyasi o'rtacha qiymati $\langle E \rangle$ ni toping.

28. Xavosi simob bug'i bilan ifloslangan xonaning $V=1\text{ m}^3$ hajmida $t=20^\circ\text{ C}$ da bo'lgan, agar shu haroratda to'yingan simob bug'ining bosimi $P=0,13\text{ Pa}$ bo'lsa simob molekulalarining N soni aniqlansin.

29. Harorat $t=27^\circ\text{ C}$ bo'lganda ammiyak (NH_3) bitta molekulasi ilgarilanma harakat kinetik energiyasini va aylanma harakat kinetik energiyasini toping.

30. Modda miqdori 1 mol bo'lgan vodorod gazning hamma molekulalarini dissotsiatsialashi uchun zarur bo'lgan energiya $W_m=419\text{ kJ mol}$ ga teng. Gazning harorati qanday bo'lganda, uning molekulasini ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi ularni parchalash uchun yetarli bo'ladi?

31. Qanday haroratda gaz molekulasi ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasi $\langle E_{ilg} \rangle = 4,14 \cdot 10^{-21}\text{ J}$ gat eng bo'ladi.

32. Massasi $m=20\text{ g}$ bo'lgan kislorodni $t=10^\circ\text{ C}$ haroratdagi ichki energiyasi U ni toping. Bu energiyaning qanday qismi molekulaning ilgarilanma harakatiga, qanday qismi aylanma harakatga to'g'ri keladi?

33. Massasi $m=1\text{ kg}$ azotdagi molekulalarning $t=7^\circ\text{ C}$ haroratdagi aylanma harakat energiyasi $\langle E_{ayl} \rangle$ ni toping.

34. Hajmi $V=2\text{ l}$ bo'lgan idshda 150 kPa bosim ostida turgan ikki atomli gazning ichki energiyasi U ni toping.

35. Tezliklari o'rtacha arifmetik tezlikdan $0,5\%$ dan ko'pga farq qilmaydigan molekulalarning nisbiy soni topilsin.

36. T_1 va $T_2 = 2 T_1$ haroratlarda Maksvell taqsimoti egri chiziqlari tezlik v ning qanday qiymatlarida o'zaro kesishadi?

37. Hajmi $V=2\text{ m}^3$ ga, bosimi $P=200\text{ kPa}$ ga teng bo'lgan gaz molekulasi ilgarilanma harakatining o'rtacha kvadratik tezligi $\langle v_{kv} \rangle$ ni toping, gaz massasi $m=0,3\text{ g}$.

38. Oltinugurt angidridi (SO_2) ning harorati $T=473\text{ K}$. Molekulalarining qanday qismining tezliklari $v_1=420\text{ m/s}$ bilan $V_2=430\text{ m/s}$ oralig'ida yotadi ?

39. Muvozanat holatda turgan azotning harorati $T=421\text{ K}$. Tezliklari $V_1= 499.9\text{ m/s}$ dan $V_2= 500\text{ m/s}$ gacha bo'lgan oraliqda yotgan molekulalarning nisbiy soni $\Delta N/N$ topilsin.

40. Havoning qanday T haroratida azot va kislorod molekulalarining o'rtacha arifmetik tezliklari $\Delta v = 20\text{ m/s}$ ga farq qiladi ?

41. Xarorati $T=300\text{ K}$ ga teng bo'lganda molekulasining ehtimolligi eng katta bo'lgan tezlik qanday bo'ladi?

42. Tezliklari o'rtacha kvadratik tezlikdan $0,5\%$ dan ko'pga farq qilmaydigan gaz molekulalarining nisbiy soni topilsin.

43. Azot oksidi NO ning harorati $T=300\text{ K}$. Tezliklari $V_1=820\text{ m/s}$ dan $V_2=830\text{ m/s}$ gacha bo'lgan oraliqda bo'lgan molekulalarning ulushi aniqlansin

44. Vodorod xarorati $t=7^\circ\text{C}$ bo'lganda azot molekulalari sonining qanday qismi $v_1= 500\text{m/s}$ dan $V_2= 510\text{ m/s}$ gacha oraliqdagi tezlikka ega?

45. Normal sharoitda vodorod $V=1\text{ sm}^3$ hajmni egallab turibdi. Shu hajmda $V_{\max} = 1\text{ m/s}$ tezlikdan kichik tezliklarga ega bo'lgan molekulalar soni n topilsin.

46. Agar $P=133\text{ Pa}$ bosimda gaz zichligi $\rho=1,475\cdot 10^{-5}\text{ kg/m}^3$ bo'lsa, azot molekulalarining o'rtach arifmetik tezligi va ularning ilgarilanma harakat energiyasi aniqlansin.

47. Hajmi $V=10,5\text{ l}$ bo'lgan ballondagi vodorod harorati $t=0^\circ\text{C}$ va bosimi $P=750\text{ mm.sim.ust.ga}$ teng. Tezliklari $V_1= 1,19\cdot 10^3\text{ m/s}$ dan $V_2=1,21\cdot 10^3\text{ m/s}$ gacha oraliqda bo'lgan vodorod molekulalarining soni topilsin.

48. Gaz molekulalarining qanday qismi tezliklari ehtimolligi eng katta bo'lgan tezlidan $0,5\%$ dan ko'pga farq qilmaydi?

49. Qanday haroratda 200m/s oraliqdagi tezlikka ega bo'lgan vodorod molekulalarining soni tezliklari $2000\text{m/s} \pm 1\text{m/s}$ oraliqda bo'lgan molekulalar soniga teng bo'ladi?

50. Gaz molekulalari qanday qismining ilgarilanma harakat kinerik energiyalari ilgarilanma harakat o'rtacha kinetik energiyadan 1% dan ko'pga farq qilmaydi?

51. Harorat T ga teng bo'lganda kislorod molekulalarining issiqlik harakat tezligi 600 m/s qiymatga ega bo'lish ehtimolligi harorat $2T$ bo'lgandagiga teng harorat T topilsin.

52. Bosimi $P=40\text{ kPa}$ va zichligi $\rho=0,3\text{ kg/m}^3$ bo'lgan gaz molekulalarining o'rtacha arifmetik $\langle V_{\text{ar}} \rangle$, o'rtacha kvadratik $\langle V_{\text{kv}} \rangle$ va ehtimollik eng katta bo'lgan V_o – tezliklarni toping

53. Qanday haroratda azot molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligining ehtimolligi eng katta bo'lgan tezlikdan $\Delta V = 50 \text{ m/s}$ ga katta bo'ladi?

54. Bir xil haroratda geliy va azot molekulalarining o'rtacha kvadratik tezliklarining nisbatini toping.

55. Bosim $P = 266,6 \text{ Pa}$ bo'lganda idishning birlik hajmidagi vodorod molekulalarining soni n topilsin, agar vodorod molekulalarining o'rtacha molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi $\langle V_{kv} \rangle = 24 \text{ km/s}$ ga teng bo'lsa.

56. Biror bir gazning zichligi $\rho = 0,06 \text{ kg/m}^3$, molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi $\langle V_{kv} \rangle = 500 \text{ m/s}$ ga teng. Gazning idish devorlariga ko'rsatayotgan P bosim topilsin.

57. Impulsning qiymati eng katta ehtimollikka ega qiymat R_{eh} ga aniq teng bo'lgan ideal gaz molekulalarining soni topilsin.

58. Havoda muallaq turgan chang zarrachasining o'rtacha kvadratik tezligi havo molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligidan necha marta kichik? Chang massasi $m = 10^{-8} \text{ g}$. Havoni bir jinsli gaz deb hisoblab, uning molyar massasini $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ deb oling.

59. Harorat $t = 20^\circ\text{C}$ bo'lganda vodorod molekulalarining impulsi P topilsin. Molekula tezligini o'rtacha kvadratik tezlikka teng deb hisoblang.

60. Hajmi $V = 2 \text{ l}$ bo'lgan idishda $P = 90,6 \text{ kPa}$ bosim ostida $m = 10 \text{ g}$ massali kislorod joylashgan. Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi $\langle v_{kv} \rangle$ topilsin.

61. Ballonda $m = 15 \text{ g}$ kislorod joylashgan. Tezliklari o'rtacha kvadratik tezligi qiymatidan yuqori bo'lgan kislorod molekulalarining soni topilsin.

62. Normal sharoitda biror bir gazning o'rtacha kvadratik tezligi $\langle v_{kv} \rangle = 461 \text{ m/s}$ ga teng. Massasi $m = 1 \text{ g}$ bo'lgan bunday gazda nechta molekula bor?

63. 40 kPa bosimda zichligi $0,3 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan gaz molekulalarining ehtimolligi eng katta bo'lgan tezligi topilsin.

64. Ideal gaz molekulalarining qanday qismining energiyasi xuddi shu haroratdagi

molekulalarning ilgarinma harakat o'rtacha energiyasi $\langle v \rangle$ dan 1% dan ortiq farq qilmaydi?

65. Ideal gazning ushbu molekula tezligi V_{eh} dan 1% ortik farq qilmasligining ehtimolligi topilsin.

66. $t=17^{\circ}\text{C}$ haroratda havo molekulalarining qanday qismining tezligi $\Delta V = 0,1V_{\text{eh}}$ dan farqi $\Delta V = 0,5 \text{ m/s}$ dan ko'p emas?

67. Molekulalar qanday kishining energiyasi $E_1=0$ bilan $E_2=0.01$ qanday oralig'ida yotadi?

68. Ideal gaz molekulalarining impulslari ehtimolligi eng katta P_{eh} qiymatga ega bo'lganlari uchun kinetik energiya ifodasi topilsin.

69. Kinetik energiyasi ehtimolligi eng katta bo'lgan energiya qiymatidan 1 % dan ortiq farq qilmaydigan ideal gaz molekulalarining nisbiy soni topilsin

70. Ideal gaz harorati bir da o'zgarsa, molekulaning ehtimolligi eng katta bo'lgan impuls P_{eh} ning qiymati necha foizga o'zgaradi?

71. Qanday balandlikda havo bosimi dengiz satxidagi bosimning 75 foizini tashkil etadi? Harorat o'zgarmas va 0°C deb hisoblang

72. 2.3 km balandlikda havoning bosimi dengiz satxidagi bosimning necha foizini tashkil etadi? Harorat o'zgarmas va 0°C deb hisoblang.

73. 2700 m balandlikda havo bosimini toping. Yer sirtidagi bosim $P_0=101 \text{ kPa}$. Havo harorati $t=0^{\circ}\text{C}$.

74. Yer sirtida atmosferadagi massalari m_1 va m_2 bo'lgan molekulalar kontsentratsiyalarining nisbati k_0 ga teng. Bu nisbat h kilometr balandlikda qanday bo'ladi? Haroratni o'zgarmas va T ga teng deb hisoblang.

75. Yer sirtidan $h=4 \text{ km}$ balandlikda $V=1 \text{ m}^3$ havoning massasi qanday? Havo haroratini o'zgarmas va $t=0^{\circ}\text{C}$ ga deb hisoblang. Yer sirtidagi havo bosimi $P_0=10^5 \text{ Pa}$ ga teng.

76. Dengiz sathidan qanday balandlikda havoning zichligi 1 marta kamayadi? Havo harorati 0°C . Havoning harorati, molyar massasi va og'irlik kuchi tezlanishi bilanlikka bog'liq emas.

77. Qanday balandlikda volorodning zichligi dengiz satxidagiga nisbatan 50 % tashkil etadi? Haroratni o'zgarmas va 0°C deb hisoblang.

78. Kuzatuvchining yer sirtidan $h=150 \text{ m}$ ga ko'tarilishida atmosfera bosimi qanchagacha kamayadi? Haroratni o'zgarmas va 15°C deb hisoblang. Yer sirtida bosim $p=1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

79. Havoda muallaq turgan chang zarrachalarining massasi $m=10^{-18} \text{ g}$. Balandlik $\Delta h=10 \text{ m}$ ga oshirilganda, ularning kontsentratsiyasi necha marta kamayadi? Havo harorati 300 K.

80. Harorati $T=220 \text{ K}$ va bosimi $P=25 \text{ kPa}$ bo'lgan biror bir balandlikdagi bosim o'zgarishi topilsin.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari va topshiriqlar

1. Avogadro qonunini ta'riflang.
2. Molekulalarning o'zaro ta'sir kuchlari qanday namoyon bo'ladi?
3. Ideal gaz deb nimaga aytiladi? U qanday parametrlar bilan xarakterlanadi?
4. Izotermik protsess deb qanday protsessga aytiladi va u qaysi qonunga bo'ysunadi? Grafikda izoterma chizig'i nimani ifodalaydi?
5. Izobarik protsess qanday protsess va u qanday qonunga bo'ysunadi? Izobara chizig'i nimani ifodalaydi?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. G.YA. Myakishev, B.B. Buxovsev, YU.L. Klimontovich. Fizika 10. T., "O'qituvchi"
2. G.S. Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. 1 tom. M., "Nauka", 1973.
3. B.M. Mirzaxmedov va boshqalar. Fizika o'qitish metodikasi kursidan o'quv eksperimenti. - T., "O'qituvchi", 1989.
4. Svitkov L.P. Termodinamika va molekulyar fizika. M., "Prosveshenie", 1986.
5. M. Ismoilov, M. Yunusov. Elementar fizika kursi - T., "O'qituvchi", 1990.
6. I.V. Savelev. Umumiy fizika. 1-tom - M., "Prosveshenie", 1973.
7. Гершензон Э.М., Малов Н.Н. и другие. Курс общей физики (Молекулярная физика). М., "Просвещение", 1982.
8. Кикоин И.К., Кикоин А.К., Молекулярная физика М., "Наука", 1976.
9. O. Axmadjonov. Fizika kursi Mexanika va molekulyar fizika. T., "O'qituvchi".

7-MADZU. KO'CHISH HODISALARI. TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI

MASALALAR YECHISH UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

1. Ko'chish hodisalariga oid bo'lgan masalalarni echganda bunday hodisalar termodinamik muvozanat buzilganda yuzaga keladi. Muvozanat o'rnatilishi jarayonida molekulalarning o'zaro to'qnashuvlarida nima muhim rol o'ynaydi. Ko'chish molekulalarining erkin yugurish uzunligi va o'rtacha tezlik orqali aniqlanishi mumkin, demak, ular biri ikkinchisi orqali ifodalanishi mumkin.

2. Issiqlik mashinalarida aylanma jarayonlar ko'rilyotganda quyidagini aniqlash kerak: qaysi jarayonlar davomida ishchi modda (gaz) issiqlikni isitkichidan oladi va qaysi jarayonlarda gaz issiqlikni sovitgichga beradi.

Sikl davomida bajariladigan ish shu issiqlik miqdorlari farqiga teng. Karno sikli FIK isitgich va sovitgichlarning absolyut harakatlari orqali ifodalanishi mumkin.

3. Termodinamik tizimning entropiasi o'zgarishi doim keltirilgan issiqlik miqdori orqali aniqlanadi:

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

bu yerda tizimga berilgan yoki tizimdan olingan issiqlik miqdori qaralayotgan jarayonning xususiyati bilan aniqlanadi.

Masalalar yechish namunalari

1-masala. Agar $T=273\text{ K}$ da kislorod uchun ichki ishqalanish koefitsienti $\eta=18,8 \cdot 10^{-6}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ ga teng bo'lsa, kislorod molekulasiining effektiv diametri topilsin.

Yechimi. Ichki ishqalanish koefitsientining molekula tezligi va erkin yugurish uzunligi orasidagi o'zaro bog'lanishidan foydalanib kislorod molekulasini diametrini topish mumkin

$$\eta = \frac{1}{3} \langle v \rangle \lambda \rho \quad (1)$$

bu yerda $\langle v \rangle$ molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi, $\langle \lambda \rangle$ - o'rtacha erkin yugurish uzunligi, ρ - gazning berilgan sharoitdagi zichligi. O'rtacha arifmetik tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$v = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} \quad (2)$$

Bu yerda R- universal gaz doimiysi, T- absolyut xarorat, μ - bir mol gaz massasi. O'rtacha erkin yugurish uzunligi quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$\langle \lambda \rangle = \frac{kT}{\sqrt{2\pi}d^2P} \quad (3)$$

bu yerda k- Bolsman doimiysi, d- molekulaning effektiv diametri, p- gaz bosimi. Gaz zichligini idela gaz holat tenglamasidan aniqlash mumkin

$$\rho = \frac{\mu p}{RT} \quad (4)$$

(2),(3) va (4) ifodalarni (1) formulaga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz

$$\eta = \frac{2k}{3\pi d^2} \sqrt{\frac{\mu T}{\pi R}} \quad (5)$$

Bundan molekulaning diametri topiladi

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}}{3 \cdot 3,14 \cdot 18,8 \cdot 10^{-6}}} \sqrt{\frac{0,032 \cdot 273}{3,14 \cdot 8,31}} = 3 \cdot 10^{-10} m$$

2-masala. $v=1$ mol modda miqdoridagi ikki atomli ideal gaz bosimi $P=250$ kPa va $V=10$ l hajimni egallaydi. Avval gaz izohorik ravishda $T=400^0$ K gacha qizdirilgan, so'ngra izotermik ravishda kengaytirilib, boshlang'ich bosimgacha keltirilgan. Undan keyin gaz izobarik ravishda siqilib u boshlang'ich holatiga keltiriladi. Siklning FIK aniqlansin.

Yechish. Sikl 1-2 izohora, 2-3 izoterma va 3-1 izobaradan tashkil topgan. Har qanday Siklning FIK quyidagi ifodadan aniqlanadi:

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

bu yerda Q_1 - sikl davomida gazning isitgichdan olgan issiqlik miqdori. Q_2 - sikl

davomida gazning sovutgichga bergan issiqlik miqdori. Issiqlik miqdorlar farqi

$Q_1 - Q_2$ sikl davomida gaz bajargan ish A ga teng. Ishchi modda (gaz) Q_1 issiqlik miqdorini siklning ikki qismida: yani $Q_{1,2}$ ni 1-2 davomida izohorik jarayonda va $Q_{2,3}$ ni 2-3 izotermik jarayon davomida oladi.

Demak,

$$Q_1 = Q_{1,2} + Q_{2,3} \quad (2)$$

Izohorik jarayon davomida gazning olgan issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$Q_{1,2} = C_v \nu (T_2 - T_1) \quad (3)$$

Bu yerda C_v - o'zgarmas hajimdagi gazning molyar issiqlik sig'imi, ν - modda miqdori. Mendeleyev- Klapayron tenglamasidan foydalanib, boshlang'ich holat xarorati T_1 ni aniqlash mumkin

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} \quad (4)$$

Izotermik jarayon davomida gazning olgan issiqlik miqdori quyidagiga teng

$$Q_{2,3} = \nu R T_2 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (5)$$

Bu yerda V_2 - xarorati T_2 va bosimi P_1 bo'lgan gazning egallagan hajmi; 2-1 izobarik jarayon davomida Q_2 issiqlik miqdorini beradi

$$Q_2 = Q_{3,1} = C_p \nu (T_2 - T_1) \quad (6)$$

Bu yerda C_p - izobarik jarayonda gazning molyar issiqlik sig'imi Q_1 va Q_2 uchun chiqarilgan ifodalarni (1) formulaga qo'yamiz

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{\nu C_p (T_2 - T_1)}{\nu C_p (T_2 - T_1) + \nu R T_2 \ln \frac{V_2}{V_1}} \quad (7)$$

Chiqarilgan ifodadai hajmlar nisbatini Gey-Lyussak qonuniga binoan xaroratlar nisbati bilan almashtirsak bo'ladi $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$. Molyar issiqlik sig'imlar C_v va C_p ni molekulaning erkinlik darajasi orqali ifodalash mumkin

$$C_v = \frac{i}{2} R; \quad C_p = \frac{i+2}{2} R \quad (8)$$

U holda bu ifodalarni (7) formulaga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\eta = 1 - \frac{(i+2)(T_2 - T_1)}{i(T_2 - T_1) + 2T_2 \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)} \quad (9)$$

Hisoblarni o'tkazib, quyidagini topamiz

$$\eta = 0,041 = 4,1\%.$$

3-masala. Xarorati $t_1 = 100^\circ\text{C}$ va massasi $m_1 = 1,11$ kg bo'lgan suv bug'i oqimi, xarorati $t_2 = 0^\circ\text{C}$ va masasi $m_2 = 5$ kg ga teng muz bo'lagiga yo'naltirilib, uni eritgan va hosil bo'lgan suvni $t_3 = 50^\circ\text{C}$ xaroratgacha isitgan. Tavsiflangan jarayonlardagi entropiya o'zgarishi topilsin.

Yechimi. Tizim 1-holatga o'tishdagi entropiya o'zgarishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

Tavsiflangan jarayonlarning har biridagi entropiya o'zgarishini topamiz.

1) muz eriganda xarorat T_2 doimiy qoladi va $T=273K$ ga teng. Doimiy xaroratni integral belgisidan tashqariga chiqarsak, quyidagini hosil qilamiz

$$\Delta S = \frac{1}{T_2} \int_1^2 dQ = \frac{Q}{T_2}$$

Bu yerda Q - muz erishi uchun kerakli issiqlik miqdori

$$Q = \lambda m_2 = 3,35 * 10^5 * 5 = 1,67 * 10^6 J$$

Demak,

$$\Delta S_1 = \frac{1,67 * 10^6 J}{273 K} = 6,12 * 10^3 J / K$$

2) suvni dT ga isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$dQ = C m_2 dT$$

Binobarin, suvni isitganda entropiya o'zgarishi shunday ifodalanadi:

$$\Delta S_2 = \int_1^2 \frac{C m_2 dT}{T} = C m_2 \ln \frac{T_3}{T_2}$$

Berilgan son qiymatlarini qo'yib topamiz:

$$\Delta S = 4,19 * 10^3 * 5 * \frac{323 J}{273 K} = 3,52 * 10^3 \frac{J}{K}$$

bug'ning shu haroratdagi suvga aylanishida entropiya o'zgarishini muzning erishidagi mulohazalarga asoslangan holda aniqlash mumkin, yani

$$\Delta S_3 = \frac{1}{T} \int_1^2 dQ = \frac{Q}{T} = -\frac{\eta m_1}{T_1} = -\frac{2,25 * 10^6 * 1,1}{373} \approx 6,7 * 10^3 J / K$$

3) entropiya o'zgarishiga <<minus>>ishora qo'yiladi, chunki issiqlik ajralib chiqadi.

4) nihoyat, hosil bo'lgan issiq suvning sovushida sodir bo'ladigan entropiya o'zgarishini suv isitishda ishlatilgan mulohazalarga asoslanib topamiz, yani

$$\Delta S_4 = \int_1^3 \frac{c m_1 dT}{T} = c m_1 \ln \frac{T_3}{T_2} = 4,19 * 10^3 * 1,1 * \ln \frac{323}{373} = -670 J / K$$

To'liq entropiyaning o'zgarishi :

$$\Delta S = (6,12 * 10^3 + 3,52 * 10^3 - 6,67 * 10^3 - 0,67 * 10^3) = 2,27 * 10^3 J / K$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Harorat $T=27^{\circ}\text{C}$ va bosimi $P=53,2\text{ kPa}$ bo'lgan azot molekulalarining 1 s dagi o'rtacha to'qnashish soni z topilsin. Azot molekulasining effektiv diametri $d=0,3\text{ nm}$.

2. Bosim $P=0,1\text{ Pa}$ va harorat $T=100\text{ K}$ bo'lganda, vodorod molekulalari erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle$ topilsin. Vodorod molekulasining effektiv diametri $d=0,23\text{ nm}$.

3. Izoxorik jarayonda ideal gaz molekulasining 1 s da to'qnashuv soni z ning bosim P va harorat T ga bog'lanishi topilsin.

4. $V=10\text{ l}$ hajmli ballonda $m=1\text{ g}$ massali vodorod bor. Molekulalarning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi aniqlansin. Vodorod molekulasining effektiv diametri $d=0,23\text{ nm}$.

5. Agar molekula erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle = 1\text{ sm}$ gat eng bo'lsa, siyraklashgan vodorod zichligini aniqlang. Vodorod molekulasining effektiv diametri $d=0,23\text{ nm}$.

6. Izobarik jarayonda ideal gaz molekulasining erkin yugurish yo'li uzunligi $\langle\lambda\rangle$ ning harorat T ga bog'lanishi topilsin.

7. Harorat $T=250^{\circ}\text{C}$ va bosim $P=100\text{ kPa}$ bo'lganda, kislorod molekulasi erkin yugurishining o'rtacha davomiyligi $\langle\tau\rangle$ ni toping. Kislorod molekulasining effektiv diametri $d=0,27\text{ nm}$.

8. Izoxorik jarayonda ideal gaz molekulasining erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle$ ning bosimi P va harorati T topilsin.

9. Izotermik jarayonda ideal gaz molekulasining erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle$ ning bosim P ga bog'lanishi topilsin.

10. Izotermik jarayonda ideal gaz molekulasi 1 s da o'rtacha to'qnashuvlar soni z ning bosim P ga bog'lanishi topilsin.

11. Normal sharoitda kislorod molekulalari erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle = 10^{-3}\text{ sm}$. Molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi $\langle v \rangle$ va molekulalarning 1 s dagi to'qnashuvlar soni z hisoblansin.

12. Agar vodorod molekulalari uchun normal sharoitda erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle = 1,12 \cdot 10^{-5}\text{ sm}$ bo'lsa, vodorod molekulasining diametri d topilsin.

13. Agar $T=0^{\circ}\text{C}$ haroratli azot joylashgan $D=10\text{ sm}$ diametrli idishda $P=1,33\text{ mkPa}$ hosil qilsak, u holda shu vakumni yuqori deb xisoblash mumkin. Azot molekulasining diametri $d=3,1 \cdot 10^{-8}\text{ sm}$. Malumki, agar molekulalarning erkin yugurish o'rtacha uzunligi idishning chiziqli o'lchamlaridan ancha katta bo'lsa, vakum yuqori deb hisoblanadi.

14. Idishda karbonat angidrid (CO_2) bor. Uning zichligi $\rho=1,7 \text{ kg/m}^3$ va molekulalarning erkin yugurish yo'li uzunligi $\langle\lambda\rangle=0,79\cdot 10^{-5} \text{ sm}$. Karbonat angidrid molekulasi diametri topilsin.

15. $P_1=10^3 \text{ Pa}$ bosimda molekula 1 s da o'rtacha $z_1=3\cdot 10^9$ marta to'qnashadi. $P_2=0,133 \text{ Pa}$ bosimda u necha marta to'qnashishi mumkin? $T=\text{const}$.

16. Bir xil bosim va xaroratda ikki turdagi gazlar mavjud. Agar gaz atomlarining diametrlari 1:4 va massalari 1:5 mos nisbatda bo'lsa, shu gaz atomlari uchun vaqt birligidan to'qnashuvlar soni necha martaga farqlanishini aniqlang.

17. Yerning suniy yo'ldoshida o'rnatilgan ionizatsion monometr yordamida Yer sirtidan $h=300 \text{ km}$ balandlikda atmosferaning $V=1 \text{ sm}^3$ hajmida gaz molekulalarining soni $n=10^9$ ta ga yaqin ekanligi aniqlandi. Shu balandlikda molekulalarning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle$ topilsin. Molekulalarning effektiv diametri $d=0,2 \text{ nm}$.

18. $T=0^\circ\text{C}$ zaroratda va biror bir bosimda kislorod molekulasi erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle=95 \text{ nm}$ ga teng. Agar idishdagi hovoni boshlang'ich bosimning 0,01 gacha so'rib olsak, 1 s dagi kislorod molekulalarining o'rtacha to'qnashuvlar soni nimaga teng? $T=\text{const}$.

19. $D=15 \text{ sm}$ diametrli sferik idishda molekulalar bir biri bilan to'qnashmasligi uchun $V=1 \text{ sm}^3$ hajmida eng ko'pi bilan nechta molekula bo'lishi kerak? Gaz molekulasi effektiv diametrini $d=0,3 \text{ nm}$ deb qabul qiling.

20. Biror bir gaz molekulalarining 1 s da, agar shu sharoitda molekulaning erkin yugurish yo'li o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle=0,5 \text{ mm}$ ga va o'rtacha kvadratik tezligi $\sqrt{\langle v^2 \rangle}=500 \text{ m/s}$ ga teng bo'lsa, o'rtacha to'qnashuvlar soni z topilsin.

21. Agar gazning bosimi izoxorik jarayon natijasida $n=4$ marta ortsa, bir atomli gaz molekulalarining $S=1 \text{ m}^2$ yuzali balloning devoriga 1 s dagi urilishlar soni z qanchaga o'zgaradi.

22. Adiabatik jarayonda o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligi $\langle\lambda\rangle$ ning bosim P va xarorat T ga bog'liqligi topilsin.

23. Adiabatik jarayonda ideal gaz molekulasi 1 s da o'rtacha to'qnashuvlar soni z ning bosim P va xarorat T ga bog'liqligi topilsin.

24. Normal sharoitda geliy atomi erkin yugurish yo'lining uzunligi $\langle\lambda\rangle=180 \text{ nm}$. Diffuziya koefitsienti D aniqlansin.

25. 0°C xaroratda kislorodning difuziya koefitsienti $D=0,19 \text{ sm}^2/\text{s}$ ga teng. Gaz molekulasi erkin yugurish yo'li $\langle\lambda\rangle$ aniqlansin.

26. Normal sharoitda azotning dinamik qovushqoqlik ko'effitsienti $\eta=17$ mkPa ga teng. Erkin yugurish yo'li $\langle\lambda\rangle$ topilsin.

27. Normal sharoitda vodorodning diffuziya ko'effitsienti $D=0,91$ sm²/s ga teng. Vodorodning issiqlik o'tkazuvchanligi ko'effitsienti aniqlansin.

28. Azotning xarorati $T=27^{\circ}\text{C}$ va erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi $\langle\lambda\rangle=10^{-5}$ sm. $S=100$ sm² yuzasidan agar yuzagacha perpendikulyar yo'nalishda zichlik gradienti $\frac{dp}{dx}=1,26$ kg/m⁴ ga teng bo'lsa, $t=10$ s vaqtda diffuziya tufayli o'tgan azot miqdorini toping.

29. Biror gazning bosimi qanday bo'lganda, shu gazning ichki ishqalanish ko'effitsienti diffuziya ko'effitsientiga nisbatan $n/D=0,3$ kg/m³ ga teng va uning molekularining o'rtacha kvadratik tezligi $\sqrt{\langle v^2 \rangle} = 632$ m/s ga teng bo'la oladi?

30. Xarorat $T=0^{\circ}\text{C}$ va bosim $P=10^5$ Pa ga teng bo'lganda, agar shu sharoitlarda uning ichki ishqalanish ko'effitsienti $\eta=1,3 \cdot 10$ Pa.s ga teng bo'lsa, geliy molekularining erkin yugurish yo'li topilsin.

31. Bosimi $P=100$ kPa va xarorati $T=10^{\circ}\text{C}$ bo'lgan havo molekularining diffuziya ko'effitsienti topilsin. Havo molekulasi diametri $d=3 \cdot 10^{-10}$ m deb qabul qilinsin.

32. Bosimi $P=100$ kPa va xarorati $T=10^{\circ}\text{C}$ bo'lgan havoning ichki ishqalanish ko'effitsienti topilsin. Havo molekulasi diametri $d=3 \cdot 10^{-10}$ m deb qabul qilinsin.

33. Kislorodning ichki ishqalanish ko'effitsienti azotning ichki ishqalanish ko'effitsientidan necha marta ortiq? Gazlarning xarorati va molekularining diametrlari bir xil.

34. Kislorodning diffuziya ko'effitsienti $D=1,22 \cdot 10^5$ m²/s va ichki ishqalanish ko'effitsienti $\eta=1,95 \cdot 10^{-5}$ Pa.s ga teng. Shu sharoitda gazning zichligi ρ topilsin.

35. Kislorodning diffuziya va ichki ishqalanish ko'effitsientlari $D=1,22 \cdot 10^{-5}$ m²/s va $\eta=1,95 \cdot 10^{-5}$ Pa.s gat eng Gaz molekularining erkin yugurish yo'li $\langle\lambda\rangle$ topilsin. Kislorod molekulasidagi diametri $d=3 \cdot 10^{-10}$ m.

36. Kislorodning diffuziya ko'effitsienti $D=1,22 \cdot 10^{-5}$ m²/s. Agar shu sharoitda kislorod molekularining erkin yugurish yo'li $\langle\lambda\rangle=8,4 \cdot 10^{-8}$ m ga teng bo'lsa, gaz molekularining o'rtacha arifmetik tezligi $\langle v \rangle$ topilsin.

37. Agar vodorodning ichki ishqalanish ko'effitsienti $\eta=8,6 \cdot 10^{-6} \text{Pa.s}$ ga teng ekanligi malum bo'lsa, uning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti $\mathfrak{R}$ topilsin.

38. Xarorat $T=10^0\text{C}$ ga teng bo'lgan havoning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti topilsin. Havo molekulasining diametric $d=3 \cdot 10^{-8} \text{sm}$ ga teng deb qabul qilinsin.

39. Hajmi $V=2 \text{ l}$ idishda $N=4 \cdot 10^{22}$ ta ikki atomli gazning molekulalari joylashgan. Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti $\mathfrak{R}=0,014 \text{ Vt/m.K}$. Shu sharoitda gazning diffuziya ko'effitsienti D topilsin.

40. Izotermik jarayonda diffuziya ko'effitsienti D qovushqoqlik ko'effitsienti η va issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti $\mathfrak{R}$ ning bosim P ga bog'liqligi topilsin.

41. Izobarik jarayonda diffuziya ko'effitsienti D qovushqoqlik ko'effitsienti η ning xarorat T ga bog'liqligi topilsin.

42. Izobarik jarayonda issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti $\mathfrak{R}$ ning xarorat T ga bog'liqligi topilsin.

43. Qalinligi $d=49 \text{ sm}$ g'ishtdan qilingan devor kabi issiqlik yo'qotish uchun yog'ochdan yasalgan devorning qalinligi qanday bo'lishi kerak? Ikki holda ham binoning ichki va tashqi xaroratlari farqi bir hil. Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientlari: g'ishtniki $\mathfrak{R}_1=0,7 \text{ Vt/m.K}$, yog'ochniki $\mathfrak{R}_2=0,175 \text{ Vt/m.K}$.

44. Bug' qog'ozning shifti ikki qatlam issiqlik izolatsiyasidan iborat. Agar shiftning tashqi sirtlarining xarorati $T=800^0\text{C}$ va $T_3=60^0\text{C}$, har qatlamning qalinligi va issiqlik o'tkazuvchanligi esa nos ravishda $d_1=500 \text{ mm}$, $\mathfrak{R}_1=1,3 \text{ Vt/m.K}$ $d_2=200 \text{ mm}$, $\mathfrak{R}_2=0,16 \text{ Vt/m.K}$

45. Vodorod plazmasidagi ionlarning diffuziya ko'effitsienti D topilsin, plazmaning xarorati $T=10 \text{ K}$, $V=1 \text{ m}^3$ hajimdagi ionlar soni $n=10^{15}$ ga teng. Ko'rsatilgan xaroratda vodorod ionlarining effektiv kesim yuzi $\sigma=4 \cdot 10^{-20} \text{ sm}^2$ ga teng deb hisoblang.

46. Samalyot $v=360 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchib bormoqda, samolyot qanotining

qovushqoqligi tufayli ergashtirib ketayotgan havo qatlamining qalinligi $\Delta X=4 \text{ sm}$ ga teng deb hisoblab, qanotining har bir kvadrat metr yuzasiga ta'sir

qiluvchi urinma kuch topilsin. Havo molekulasining diametri $d=3 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ gat eng deb qabul qilinsin. Havo xarorati $T=0^0\text{C}$.

47. Ikki atomli gaz adiabatik ravishda boshlang'ich hajmdan ikki marta katta hajimgacha kengaydi. Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti κ qanday o'zgarishi topilsin. Molekulaning effektiv diametrini o'zgarmas deb hisoblang.

48. Radiusi $R_1=10$ sm va uzunligi $l=30$ bo'lgan silindr, radiusi $R_2=10,5$ sm ga teng boshqa silindr ichiga shunday joylashganki, ularning o'qlari ustma-ust tushgan kichik silindr qo'zg'almas, kattasi esa geometric o'qqa nisbatan $\nu=15\text{s}^{-1}$

chastota bilan aylanayapti. Silindr atrofidagi gazning qovushqoqlik ko'effitsienti

$\eta=8,5$ mkPa.s. Ichki silindrning sirtiga urinma ravishda tasir etuvchi kuch aniqlansin.

49. Radiuslari $R=20$ sm bo'lgan ikki gorizontal disklar biri ikkinchisi ustida shunday joylashganki, ularning o'qlari ustma-ust tushgan. Disklarning tekisliklari orasidagi masofa $d=0,5$ sm. Ustki disk qo'zg'almas, pastki disk esa geometric o'qqa nisbatan $\nu=10\text{ s}^{-1}$ chastota bilan aylanayapti. Ustki diskka ta'sir etuvchi aylantiruvchi moment topilsin. Disklar atrofidagi havoning qovushqoqlik ko'effitsienti $\eta=17,6$ mkPa.s.

50. Xarorati $T=300^0\text{K}$ va bosimi $P=1$ mPa bo'lgan ultra siyraklashgan azot gazida ikkita o'zaro parallel plastinkalar bir-biriga nisbatan $\nu=1$ m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Plastinkalar orasidagi masofa o'zgarmas bo'lib, u molekulalarning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligidan ko'p marta kichik. Plastinkalarning $S=1\text{ m}^2$ sirtiga ta'sir etuvchi ichki ishqalanish kuchi F aniqlansin.

51. Gaz Karno siklini bajardi. Isitgichning absolyut xarorati sovutgich xaroratidan uch marta yuqori. Isitgich gazga $Q_1=41,9$ kJ issiqlikni uzatadi. Gaz qanday A ishni bajaradi?

52. Gaz Karno siklini bajardi. Gaz izotermik kengayishda $A=5$ J ishni bajardi. Agar siklning termik FIK $\eta=0,2$ bo'lsa, izotermik siqilishdagi bajarilgan A_2 ish aniqlansin.

53. Karno siklini bajarayotganda gaz sovutgichga $Q_2=4$ kJ issiqlikni berdi. Siklda bajarilgan ish $A=1$ kJ. Agar sovutgichning xarakati $T=300^0\text{K}$ bo'lsa, isitgichning xarorati T aniqlanasin.

54. Gaz Karno siklini bajarmoqda. Sovutgichning absolyut xarorati $T=290^0\text{ K}$. Agar isitgichning xarorati $T_2=400\text{ K}$ dan $T_3=500\text{ K}$ gacha ko'tarilsa, siklning FIK necha marta oshadi?

55. Gaz Karno siklini bajarmoqda. Isitgichning xarorati $T=475\text{ K}$ ish bajaradi. Siklning termik FIK va gazning sovutgichga bergan issiqlik miqdori aniqlansin.

56. Karno siklini bajarayotgan gaz isitgichdan $Q=42\text{ kJ}$ issiqlikni oladi. Agar isitgichning absolyut xarorati sovutgich xaroratidan to'rt marta katta bo'lsa, gaz qanday A ishni bajaradi?

57. Karno siklini bajarayotgan gaz isitgichdan olgan issiqlikning $2/3$ qismini sovutgichga beradi. Agar isitgichning xarorati $T=425\text{ K}$ bo'lsa, sovutgich xarorati T aniqlansin.

58. Aylanma jarayon natijasida gaz $A=1\text{ J}$ ga teng ish bajaradi va sovutgichga $Q_2=4,2\text{ kJ}$ issiqlik uzatdi. Siklning termik FIK aniqlansin.

59. Gaz Karno siklini bajarmoqda. Isitgich va sovutgich xaroratlari mos ravishda $t=200^\circ\text{C}$ va $t=11^\circ\text{C}$ ga teng. Siklning FIK ni ikki marta oshirish uchun isitgichning xaroratini qanchaga ko'tarish kerak?

60. $\nu=1$ mol miqdordagi ideal ikki atomli gaz $P_1=250\text{ kPa}$ bosim ostida $V=10\text{ l}$

hajimni egallaydi. Avval gaz izotermik ravishda $T=400\text{ K}$ xaroratgacha isitiladi.

So'ngra izotermik kengaytirib, bosimini boshlang'ich bosimgacha olib boriladi. Undan keyin izobarik siqish yo'li bilan gaz boshlang'ich holatga qaytariladi. Siklning FIK aniqlansin.

61. Ideal ikki atomli gaz ikki izoxora va ikki izobaralardan tashkil topgan siklni bajaradi. Eng kichik hajm $V_{\min}=10\text{ l}$, eng kattasi $V_{\max}=20\text{ l}$, eng kichik bosim $P_{\min}=246\text{ kPa}$, eng kattasi $P_{\max}=410\text{ kPa}$. Siklining chizmasini tasvirlang va FIK ni aniqlang.

62. Ideal gaz ma'lum $\gamma=C_p/C_v$ ga ega bo'lgan ikki izoterma va ikki izoxoralardan iborat bo'lgan aylanma siklni bajardi. Izotermik jarayonlar T_1 va T_2 ($T_1>T_2$) xaroratlarda, izoxorik jarayonlar esa V_1 va V_2 ($V_2>V_1$ dan e marta katta) hajmlarda o'tadi. Siklning FIK aniqlansin.

63. Issiqlik dvigatelining sikli izotermik, izobarik va adiabatik jarayonlardan

tashkil topgan. Ichki modda ideal gaz izobarik jarayonda $T=200\text{ K}$ xaroratdan $T=500\text{ K}$ gacha qiziydi. Dvigatel FIK aniqlansin.

64. 1 mol miqdordagi kislorod $t=27^\circ\text{C}$ dan $t=327^\circ\text{C}$ gacha bo'lgan xarorat oralig'ida Karno siklini bajardi. Malumki, sikl davomidagi maksimal bosim $P_{\max}$ ning minimal bosim $P_{\min}$ ga nisbati 20 ga teng, siklning FIK va sikl davomida isitgichdan olgan Q_1 issiqlik miqdori hisoblansin.

65.Issiqlik mashinasining sikli adiabetic kengayishdan, izobara va izoxoralardan tashkil topgan. Agar hajmi $V_1=2$ l dan $V_2=5$ l gacha oraliqda o'zgarayotgan ishchi modda geliy gazi bo'lsa, siklning chizmasini tasvirlang va FIK aniqlansin.

66.Issiqlik mashinasining sikli adiabetic kengayishdan, izobara va izohoralardan tashkil topgan. Agar hajmi $V_1=2$ l dan $V_2=5$ l gacha oraliqda o'zgarayotgan ishchi modda azot gazi bo'lsa, siklning chizmasi tasvirlansin va FIK aniqlansin. Sikl davomidagi gazning maksimal bosimi $P=500$ kPa.

67.Issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlayapti. Hajm va bosimning minimal qiymatlari $V_{\min}=1$ l va $P_{\min}=100$ kPa, maksimal qiymatlari esa $V_{\max}=15$ l gacha $P_{\max}=2$ MPa. Siklning FIK aniqlansin.

68.Karno sikli bo'yicha va ishchi modda sifatida $m=2$ g vodorod ishlayotgan issiqlik mashinasi $\eta=50\%$ FIK ga ega. Sikl davomidagi maksimal bosim $P_{\max}=2$ MPa, minimal hajm $V_{\min}=2$ l ga teng. Isitgichning va sovutgich xaroratlari aniqlansin.

69. Issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlaydi va ishchi modda sifatida azotdan foydalanadi. Gazning hajmi va bosimi izotermik kengayish oxirida $V_2=0,5$ l va $P_2=200$ kPa gat eng. Adiabatik kengayishda gazning bajaragan ishi $A=100$ J. Siklning FIK topilsin.

70.Issiqlik mashinasining sikli ikki izobara va ikki adiabatlardan iborat. Maksimal bosimning minimal bosimga nisbati sikl mobaynida 5 ga teng. Ishchi modda sifatida ikki atomli ideal gaz ishlamoqda. Siklning FIK aniqlansin.

71.Issiqlik mashinasining sikli ikki izobara va ikki adiabatlardan iborat. Ishchi modda azot. Azotning hajmi sikl davomida ikki marta o'zgaradi. Siklning FIK aniqlansin.

72. Sikl ikki izoxora va ikki izotermalardan iborat. Ishchi modda sifatida ikki atomli ideal gaz olingan. Izotermalarga $T_1=300$ K va $T_2=460$ K xaroratlari mos keladi. Maksimal va minimal nisbati sikl mobaynida $V_{\max}/V_{\min}=2$ ga teng. Siklning FIK aniqlansin.

73.Issiqlik mashinasining sikli siqilish izotermadan, adiabata va izoxoralardan iborat. Ishchi modda sifatida ishlatilgan ikki atomli gazning hajmi sikl davomida $V_1=2$ l va $V_2=2$ l oralig'ida o'zgaradi. Siklning FIK aniqlansin.

74. Ikki atomli ideal gaz bajarayotgan sikl quyida keltirilgan jarayonlar ketma-ketligidan iborat.

- 1) adiabetic siqilish-hajmi 4 marta kamayadi.
- 2) izobarik ravishda hajimning 2 marta ortishi.

- 3)adiabatic ravishda hajimning boshlang'ich qiymatigacha kengayishi.
4)izoxorik ravishda bosimning boshlang'ich qiymatigacha kamayishi.
Siklning FIK aniqlansin.

75. $V_1=2$ l hajmga ega bo'lgan karbonat angidrid (CO_2) $V_2=5$ l hajmgacha kengayadi, so'ngra boshlang'ich hajmgacha izotermik ravishda siqiladi va izoxorik ravishda bosimi boshlang'ich qiymatigacha orttiriladi. Siklning FIK aniqlansin.

76. $P=300$ kPa bosim ostida $V_1=1,8$ l hajmga ega bo'lgan kislorod $V_2=0,5$ l hajmgacha adiabatic ravishda siqiladi, undan keyin boshlang'ich hajmgacha kengaytiriladi va bosimi izoxorik ravishda boshlang'ich qiymatlarigacha o'zgartiriladi. Siklning FIK aniqlansin.

77. $P_1=100$ kPa bosim ostida $V_1=10$ l hajmga ega bo'lgan azot:

- $V_2=0,5$ l hajmgacha izotermik ravishda siqiladi
- boshlang'ich hajmgacha izobarik ravishda kengayadi va
- izoxorik ravishda bosim boshlang'ich qiymatigacha kamayadi.

Siklning FIK aniqlansin.

78. Ideal gaz (ma'lum γ ga ega bo'lgan) ikki izoterma va ikki izobaralardan tashkil topgan aylanma jarayonni bajardi. Izotermik jarayonlar T_1 va T_2 ($T_1>T_2$) haroratlarda o'tadi, izobarik jarayonlar esa P_1 va P_2 ($P_2>P_1$ dan e marta katta) bosimlardan o'tadi. Siklning FIK topilsin.

79. Ideal issiqlik mashinasi boshlang'ich $P_1=700$ kPa bosim va $t_1=127^\circ\text{C}$ haroratga ega bo'lgan isitilgan havo bilan Karno sikli bo'yicha ishlayapti. Havoning boshlang'ich hajmi $V_1=2$ l. Izotermik kengayishdan keyin havo $V_2=5$ l hajmni egallaydi, adiabatic kengayishdan keyin esa hajm $V_3=8$ l ga teng bo'ladi. Siklning har qaysi bo'laklaridagi ish va siklning FIK topilsin.

80. Karnoning teskari sikli bo'yicha ishlaydigan ideal mashina issiqlikning harorati $T_1=273$ K ga teng bo'lgan suvdan harorati $T_2=373$ K ga teng bo'lgan suvli qaynatgich uzatib beradi. Massasi $m_2=1$ kg muz paydo bo'lishda qancha suv bug'ga aylanadi. Muzning solishtirma erish issiqligi $\lambda=333$ kJ/kg, suvning solishtirma bug'lanish issiqligi $r=2,25$ MJ/kg.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari va topshiriqlar

1. Molekulalarning effektiv diametri nima? Vaqt birligi ichida molekulalarning erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi va o'rtacha to'qnashuvlar soni.

2.Ko'chish hodisalarini tariflab bering. Ko'chishning qaysi turlarini bilasiz ?

Ular molekulyar-kinetik asoslari nuqtai nazaridan qanday tushuntiriladi ? Nyuton, Fure va Fik qonunlarini yozing.

3.Issiqlik o'tkazuvchanlik,yopishqoqlik (qovushqoqlik) va diffuziya ko'rsatkichlari nimalarni ko'rsatadi ? Ular qanday birliklarda o'lchanadi ? Ular erkin yugurish yo'lining uzunligi va molekulaning tezligi bilan qanday bog'langan?

4.Aylanma jarayonlar (sikllar) qanday (PV)- holatlar diagrammasida tasvirlanadi? Issiqlik mashinalarida aylanma jarayonlar qaysi yo'nalishda o'tadi? Sovutgich mashinasi-chi?

5.Gazning bir sikl davomida bajargan ishini qanday aniqlaymiz? Aylanma jarayon natijasida ichki energiyaning to'liq o'zgarishi nimaga teng?

6.Karno sikli qanday jarayonlardan tashkil topgan? Uni PV-diagrammada tasvirlang.Qaysi jarayonlarda gaz issiqlikni oladi va beradi? Issiqlik mashinasining foydali ish ko'rsatkichi (FIK) nima? Karno siklining FIK qanday aniqlanadi?

7. Termodinamikaning ikkinchi qonuni mohiyati nimada?

8.Termodinamik tizimning entropiyasi nimani ko'rsatadi? U termodinamik ehtimollik bilan qanday bog'langan?

9.Termodinamik jarayonlarda tizimning entropiyasi nimaga teng bo'lishi mumkin?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1.G.Ya.Myakishev,B.B.Buxovsev,Yu.L.Klimontovich.Fizika10.T.,” O'qituvchi”

2. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. 1 tom.M., “Nauka”, 1973

3. B.M.Mirzaxmedov va boshqalar. Fizika o'qitish metodikasi kursidan o'quv eksperimenti. - T., “O'qituvchi”, 1989.

4. Svitkov L.P. Termodinamika va molekulyar fizika. M., “Prosveshenie”, 1986

5. M.Ismoilov, M.Yunusov. Elementar fizika kursi -T., ”O'qituvchi”, 1990.

8-MAVZU. JISMLARNING ELEKTRLANISHI

Jismlarning zaryadlanishini birinchi Fales Meletskiy aniqlagan. Jismlarni bir-biriga ishqalaganda yengil jismlarni tortish hodisasiga **elektrlanish** deyiladi.

Elektron $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl, $m_e = 9,4 \cdot 10^{-31}$ kg.

Proton $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg

Neytron $q_0 = 0$ $m_n = 1838 m_e$.

Har qanday jismdagi umumiy q zaryad elementar e zaryadlarning algebraik yig'indisidan iborat bo'lganligi uchun zaryadning soni butun va e ga nisbatan karralidir. **$q = Ne$**

Kulon qonuni

Vakumdagi ikki nuqtaviy elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchi zaryadlar ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{Kl^2} - \text{proporsionallik koeffisienti. } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.$$

1. Kulon deb 1 A tok o'tib turgan o'tkazgichning ko'ndalang kesimining 1 s ichida o'gan zaryad miqdoriga aytiladi.

$$q = It = [A \cdot s] = [Kl].$$

Bir qo'zg'almas elektr zaryadning ta'sirini boshqa qo'zg'almas zaryadga Kulon qonuniga asosan uzatuvchi maydon elektrostatik yoki **elektr maydon** deb ataladi.

Elektr maydoniga kiritilgan birlik musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuchga miqdor jihatdan teng bo'lgan kattalikga elektr maydon **kuchlanganligi** deyiladi.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{U}{d} = \frac{J\rho}{S} = k \frac{q}{r^2} = \left[\frac{N}{Kl} \right] = \left[\frac{V}{m} \right]$$

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos \alpha}, \quad E = E_1 \pm E_2 = k \left(\frac{q_1}{r_1^2} + \frac{q_2}{r_2^2} \right).$$

$$\text{Zaryadning sirt zichligi: } \sigma = \frac{q}{S} = \left[\frac{Kl}{m} \right]$$

Cheksiz katta zaryadlangan tekislik hosil qilgan kuchlanganligi.

$$E = \frac{\sigma}{2E_0}, \quad E = \frac{\sigma}{2EE_0}; \quad E = E_1 - E_2 = \frac{\sigma_1}{2E_0} + \frac{\sigma_2}{2E_0} = \frac{\sigma}{E_0}, \quad E = \frac{\sigma}{E_0E}, \quad E = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2E_0E}$$

dagi natijaviy kuchlanganlik nolga teng. $E=0$. Tekis zaryadlangan tekis silindrik sirt hosil qilingan maydon kuchlanganligi. $E = \frac{R\sigma}{E_0r} = 2k \frac{\tau}{r} = k \frac{2q}{er}$.

Elektr maydon kuchlanganligining oqimi. $d\Phi = E_n dS = E \cos \alpha dS$

Perpendikulyar joylashgan tekislikdagi kuchlanganlik.

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

Cheksiz uzun va tekis zaryadlangan ip silindrdan r uzoqlikda yotgan nuqtaning elektr maydon kuchlanganligi.

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 E r} = k \frac{2\tau}{E r}$$

$$\tau = \frac{dq}{qE}.$$

Elektr maydonining potentsiali

Ikki nuqtaviy zaryadning o'zaro potentsial energiyasining zaryadlar ko'paytmasiga to'g'ri orasidagi masofaga esa teskari proporsional.

$$W_p = k \frac{qq_0}{r}.$$

Elektr maydoniga kiritilgan q zaryadga F kuch ta'sir etib, uni ko'chiradi va A ish bajaradi. $A=FS=qES$. S-ko'chish elektr maydoninig ma'lum nuqtasiga kiritilganq zaryad W potentsial energiyaga ega bo'ladi. $W=-A$

Elektrostatik maydonda bajarilgan ish zaryadni ko'chirishda traektoriyaning shakliga bog'liq emas.

$$\Delta A = F \Delta l \cos \alpha = q_0 W \Delta r = k \frac{qq_0}{r^2} \Delta r = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} \Delta r.$$

Maydonning biror nuqtasiga kiritilgan birlik musbat zaryad ega bo'lgan potentsial energiya bilan o'lchanadigan skalyar kattalikka,

maydonning shu nuqtadagi potentsiali deyiladi. $\varphi = \frac{W}{q_0},$

$$A_{1,2} = W_1 - W_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Elektr maydoning ikki nuqtasidagi potentsiallar ayiormasi deb, bir birlik musbat zaryadni maydoning bir nuqtasidan ikkiknchi nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ishga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$\Delta \varphi = \frac{A_{1,2}}{q}.$$

Nuqtaviy zaryadning potentsiali $\varphi = k \frac{q}{\epsilon r}.$

Ekvipotensial sirtlar deb potentsiallari bir xil bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi. Maydon kuchlanganlik chiziqlari ekvipotensial sirtga perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi. Ekvipotensial sirtlarda bajarilgan ish nolga teng bo'ladi.

$$A_{1,2} = W_1 - W_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2) = 0 \quad \varphi_1 = \varphi_2$$

Zaryadlangan shar hosil qilgan maydon potentsiali.

- 1) shar ichidagi istalgan nuqtada $\varphi = k \frac{q}{r} = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$ r-shar radiusi.
- 2) shar sirtidan naridagi nuqtalardagi $\varphi = k \frac{q}{r} = \frac{q}{(r+d)} = \frac{q}{4\epsilon\epsilon_0 r(r+d)}$
- 3) sharsimon tomchilarni qo'shilishida hosil bo'lgan tomchining poensiali $\varphi = \varphi_0 \sqrt[3]{N^2}$.

MASALALAR YECHISH UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Ma'lumki, qo'zg'almas elektr zaryadlarning o'zaro ta'siri- statistik masala bo'lib, tizimning elektr va mexanik kuchlari quyidagi shartga

$$\text{bo'ysunishi kerak } \sum \vec{F}_i = 0.$$

Nuqtaviy zaryad uchun Kulon kuchi $\vec{F}_i = Q_i \vec{E}$. Bu yerda $\vec{E}$ -maydon kuchlanganligi, Q_i - maydonga kiritilgan zaryad. Sirt bo'ylab tekis taqsimlangan zaryadlar hosil qilgan maydon kuchlanganligi va potentsiali Ostragradskiy-Gauss teoremasi yordamida topiladi. Agar maydonni bir nechta zaryadlar hosil qilsa, natijaviy kuchlanganlik maydon superpozitsiya prinsipiga binoan har bir zaryadning hosil qilgan maydon kuchlanganliklarining vektor yig'indisi bilan aniqlanadi.

Elektr maydon potentsiali – energetik tavsif bo'lib, skalyar kattalikdir. Natijaviy maydon potentsiali har qaysi zaryad yaratgan maydon potentsiallarining algebraik yig'indisiga teng $\varphi = \sum \varphi_i$. Potensiallar farqini aniqlashda maydon potentsiali va kuchlanganligi orasidagi o'zaro bog'lanishdan foydalaniladi: $\Delta\varphi = E\Delta l$. Lekin bir jinsli bo'lmagan maydon uchun, bu ifodani qo'llab bo'lmaydi. Bunday hol uchun quyidagi formuladan foydalaniladi

$$\Delta\varphi = \int_1^2 E dl = U.$$

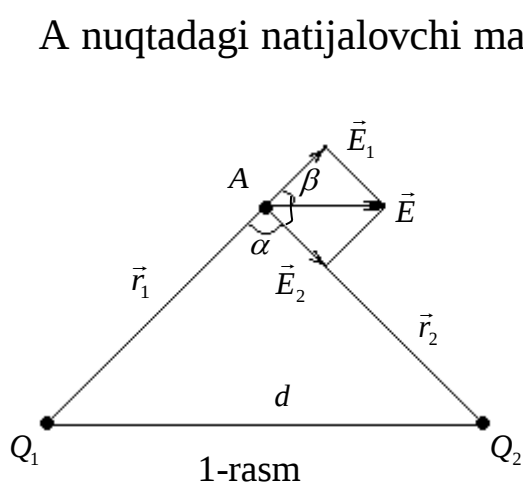
Elektrostatik maydon doimiysi $\epsilon_0 = 0,885 \cdot 10^{-11} F/m$.

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{m}{F}.$$

Masalalar yechish namunalari

1-masala. Ikkita nuqtaviy zaryad $Q_1=10^{-9}$ Kl va $Q_2=2 \cdot 10^{-9}$ Kl havoda bir-biridan $d=10$ sm masofada joylashtirilgan. Zaryadlardan $r_1=9$ sm va $r_2=7$ sm masofadagi A nuqtada maydon kuchlanganligi va potentsiali aniqlansin.

Yechish.



A nuqtadagi natijalovchi maydon kuchlanganligi vektori $\vec{E}$ Q_1 va Q_2 zaryadlar hosil qilgan elektr maydon kuchlanganliklarining superpozitsiyasi bilan topiladi: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$, bu yerda, $\vec{E}_1$ va $\vec{E}_2$ lar mos ravishda Q_1 va Q_2 zaryadlar yaratgan maydon kuchlanganliklari. 1-rasmda $\vec{E}_1$ -vektor Q_1 - dan chiqadi, chunki bu zaryad musbat. $\vec{E}_2$ -vektor Q_2 tomonga

yoʻnalgan, chunki Q_2 manfiy zaryad. Natijalovchi $\vec{E}$ vektorning yoʻnalishi va qiymati parallelogramning diagonali mos keladi.

$\vec{E}$ vektorning absolyut qiymati quyidagicha topiladi:

$$\vec{E} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \beta}, \quad (1)$$

$\beta = \pi - \alpha$ boʻlgani uchun

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}. \quad (2)$$

Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$.

Kosinuslar teoremasidan $\cos \alpha = \frac{r_1^2 + r_2^2 - d^2}{2r_1r_2}$. Berilganlarni SI

birliklar sistemasida formulaga qoʻyib hisoblaymiz

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-9}}{(0.09)^2} = 1.11 \cdot 10^3 \frac{V}{m}, \quad E_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9}}{(0.07)^2} = 3.68 \cdot 10^3 \frac{V}{m},$$

$$\cos \alpha = \frac{(0.09)^2 + (0.07)^2 - (0.1)^2}{2 \cdot 0.09 \cdot 0.07} = 0.238,$$

$$E = \sqrt{(1.11 \cdot 10^3)^2 + (3.66 \cdot 10^3)^2 + 2 \cdot 1.11 \cdot 10^3 \cdot 3.68 \cdot 10^3 \cdot 0.238} = 3.58 \cdot 10^3 \frac{V}{m}$$

Natijalovchi maydonning potentsiali (φ) zaryadlar (Q_1 va Q_2) hosil qilgan maydon potentsiallarining algebraik yig'indisiga teng

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 \quad (5)$$

Q_1 -musbat zaryad bo'lgani uchun, uning maydonining potentsiali musbatdir, Q_2 - manfiy zaryad, shu sababli uning maydonining potentsiali manfiydir.

Nuqtaviy zaryadni maydon potentsiali quyidagi formuladan topiladi

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} = k \frac{Q}{r}.$$

Berilganlarni o'rniga qo'yib quyidagini hosil qilamiz

$$\varphi_1 = 100V, \quad \varphi_2 = -257V, \quad \varphi = 100 + (-257) = -157V.$$

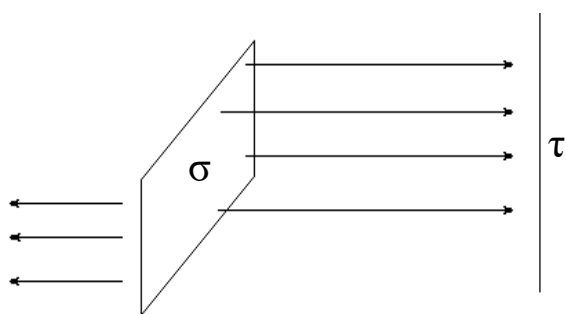
2-masala. Zaryadining sirt zichligi $\sigma = 4 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{Kl}{m^2}$ bo'lgan cheksiz tekislik hosil qilgan elektr maydon ichiga joylashtirilgan (chiziqli zaryad zichligi $\tau = 10^{-7} \cdot \frac{Kl}{m}$) cheksiz uzun ipning har bir uzunlik birligiga ta'sir etuvchi kuch topilsin (2-rasm).

Yechish:

Ta'sir etuvchi kuch

$$F = QE. \quad (1)$$

E -zaryadlangan tekislikning bir jinsli elektr maydon kuchlanganligi



2-rasm

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}, \quad (2)$$

bunda: σ - tekislikning sirt zaryad zichligi, ϵ_0 - elektr doimiysi.

Maydon ichiga joylashtirilgan ipning zaryadi:

$$Q = \tau \cdot l, \quad (3)$$

τ - bir tekis zaryadlangan ipning

chiziqli zaryad zichligi.

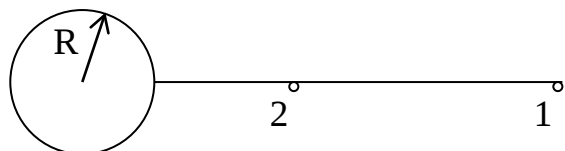
(2) va (3) formulalarni (1) ga qo'yamiz:

$$F = \frac{\tau \cdot l \cdot \sigma}{2\epsilon_0}. \quad (4)$$

Ipning uzunlik birligiga ta'sir etuvchi kuchni topish uchun F ni l ga bo'lamiz

$$\frac{F}{l} = \frac{\tau\sigma}{2\varepsilon_0}; \quad \frac{F}{l} = \frac{10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}} = 2.25 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{N}{m}.$$

3-masala. Radiusi $R=0.1$ m bo'lgan zaryadlangan sferani sirtidan $l_1=0.5$ m masofada zaryad miqdori $Q=10^{-8}$ Kl bo'lgan nuqtaviy zaryad joylashtirilgan (3-rasm). Nuqtaviy zaryadni zaryadlangan sfera tomon $l_2=0.2$ m masofagacha yaqinlashtirish uchun qanday ish bajarish kerak? Sfera $\varphi=25$ kV gacha zaryadlangan.



3 -rasm

Yechish: Elektr maydonida zaryadni siljitish uchun bajarilgan ish:

$$A = Q(\varphi_1 - \varphi_2). \quad (1)$$

Sferaning hosil qilgan maydoni $r \gg R$ bo'lganda ham zaryadni markazga joylashtirgandagi kabi bo'ladi. 1 va 2 nuqtalarning potentsiallari

$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_1}, \quad (2)$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_2}. \quad (3)$$

$r_1 = R + l_1$ va $r_2 = R + l_2$ lar mos ravishda 1 va 2 nuqtalardan sferaning markazigacha bo'lgan masofalar. Sferaning zaryadi (Q) ni $\varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

dan topamiz: $Q = 4\pi\varepsilon_0 R\varphi$ (4)

$\varepsilon=1$ deb olib, (4) ni (2) va (3) ga qo'yamiz

$$\varphi_1 = \frac{4\pi\varepsilon_0 R\varphi}{4\pi\varepsilon_0 (R + l_1)} = \frac{R\varphi}{R + l_1}, \quad \varphi_2 = \frac{R\varphi}{R + l_2}.$$

φ_1, φ_2 ning qiymatlarini (1) ga qo'yamiz

$$A_{1,2} = Q_0 \left(\frac{R\varphi}{R + l_1} - \frac{R\varphi}{R + l_2} \right) = Q_0 R\varphi \frac{l_2 - l_1}{(R + l_1)(R + l_2)},$$

$$A_{1,2} = 10^{-8} \cdot 0.1 \cdot 25 \cdot 10^3 \frac{0.3}{0.6 \cdot 0.9} = 8.2 \cdot 10^{-5} J.$$

$$[A] = Kl \cdot m \cdot V \cdot \frac{m}{m^2} = Kl \cdot V = J.$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Elektron R radiusli orbita bo'ylab yadro atrofida aylanmoqda. Yadro zaryadi Z_e . Elektronning tezligi va aylanish davri topilsin.

2. Vakuumda bir-biridan $r=1\text{ sm}$ masofada joylashgan va $q_1 = q_2 = 1\text{ Kl}$ bo'lgan nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi aniqlansin.

3. Massalari $m_1 = m_2 = 1\text{ g}$ bo'lgan sharlarning o'zaro bir-birini itarish kuchi bilan gravitatsion tortishuv kuchi bir-biriga teng bo'lishi uchun sharlarga qanday zaryad berish kerak?

4. Ikkita bir xil kattalikdagi suv tomchilarining har biriga bittadan ortiqcha elektron joylashgan. Elektrostatik itarish kuchi gravitatsion kuchga teng bo'lishi uchun tomchilarning radiusi r qancha bo'lishi kerak?

5. Qo'zg'almay turgan natriy Na yadrosi α -zarracha bilan bombardimon qilishda o'zaro itarish kuchi $F=140\text{ N}$ ga teng bo'lsa, α -zarrachasi natriy yadrosiga qanday r masofagacha yaqinlashishi mumkin?

6. Radiusi $R=2\text{ sm}$, zaryadining sirt zichligi $\sigma = 2 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\text{Kl}}{\text{sm}^2}$ bo'lgan zaryadlangan sharni uning sirtidan $r=2\text{ sm}$ masofada joylashtirilgan nuqtaviy zaryad ($Q = 6.7 \cdot 10^{-9}\text{ Kl}$) ga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

7. O'zaro tortishuv kuchi ta'sirida manfiy zaryadlangan kichik sharcha nuqtaviy musbat zaryad $Q = 1.1 \cdot 10^{-9}\text{ Kl}$ atrofida tekis aylanmoqda. Manfiy zaryadlangan sharchaning aylanish radiusi $r=1.5\text{ sm}$, aylanish tezligi $\vartheta = 20\text{ sm/s}$. Sharcha zaryadini uning massasiga nisbati aniqlansin.

8. Agar vodorod atomining diametri $D = 2 \cdot 10^{-8}\text{ sm}$ deb olinsa, uning elektronini yadro qanday kuch bilan tortadi?

9. Ikkita protonni elektrostatik itarish kuchini gravitatsion tortishish kuchiga nisbati topilsin. Shunday hisoblarni ikkita elektron uchun ham bajaring.

10. Metall sharga $Q = 3.3 \cdot 10^{-9}\text{ Kl}$ zaryad berilgan. Shunchalik zaryadga ega bo'lishi uchun shardan qancha elektron olish kerak?

11. Bir elektron $r=1\text{ sm}$ masofada turgan ikkinchi elektronga bera oladigan tezlanish a hisoblansin.

12. Vakuumda bir-biridan $r=6\text{ sm}$ masofada va o'zaro $F=0.1\text{ N}$ kuch bilan ta'sir etayotgan nuqtaviy zaryadlarning zaryad miqdori topilsin.

Ikkita zaryad havoda $r=5\text{ sm}$ masofada $D=120\text{ mK}$ kuch bilan o'zaro ta'sir ko'rsatad. Agar ularni suyuqlik ichida $r_1=10\text{ sm}$ ga joylashtirilsa, ta'sir kuchi $F=15\text{ mK}$ bo'ladi. Suyuqli dielektrik singdruvchangligi topilsin.

13. Dielektrik singdruvchangligi $\varepsilon=3$ ga teng bo'lgan yog' ichida joylashtirilgan zaryadlar orasidagi masofa r topilsin, agarda vakuumda $r_1=30$ sm masofada joylashtirilgan zaryadlar orasidagi ta'sir kuchi yog' ichidagi bilan teng bo'lsa.

14. Elektronidan tashkil topgan va umumiy massasi $m=1$ g ga teng bo'lgan ikkita zaryad $r=10^{-11}$ m masofada joylashgan. Ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchi aniqlansin.

15. Ikkita nuqtaviy Q_1 va Q_2 zaryadlar r masofada joylashtirilgan. Agar ular orasidagi masofa $\Delta r=50$ sm ga kamaytirilsa, ularning o'zaro ta'sir kuchi 2 marta ortadi. r masofani aniqlansin.

16. Metall sharchaga $N=5 \cdot 10^5$ ta ortiqcha elektron berilgan. Bu sharchadan $r=1$

m masofada joylashtirilgan boshqa sharchada $Q=13.2 \cdot 10^{-14}$ Kl zaryad bo'lsa, ularning o'zaro ta'sir kuchi qanday? Agar sharchalarni bir-biriga tekizilsa, birinchi sharchada nechta ortiqcha elektron qoladi?

17. Vakuumda bir-biridan $r=30$ sm masofada joylashtirilgan zaryadlarni biri ikkinchisidan 3 marta ortiq bo'lib, o'zaro 30 N kuch bilan ta'sir etadi. Zaryadlar miqdori topilsin.

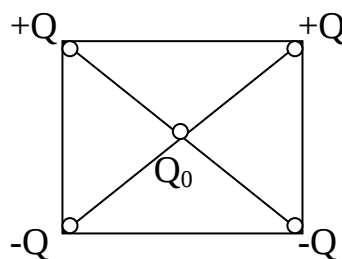
18. Ikkita nuqtaviy zaryadlarni zaryad miqdori 4 marta va oraliq masofasi 2 marta kamaytirilsa, ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchi qanchaga o'zgaradi? Zaryadlardan birining miqdori 4 marta ortirilsa-chi?

19. Zaryadlardan biri 4 marta ortsa, zaryadlarni o'zaro ta'sir kuchi o'zgarish qolishi uchun ular orasidagi masofani necha marta oshirish kerak?

20. Ikkita manfiy $Q_1=-1.8 \cdot 10^{-7}$ Kl va $Q_2=-0.72 \cdot 10^{-6}$ Kl zaryadlarning orasidagi masofa $r=3$ sm. Ulardan ma'lum uzoqlikda Q_3 zaryad joylashtirilsa, zaryadlar muvozanatlashadi. Uchinchi zaryad va uning joylashga masofasi aniqlansin.

21. Kvadratning uchlariga 4 ta $Q=10^{-8}$ Kl zaryad joylashtirilgan. Zaryadlar tizimi muvozanatda saqlanishi uchun kvadratning markaziga qanday nuqtaviy zaryad joylashtirish kerak?

22. Tomonlari $d=10$ sm bo'lgan kvadratning uchlariga 4 ta absolyut qiymatlari bir xil bo'lgan $Q=4 \cdot 10^{-8}$ Kl zaryad joylashtirilgan bo'lib, ularning ikkitasi musbat, ikkitasi esa manfiy, lekin bir jinsli zaryadlar yonma-yon joylashgan. Kvadratning markazida joylashgan nuqtaviy



$Q_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ Kl musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

23.4 ta bir xil qiymatli $Q=4$ nKl zaryad, tomonlari $d=10$ sm bo'lgan kvadratning uchlariga joylashtirilgan. Shu zaryadlarning biriga qolgan 3 ta zaryadlarni ta'sir etuvchi kuchi topilsin.

24. Massalari $m_1=m_2=m_3=5$ g bo'lgan shar bitta ilgakka uzunliklari $l=1$ m bo'lgan iplar bilan osilgan. Hamma sharga bir xil miqdorda Q zaryad berilgan, iplar orasidagi burchaklar $\alpha=40^\circ$ bo'ldi. Sharlarga berilgan zaryad miqdori Q topilsin.

25. Kvadrat markazida $Q=250$ nKl zaryad joylashtirilgan. Kvadratning uchlariga qo'yilgan qanday bir xil zaryadlar tizimi muvozanatda bo'la oladi?

26. Ikkita zaryadlangan bir xil kattalikdagi metall sharlar bir-biridan $r=60$ sm masofada turibdi. Ular orasidagi itarishish kuchi $F=70$ mkN. Sharlarni bir biriga tegizib, qaytadan o'z o'rniga qo'yilganda ular orasidagi itarishish kuchi $F=160$ mkN ga yetgan. Sharlarning diametri D ular orasidagi masofa r dan juda kichik deb hisoblanib, sharlarni to'qnashgunga qadar bo'lgan zaryadi q_1 va q_2 lar topilsin.

27. Massalari $m_1=m_2=0.1$ g bo'lgan ikkita shar uzunligi $l=0.2$ m iplar bilan bitta nuqtaga osilgan. Sharlardan birini chetga tortib, unga zaryad berildi. Sharlar to'qnashgandan so'ng ular bir-biridan qochib, iplar orasida $\alpha=60^\circ$ burchak hosil bo'lgan. Sharga berilgan Q zaryad topilsin.

28. Massasi 4 g va zaryadi $Q_1=278$ nKl bo'lgan shar havoda ipak ipga osilgan. Agar Q_1 ga teskari ishorali Q_2 zaryadini yaqinlashtirsak, ip vertikal holatdan $\alpha=45^\circ$ burchakka og'adi va Q_1 , Q_2 lar orasidagi masofa $R=6$ sm ga teng bo'ladi. Q_2 -zaryadi topilsin.

29. Ikkita bir xil shar bir xil uzunlikdagi iplarga osilgan. Ularga zaryad berilsa iplar orasidagi burchak $\alpha_1=90^\circ$ bo'lgan. Lekin biroz vaqtdan so'ng iplar orasidagi burchak $\alpha_2=60^\circ$ ga teng bolib qolgan. Sharlarga berilgan boshlang'ich zaryad miqdorini qanday qismi sharda qolgan?

30. Berilgan zaryadlar $q_1=q$ va $q_2=-2q$ bir-biridan l masofada joylashgan. l masofani teng o'rtasida $q_3=3q$ zaryad joylashtirilgan. Agar $q=2 \cdot 10^{-8}$ Kl, $l=20$ sm bo'lsa, q_1 va q_2 zaryadlarning q_3 zaryadga teng ta'sir etuvchi kuchi aniqlansin.

31. Ikkita bir xil uzunlikdagi iplarga osilgan va zaryadlari teng sharchalar zichligi $\rho=800$ kg/m³ bo'lgan suyuq dielektrikka tushirilgan. Sharchalar osilgan iplarning bir-biridan og'ish burchaklari havoda va

suyuqlikda teng bo'lishi uchun sharchalarning zichliklari qanday bo'lishi kerak? Muhitning dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon=2.2$.

32. Radiuslari $r_1=r_2$ va massalari $m_1=m_2$ bo'lgan sharchalar shunday osib qo'yilganki, ularning sirlari bir-biriga tegib turibdi. Iplarning taranglik kuchlarini 0.098 N ga teng qilish uchun sharlarga qanday zaryad berish kerak? Ip osilgan nuqtadan sharchaning markazigacha bo'lgan masofa $l=10\text{ sm}$, sharcha massasi $m=5\cdot 10^{-3}\text{ kg}$.

33. O'tkazgichdan yasalgan ikkita sharchalarning zaryadlari $Q_1=2\cdot 10^{-9}$ va $Q_2=-10^{-9}\text{ Kl}$. Ular tortishish tufayli bir-birlari bilan to'qnashib, yana bir-biridan $r=4\text{ sm}$ masofaga uzoqlashgan. Sharchalarda qolgan zaryad miqdori va ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchi aniqlansin.

34. Massalari va o'lchamlari bir xil bo'lgan ikkita shar shunday osilganki, ularning sirlari tegib turibdi. Ularga $Q=5\cdot 10^{-8}\text{ Kl}$ zaryad berilgandan so'ng, ular bir-biridan qochib, iplar orasidagi burchak $2\alpha=60^\circ$ ga teng bo'ldi. Iplar osilgan nuqtadan sharlarning markazigacha bo'lgan masofa $l=20\text{ sm}$ bo'lsa, sharlarning massalari topilsin. Sharlarning diametri ($D\ll l$) iplarning uzunligiga nisbatan juda kichik.

35. Ikkita musbat zaryad q va $4q$ bir-biridan $r=60\text{ sm}$ masofada joylashgan. Ular orasidagi to'g'ri chiziqning qaysi nuqtasiga ishorasi va miqdori qanday bo'lgan uchinchi zaryad joylashtirilganda zaryadlar orasidsagi muvozanat saqlanadi.

36. Zaryadlari $Q_1=1\text{ mkKl}$ va $Q_2=2\text{ mkKl}$ bo'lgan zaryadlar orasidagi masofa $r=10\text{ sm}$. Birinchi zaryaddan $r_1=6\text{ sm}$, ikkinchi zaryaddan $r_2=8\text{ sm}$ masofada joylashtirilgan $Q_3=0.1\text{ mkKl}$ zaryadga Q_1 va Q_2 lar qanday kuch bilan ta'sir etadilar?

37. Zaryadlari $Q_1=Q_2$ bo'lgan sharlar uzunligi $l=10\text{ sm}$ iplar bilan bir nuqtada osilganda, iplar bir-biridan α burchakka og'gan. Sharlar zichligi $\rho=800\text{ kg/m}^3$ bo'lgan suyuqlikka tushirilganda α burchak o'zgarmagan. Sharlar yasalgan moddaning zichligi $\rho=1600\text{ kg/m}^3$. suyuqlikning dielektrik singdiruvchanligi ε topilsin.

38. Zaryadlari $Q_1=Q_2=Q_3=2\text{ nKl}$ ga teng nuqtaviy zaryadlar tomonlari $a=10\text{ sm}$ bo'lgan teng tomonli uchburchakning uchlariga joylashtirilgan. Shu zaryadlardan biriga qolgan ikkita zaryadlar ta'sir etuvchi kuchining kattaligi va yo'nalishi topilsin.

39. Teng tomonli uchburchakning uchlariga uchta nuqtaviy zaryadlar $Q_1=Q_2=Q_3=1\text{ nKl}$ joylashtirilgan. Zaryadlar tizimini muvozanatda saqlash uchun uchburchakning markaziga qanday Q_4 zaryad joylashtirish kerak?

40. Ingichka ipak ip $T=9.8 \cdot 10^{-3}$ N taranglik kuchiga chidaydi. Unga osilgan massasi $m=0.6$ g sharcha $Q_1=1$ nKl zaryadga ega. Uning tagidan osilish chizig'i yo'nalishi bo'yicha zaryad miqdori $Q_2= -1.3$ nKl bo'lgan sharchani birinchi sharchaga qanday r masofaga yaqinlashtirsak ip uziladi?

41. Miqdorlari teng $Q_1=Q_2=Q_3=7$ nKl zaryadlar teng tomonli uchburchakning uchlariga joylashtirilgan. Har bir zaryadga ta'sir etuvchi kuch $F=0.01$ N bo'lsa uchburchakning tomonlari a aniqlansin.

42. Absolyut qiymati $Q=7$ nKl nuqtaviy zaryad tomonlari $a=20$ sm bo'lgan kvadratni uchlariga joylashtirilgan. Ulardan ikkitasi musbat, ikkitasi manfiy ishorali. Kvadratning markaziga joylashtirilgan $Q=7$ nKl zaryadga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

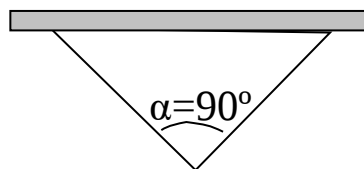
43. Ikki kichik sharchalar musbat zaryadlangan. Zaryadlarning umumiy miqdori $Q=5 \cdot 10^{-5}$ Kl. Ular orasidagi masofa $r=2$ m bo'lganda ularning o'zaro ta'sir kuchi $F=1$ N ga teng bo'lsa, zaryadlar sharchalarda qanday taqsimlanadi?

44. Massasi $m=9.8$ g bo'lgan sharchaga $Q=1$ mKl zaryad berildi. Shu sharchaning tagiga xuddi shunday massa va zaryadga ega bo'lgan ikkinchi sharcha yaqinlashtirilganda, ipga ta'sir etuvchi taranglik kuchi T to'rt marta kamaygan. Sharchalar bir-biriga qanchalik r masofaga yaqinlashtirilgan?

45. Massasi m va zaryadi Q bo'lgan sharcha uzunligi l ipga osilgan. U xuddi shunday boshqa qo'zg'almas sharcha atrofida aylanma harakat qilsa, aylanayotgan sharchaning ipi vertikaldan α -burchakka og'gan. Sharchaning burchakli tezligi va ipning taranglik kuchi topilsin.

46. Massasi $m=150$ mg bo'lgan sharcha dielektrikdan yasalgan ipga osilgan va $Q= -10^{-2}$ Kl zaryadga ega. Uning tagidan $r=32$ sm masofaga yaqinlashtirilgan sharchani zaryad miqdori va ishorasi qanday bo'lganda, ipning taranglik kuchi ikki marta ortadi.

47. Massasi $m=588$ mg bo'lgan zaryadlangan sharcha ipak iplarga osilgan (4-rasm), iplar sharcha osilgan nuqtada hosil qilayotgan burchak $\alpha=90^\circ$ ga teng. Shu sharchadan vertikal yo'nalish bo'yicha pastdan $r=4.2$ sm masofagacha massasi va zaryadi birinchi sharchanikidek bo'lgan ikkinchi sharchani yaqinlashtirsak iplarning taranglik kuchlari ikki marta ortgan, sharchalarning o'zaro ta'sir Kulon kuchini, zaryad miqdorini va ipning taranglik kuchini toping.



4 -rasm

48. I pga osilgan va $Q_1=7$ nKl zaryadga ega bo'lgan sharcha tagiga hajmi

$V=9$ mm³, zichligi $\rho=7.8 \cdot 10^3$ kg/m³ va zaryadi $Q_2=-2.1$ nKl ga teng bo'lgan po'lat zarrachani qanchalik masofada joylashtirsak, ular orasida muvozanat saqlanadi?

49. $r=2.4$ sm masofada joylashgan va zaryadlari $Q_1=25$ nKl va $Q_2=-25$ nKl bo'lgan zaryadlar ularning har biridan $r=15$ sm masofada joylashgan $Q_3=2$ nKl zaryadga qanday kuch bilan ta'sir etadilar?

50. Cheksiz yupqa devorli silindrda zaryad sirt zichligi $\sigma=10^{-4}$ Kl/m² bilan tekis taqsimlangan, silindrni diametri $d=10$ sm. Silindr sirtidan 5 sm masofada joylashgan nuqtada elektr maydon kuchlanganligi E aniqlansin.

51. Sirt zichligi $\sigma=10^{-6}$ Kl/m² zaryad bilan tekis zaryadlangan va radiusi $R=1$ sm bo'lgan sferadan $r=9$ sm masofada joylashgan nuqtada maydon kuchlanganligi E va potentsiali φ topilsin.

52. Zaryadlangan juda uzun sim o'zidan $r=5$ sm masofada yaratgan maydon kuchlanganligi $E=1.2$ V/sm ga teng. Simning chiziqli zaryad zichligi τ topilsin.

53. Ikkita cheksiz o'lchamga ega bo'lgan va zaryadlarning sirt zichligi $\sigma=2$ mkKl/m² bo'lgan plastinkalarning bir-birini yuza birligiga to'g'ri keladigan itarish kuchi topilsin.

54. Bir xil ishorali zaryad bilan zaryadlangan va bir-biriga perpendikulyar ravishda joylashgan chegaralanmagan tekisliklarni elektr maydoni kuchlanganligi qanday bo'ladi? Tekisliklar zaryadining sirt zichligi $-\sigma$ va -2σ .

55. Zaryadlarning chiziqli zichliklari $\tau_1=0.1$ mkKl/m va $\tau_2=0.2$ mkKl/m ga teng bo'lib, o'zaro har bir metr ga mos kelgan $F=3.6$ mN kuch bilan ta'sirlashib turgan cheksiz uzun iplarning oraliq masofasi r qanchaga teng?

56. Har biri yuza birligiga mos keluvchi $F=2$ mkN kuch bilan o'zaro ta'sirlashib turgan va tekis zaryadlangan cheksiz katta, o'zaro parallel tekisliklarning zaryadlarini sirt zichligi topilsin.

57. Tekis zaryadlangan cheksiz katta tekislik zaryadining sirt zichligi $\sigma=9$ mkKl/m² tekislik tepasida zaryadi $Q=3.68 \cdot 10^{-7}$ Kl ga teng bo'lgan alyumin sharcha joylashgan. Sharcha tekislikka tushib ketmasligi uchun uning radiusi r qanday bo'lishi kerak? Alyuminning zichligi $\tau=2.7 \cdot 10^3$ kg/m³.

58. Zaryadning sirt zichligi $\sigma=4$ mkKl/m² bo'lgan tekislikka parallel ravishda, zaryadning chiziqli $\tau=100$ nKl/m bo'lgan cheksiz uzun ip

joylashgan. Tekislik tomonidan ipning uzunlik birligiga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

59. Zaryadlari $|Q|=90$ nKl va oralig'i (yelkasi) $l=1$ sm bo'lgan dipol kerosin ichida joylashgan. Dipol o'qining o'rtasida elektr maydon kuchlanganligi topilsin.

60. Uzunligi $l=150$ sm va $Q_1=2\cdot 10^{-7}$ Kl zaryad miqdori tekis taqsimlangan to'g'ri simdan $r=4$ mm masofada zaryadi $Q_2=-2\cdot 10^{-16}$ Kl bo'lgan zarracha joylashgan. Shu zarrachaga ta'sir etuvchi kuch F topilsin.

61. Radiusi $r=10^{-3}$ mm bo'lgan zaryadlangan yog' tomchisi maydon kuchlanganligi $E=7.85$ kV/m ga teng bo'lgan elektr maydonida muvozanatda turibdi. Yog'ning zichligi $\rho=900$ kg/m³. Yog' tomchisi zaryadi topilsin.

62. Bir-biridan $r=20$ mm masofada turgan va zaryadlarning zichligi $\tau=3\cdot 10^{-5}$ Kl/m bo'lgan cheksiz uzun parallel iplarning har bir uzunlik birligiga to'g'ri keladigan o'zaro ta'siri topilsin.

63. Zaryadlari miqdori $Q_1=8$ nKl va $Q_2=-5.3$ nKl bo'lgan ikkita zaryadlar bir-biridan $r=40$ sm masofada joylashgan. Zaryadlar orasidagi masofani teng o'rtasida elektr maydon kuchlanganligi E_1 topilsin. Agar ikkinchi zaryad Q_2 ning ishorasi musbat bo'lsa, elektr maydon kuchlanganligi E_2 topilsin.

64. Bir xil ishorali zaryad bilan zaryadlangan va yuza bo'ylab zaryad tekis taqsimlangan ikkita cheksiz parallel plastinkalarning sirt zaryad zichligi $\sigma_1=\sigma_2=1$ nKl/m² ga teng. Elektr maydon kuchlanganligi topilsin: 1) plastinkalar orasida; 2) plastinkalar tashqarisida.

65. Ikkita doira shaklida va yuzasi $S=100$ sm² bo'lgan plastinkalar bir-biriga parallel joylashgan. Plastinkalar birini zaryadi $Q_1=100$ nKl, ikkinchisidiki $Q_2=-100$ nKl. Ular orasidagi masofa $r=2$ sm. Plastinkalarning o'zaro tortishuv kuchi topilsin.

66. Nuqtaviy $Q=1$ mkKl zaryad cheksiz katta (zaryadi tekis taqsimlangan) plastinkaning markazidan ma'lum masofada joylashgan. Plastinka nuqtaviy zaryadga $F=60$ mN kuch bilan ta'sir etadi. Plastinkaning sirt zaryad zichligi topilsin.

67. Sirti tekis zaryadlangan metall plastinka zaryadining sirt zichligi $\sigma=10$ nKl/m². Plastinkaning unga yaqin joylashgan va zaryadi $Q=100$ nKl ga teng bo'lgan nuqtaviy zaryadga tasir etuvchi kuchi topilsin.

68. Yassi kondensatorning plastinkalari orasida nuqtaviy $Q=30$ nKl zaryad joylashgan. Unga kondensatorning elektr maydoni $F=10$ mN kuch

bilan ta'sir etadi. Kondensator plastinkalarining o'zaro tortishuv kuchi F_2 topilsin. Plastinka yuzasi $S=100 \text{ sm}^2$.

69. Zaryadi $Q_1=4 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$ ga teng bo'lgan sharcha ipak ipda yassi plastinkalar orasida osib qo'yilgan. Kondensator plastinkalari gorizontal holda joylashgan. Agar plastinkalarga $Q_2=10^{-6} \text{ Kl}$ zaryad berilsa, ipning taranglik kuchi ikki barobar oshadi. Kondensator plastinkalarining yuzasi $S=100 \text{ sm}^2$. Sharchaning massasi topilsin. Ipning massasi hisobga olinmasin. Kondensator ichidagi maydon bir jinsli deb hisoblansin.

70. Ipak ipga osilgan va zaryadi $Q_1=2 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$ bo'lgan sharcha vertikal holda joylashgan zaryadlangan kondensator plastinkalari orasiga tushirilgan. Kondensator plastinkalariga $Q_2=0.9 \cdot 10^{-6} \text{ Kl}$ zaryad berilsa, sharcha osilgan ip tik holatdan $\alpha=30^\circ$ ga og'adi. Kondensator plastinkalarining yuzasi $S=30 \text{ sm}^2$, uning ichidagi maydonni bir jinsli deb qabul qilamiz. Ipni massasi hisobga olinmasin, sharchaning massasi topilsin.

71. Elektron $v_1=10^7 \text{ m/s}$ tezlik bilan vertikal kondensator plastinkalari orasiga uchib kiradi. Kondensator uzunligi $l=5 \text{ sm}$, kondensatorning elektr maydon kuchlanganligi $E=100 \text{ V/sm}$. Elektronni kondensatordan chiqishidagi harakat yo'nalishi va tezligi v_2 topilsin.

72. $Q_1=-4.4 \cdot 10^{-8} \text{ Kl}$ va $Q_2=7 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}$ zaryadlar orasidagi masofa $r=5 \text{ sm}$. Zaryadlarning birinchisidan $r_1=4 \text{ sm}$, ikkinchisidan $r_2=3 \text{ sm}$ masofadagi nuqtada maydon kuchlanganligi topilsin.

73. Vertikal holda qoyilgan cheksiz tekislik tekis zaryadlangan (zaryadning sirt zichligi $\sigma=0.98 \cdot 10^{-5} \text{ Kl/m}^2$). Tekislik yaqiniga massasi $m=1 \text{ g}$ bo'lgan zaryadlangan sharcha osib qo'yilganda ip vertikal holatdan $\alpha=45^\circ$ ga og'gan. Ipni cheksiz uzun va vaznsiz deb hisoblab, (sharchaning cheksiz tekislikdagi zaryad taqsimotiga ta'siri hisobga olinmasa bo'ladi) sharchaning zaryadi Q topilsin.

74. Proton va α -zarracha bir xil tezlik bilan yassi kondensatorni qoplamalari orasiga uchib kiradilar. Kondensator maydoni ta'sirida α -zarrachaning og'ishi protonning og'ishidan necha marta katta bo'ladi? α -zarrachaning zaryadi proton zaryadidan 2 marta katta, massasi esa protonnikidan 4 marta katta.

75. Ikkita nuqtaviy $Q_1=+9q$ va $Q_2=q$ zaryadlar orasidagi masofa $r=8 \text{ sm}$. Zaryadlar yotadigan to'g'ri chiziq bo'ylab, birinchi zaryaddan qanday r_1 masofada joylashgan nuqtada berilgan zaryadlar hosil qilgan elektr maydonning E natijaviy kuchlanganligi nolga teng?

76. Vertikal joylashgan cheksiz tekislik bir tekis zaryadlangan. Shu tekislik yaqiniga massasi $m=10 \text{ g}$, zaryadi $Q=0.88 \cdot 10^{-4} \text{ Kl}$ bo'lgan sharcha

osilgan. Sharcha osilgan tekislik bilan $\alpha=45^\circ$ burchak hosil qilgan. Ipni cheksiz uzun va vaznsiz deb olib, tekislikdagi zaryadni sirt zichligi topilsin.

77. Zaryadlari $Q=2.5 \cdot 10^{-8}$ Kl bo'lgan ikkita musbat nuqtaviy zaryadlar $r_1=5$ sm masofada joylashtirilgan. Ularning har biridan $r_2=5$ sm masofada joylashgan nuqtada maydon kuchlanganligi E va φ potentsiali topilsin.

78. Teng tomonli ($a=4$ sm) uchburchakning ikkita uchiga miqdorlari teng $Q=3.2 \cdot 10^{-5}$ Kl va ishoralari teskari zaryadlar joylashtirilgan. uchburchakning uchinchi uchida paydo bo'lgan maydon kuchlanganligi E va φ potentsiali topilsin.

79. Ikkita ingichga uzun parallel joylashtirilgan simlar orasi $r=20$ sm. Ikkala sim ham bir tekis qarama qarshi ishorali zaryadlangan bo'lib, chiziqli zaryad zichligi $\tau=1.1 \cdot 10^{-9}$ Kl/m. Birinchi zaryaddan $r_1=6$ sm va ikkinchisidan $r_2=8$ sm masofada joylashgan nuqtada elektr maydon kuchlanganligi E topilsin.

80. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgichlar bir-biridan $r=20$ sm masofada joylashtirilgan. Zaryadlarini chiziqli zichliklari $\tau_1=10^{-9}$ Kl/m va $\tau_2=2 \cdot 10^{-9}$ Kl/m. Ular orasidagi tik chiziqning qaysi nuqtasida elektr maydon kuchlanganligi $E=0$ bo'ladi.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari va topshiriqlar

1. Kulon qonuni qanday zaryadlarning o'zaro ta'sirini tushuntiradi?
2. Elektrostatik maydonni tavsiflovchi kuchlanganlik va potentsialni ta'riflab bering. Maydon kuchlanganligi va potentsialni o'zaro bog'lanishini tushuntiring. Nuqtaviy zaryad hosil qilgan maydon kuchlanganligi va potentsiali qanday aniqlanadi?
3. Elektr maydon superpozitsiya prinsipining mohiyati nimadan iborat?
4. Elektr maydon kuchlanganligi vektori oqimi uchun Ostrogradskiy-Gauss teoremasini ta'riflang. Cheksiz uzun o'tkazgichda, tekis plastinkada, ikki tekis parallel plastinkada, sfera sirti bo'ylab zaryad tekis taqsimlanganda ularning elektr maydon kuchlanganligi va potentsiali shu teorema yordamida qanday aniqlanadi?
5. Elektr maydon kuch chiziqlari deb nimaga aytiladi, ular qanday xossaga ega?
6. Ekvipotensial sirtlar deb nimaga aytiladi? Kuch chiziqlari ekvipotensial sirtga nisbatan qanday yo'nalgan?

7. Bir jinsli elektr maydoni deb nimaga aytiladi? Bir jinsli maydonning manbai nima bo'lishi mumkin?

8. Potensial gradiyenti nimani ko'rsatadi? Agar potensial koordinata funksiyasi shaklida berilgan bo'lsa, elektr maydon kuchlanganligi qanday aniqlanadi?

9. Elektr maydonida zaryadni siljitishda bajarilgan ish qanday aniqlanadi? Bajarilgan ish elektr maydon kuchlanganligi orqali qanday ifodalanadi? Potensiallar farqi orqalichi? Bajarilgan ishning miqdori nimaga bog'liq?

10. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon bo'ladi? Elektrostatik maydonning potentsiallik xossasi qanday tushuntiriladi?

11. Elektrostatik maydon kuchlanganlik vektorining sirkulyatsiyasi qanday ifodalanadi va nimaga teng?

FOYDANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. M., "Nauka", 1971

2. M.I.Ismoilov, M.S.YUnusov. Elementar fizika kursi, T., "O'qituvchi", 1990

3. I.V.Savelev. Umumiy fizika kursi. 11- tom. M., "Prosveshenie", 1976

4. Гершензон Э.М. Курс общей физики: Электричество и магнетизм. М., "Просвещение", 1980

5. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., "O'qituvchi", 1981

6. Detlaf A.A., Yavorskiy B.M., Milkovski L.B. Fizika kursi. T.2. 1977.

7. Sivuxin D.B. Umumiy fizika kursi. T.3. 1989.

8. A.G.Chertov, A.A.Vorobyov. Fizikadan masalalar to'plami. 1988.

9-MAVZU. ELEKTR MAYDONIDA O'TKAZGICH VA DIELEKTRIKLAR

Moddalar elektr xossasiga ko'ra o'tkazgichlar va dielektriklarga bo'linadi.

O'tkazgichlar hajm birligidagi erkin elektronlar soni ko'p (10^{19} - 10^{23}) bo'lib, modda ichida erkin ko'cha oladi. O'tkazgichlarga metallar kiradi.

Elektr yomon o'tkazadigan moddalarga **dielektriklar** deyiladi. Dielektriklarda hajm birligidagi erkin elektronlar juda kam (10^3 - 10^5) bo'ladi.

Elektr maydoniga kiritilgan metall plastinkada elektr zaryadlari ajralib, plastinkaning qarama-qarshi tomonlarida to'planadi. Bu hodisaga **elektrostatik induksiya hodisasi** deyiladi.

Elektr sig'im.

Jismlarning o'zida elektr zaryadlarini to'play olish qobiliyatiga **elektr sig'im** deyiladi.

Yakkalangan o'tkazgich deb elektr jihatdan izolyatsiyalangan va boshqa o'tkazgichlardan yetarlicha uzoqda joylashgan o'tkazgichga aytiladi.

$$C = \frac{q}{\varphi} = \frac{q}{U} \quad c = \left[\frac{q}{\varphi} \right] = \left[\frac{Kl}{V} \right] = [F]$$

Sig'imi 1F dan bo'lgan sharning radiusi

Yassi kondensator deb qoplamalari bir-biridan dielektrik bilan ajratilgan ikkita parallel plastinkalardan iborat bo'lgan kondensatorlarga aytiladi. $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$.

Kondensatorlarning parallel ulash. $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \dots = \varphi_n$ umumiy kondensatorlar zaryadlari yig'indisiga teng. $q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$ bundan $q = C\varphi$ $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$. Agar parallel ulangan kondensatorlar batereyasining elektr sig'implari bir xil va C gat eng bo'lsa sig'im n marta katta bo'ladi. $C_p = nC_0$

Kondensatorlarni ketma-ket ulash. Bunda zaryad miqdorlari bir xil bo'ladi: $q_1 = q_2 = \dots = q_n$ umumiy potentsiallar farqi yig'indisiga teng.

$$\varphi = \varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_n \quad \frac{q}{C} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} + \dots + \frac{q_n}{C_n} = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \right).$$

$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$. Agar ketma-ket ulangan kondensatorlarning elektr

sig'implari bir xil va C_0 ga teng bo'lsa $C_{k-k} = \frac{C_0}{n}$. n ta ketma-ket

ulangan kondensatorlarni parallel ulasa umumiy sig'im. $C_p = nC_0 = n^2 C_{k-k}$

$$C_{k-k} = \frac{C_n}{n^2}$$

Kondensator plastinalari orasidagi o'zaro tortishuv kuchi :

$$F = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S E}{2} = \frac{S \sigma^2}{2 \varepsilon_0}; \quad F = \frac{qU}{2d} = \frac{CU^2}{2d} = \frac{q^2}{2dC}.$$

Kondensator elektr maydoni energiyasi:

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}; \quad W = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S d}{2} E^2 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 V}{2} E^2 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{2d} U^2.$$

Elektr maydon energiyasining zichligi.

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{2} E^2 = \frac{Ed}{2} = \frac{C}{2V} U^2 = \frac{q^2}{2VC} = \frac{qE}{2} d.$$

MASALALAR YECHISH UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

1.O'tkazgichlarni elektr maydonida holatini o'rganuvchi masalalarni echishda o'tkazgichlar tizimidagi zaryadlarni muvozanat holatini hisobga olish kerak. Zaryadlarning muvozanat holatida o'tkazgich ichida elektr maydon kuchlanganligi $E=0$ teng, uni sirtida esa potensial bir xil bo'ladi. Zaryadlarning o'tkazgichdagi harakati o'tkazgich sirtining har bir nuqtasida potentsiallar tenglashguncha davom etadi.

2.Zaryadlangan o'tkazgichning energiyasi, uni o'rab turgan elektr maydonida mujassamlangan, shuning uchun u o'tkazgich tavsiflari yoki bo'lmasa maydon tavsiflari orqali ifodalanishi mumkin. Energiyaning saqlanish va o'zgarish qonunini qo'llash xuddi mexanikadagidek, maydon tavsiflarining o'zgarishini o'rganishga imkon beradi.

3.Agar dielektrik elektr maydoniga joylashtirilsa, uning ichidagi elektr maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lmaydi. Bu maydon faqat tashqi elektr maydoni ta'siridagina emas, balki qutblanish tufayli dielektrik sirtida paydo bo'ladigan bog'langan zaryadlar ta'sirida ham hosil bo'ladi.

4.Hamma formulalarni "SU" sistemasida yozish, masalalarni ham "SU" sistemasida yechish va masalalar shartida berilgan kattaliklarni ham shu birliklar sistemasida ifodalash kerak.

Masalalar yechish namunalari

1-masala.

Havoda ($\epsilon_1=1$) yassi kondensator plastinkalari oralg'iga $U_1=3000$ V potentsiallar ayirmasi qo'yilgan. Kondensator manbadan uzilgach, plastinkalar oralg'iga ebonit ($\epsilon_2=2.6$) kiritilgan. Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi qanchaga teng bo'ladi?

Yechish: Kondensator manbadan uzilgan bo'lgani uchun uning plastinkalaridagi zaryad miqdori, ular orasiga ebonit kirgunga qadar va kirgandan keyin birday bo'ladi, ya'ni:

$$Q_1=Q_2. \quad (1)$$

Kondensatordagi zaryad miqdorini kuchlanish va elektr sig'im orqali ifodalaymiz:

$$Q_1=C_1U_1, \quad Q_2=C_2U_2. \quad (2)$$

Yassi kondensatorning elektr sig'imi quydagicha aniqlanadi :

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d},$$

bunda, ϵ_0 – elektr doimiysi, ϵ – nisbiy dielektrik singdiruvchanligi, S – plastinkalarning yuzasi, d – plastinkalar orasidagi masofa. Demak, zaryadlangan kondensatorni dastlabki sig'imi

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S}{d}. \quad (3)$$

Ebonit kiritilgandan keyingi zaryadlangan kondensatorning sig'imi:

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 S}{d}. \quad (4)$$

(3) va (4) ni (2) ga qo'yamiz:

$$\frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S U_1}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 S U_2}{d}, \quad (5)$$

Bundan,
$$U_2 = \frac{\epsilon_1 U_1}{\epsilon_2}; \quad U_2 = \frac{3000 \text{ V}}{2.6} = 115 \text{ V}.$$

2-masala.

Ikkita metall sharlardan birini radiusi $R_1=3\text{sm}$, unga $Q_1=10^{-8}\text{Kl}$ zaryad berilgan. Ikkinchi sharning radiusi $R_2=2\text{sm}$, unga $\phi_2=9000$ V potentsial berilgan. Ularni bir-biridan uzoq joylashtirib, so'ngra sim bilan ulashgan. Sharlar ulangandan keyin qanday zaryadga va potentsialga ega bo'ladilar? Razryadlanishda bajarilgan ish topilsin.

Yechish:

Zaryad miqdorini saqlanish qonuniga asosan, sharlardagi zaryadlar yigindisi ular bir-biriga ulangandan keyin ham o'zgarmaydi. Har qanday

o'tkazgichning sirti ekvipotensial sirtidir, ya'ni sharlar ulangandan keyin ularni potentsiali bir xil bo'lishini e'tiborga olib, ularni zaryadi va potentsialini aniqlash mumkin. Zaryad miqdorining saqlanish qonuniga asosan

$$Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2', \quad (1)$$

Q_1, Q_1', Q_2' zaryadlarni elektr sig'imga va potentsiallar orqali ifodalaymiz:

$$Q_2 = C_2 \varphi_2; \quad Q_1' = C_1 \varphi; \quad Q_2' = C_2 \varphi, \quad (2)$$

φ – sharlar ulangandan keyingi umumiy potentsial.

Sharining elektr sig'imi uning radiusi bilan quyidagicha bog'langan:

$$C = 4\pi\epsilon_0 R. \quad (3)$$

Shuning uchun $C_1 = 4\pi\epsilon_0 R_1$, $C_2 = 4\pi\epsilon_0 R_2$

$$(4)$$

(4) va (2) ni birlashtirib, (1) ga qo'yamiz:

$$Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2 = (4\pi\epsilon_0 R_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2) \varphi \quad (5)$$

(5) dan

$$\varphi = \frac{Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2}{4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)} \quad (6)$$

(6) ga son qiymatlarni qo'yib φ ni topamiz

$$\varphi = \frac{10^{-8} \text{ Kl} + 4 \cdot 3.14 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{3.14 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \cdot (3 + 2) \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 5400 \text{ V}.$$

(2), (4) va (6) formulalardan foydalanib, sharlar ulangandan keyingi zaryadlarni topamiz:

$$Q_1' = C_1 \varphi = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 (Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2)}{4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)} = \frac{R_1 (Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2)}{R_1 + R_2} = 1.8 \cdot 10^{-8} \text{ Kl},$$

$$Q_2' = C_2 \varphi = \frac{R_2 (Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2)}{R_1 + R_2} = 1.2 \cdot 10^{-8} \text{ Kl}.$$

Razryadlanish ishini topish uchun energiyani saqlanish qonunidan foydalanamiz. Bu ish sharlar ulangunga qadar ega bo'lgan energiyalarning yig'indisidan, ular ulangandan keyin ega bo'lgan umumiy energiyalarini ayirmasiga teng, ya'ni

$$A = W_1 + W_2 - W, \quad (7)$$

Bunda, W_1, W_2 – sharlarni ulangunga qadar energiyasi, W – sharlarni ulangandan keyingi umumiy energiyasi.

Masalani shartiga ko'ra

$$W_1 = \frac{Q_1^2}{2C_1} = \frac{Q_1^2}{8\pi\epsilon_0 R_1}, \quad (8)$$

$$W_2 = \frac{C_2 \varphi_2^2}{2} = \frac{4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2^2}{2} , \quad (9)$$

$$W = \frac{(Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2)^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{(Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2)^2}{8\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)} . \quad (10)$$

(8), (9) va (10) ni (7) ga qo'yamiz

$$A = \frac{Q_1^2}{8\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2^2}{2} - \frac{(Q_1 + 4\pi\epsilon_0 R_2 \varphi_2)^2}{8\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)} . \quad (11)$$

Son qiymatlari va birliklarini qo'yib, ishni topamiz

$$A = 2.4 \cdot 10^{-5} \text{ J} .$$

3-masala.

Yassi kondensatorning plastinkalari orasi $d=5 \text{ sm}$ bo'lib, u dielektrik qabul qiluvchanligi ($\chi=1$) bo'lgan dielektrik bilan to'ldirilgan. Plastinkalarga $U=4000 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi berilgan. Plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi σ va dielektrikdagi bog'langan zaryadning sirt zichligi σ_b topilsin.

Yechish:

Dielektrikdagi bog'langan zaryadning sirt zichligi miqdor jihatdan qutblanish vektorining moduliga teng. Qutblanish vektori esa, dielektrikdagi maydon kuchlanganligiga proporsional:

$$\sigma_b = P = \chi\epsilon_0 E . \quad (1)$$

Bir jinsli maydonda

$$E = U/d . \quad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'yamiz

$$\sigma_b = \chi\epsilon_0 E = \chi\epsilon_0 \frac{U}{d} = 1 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{4000 \text{ V}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 7.1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2} . \quad (3)$$

Maydon kuchlanganligini zaryadning sirt zichligi orqali ifodalaymiz

$$E = \frac{U}{d} = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} . \quad (4)$$

Bundan

$$\sigma = \frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d} . \quad (5)$$

σ ni topish uchun dielektrik singdruvchanligi ϵ ni bilish kerak, u esa dielektrik qabul qiluvchanlik χ bilan quydagicha bog'langan

$$\epsilon = 1 + \chi . \quad (6)$$

(6) ni (5) ga qo'yamiz :

$$\sigma = \frac{\varepsilon_0(1+\chi)U}{d} = 1.4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2},$$

$$\sigma = \frac{[\varepsilon_0][U]}{[d]} = \frac{F}{m} \cdot \frac{V}{m} = \frac{\text{Kl}}{V} \cdot \frac{V}{\text{m}^2} = \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2}.$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Diametri $d=20$ sm bo'lgan va $\varphi=10$ V potensialgacha zaryadlangan shar zaryadini sirt zichligi topilsin.

2. Yerni elektr o'tkazuvchan va radiusi $R=6400$ km bo'lgan shar deb qabul qilib, uning sirti yaqinidagi elektr maydon kuchlanganligi $E=100$ V/m ga teng bo'lganda, undagi zaryad miqdori Q va uning potentsiali aniqlansin.

3. Sharcha $\varphi=800$ V potensialgacha zaryadlangan. Sharchadagi zaryadning sirt zichligi $\sigma=0.3 \cdot 10^{-5} \text{Kl/m}^2$. Sharni radiusi R topilsin.

4. Radiusi $r=2$ sm bo'lgan sharcha manfiy zaryad bilan $\varphi=2000$ V gacha zaryadlangan. Sharga berilgan zaryadni tashkil etuvchi hamma elektronlarning massasi topilsin.

5. O'tkazgichdan yasalgan sharcha zaryadning sirt zichligi $\sigma=3.2 \cdot 10^{-7} \text{Kl/m}^2$. Shar radiusi $R=0.2$ m. Sharchaning sirtidan $3R$ masofada yotgan nuqtadagi maydon kuchlanganligi va potentsiali φ topilsin.

6. Izolyatsiyalangan sharga $Q=10^{-8} \text{Kl}$ zaryad berilgan, uning sirtidan $r=5$ sm masofada yotgan nuqtada maydon kuchlanganligi topilsin. Sharning potentsiali $\varphi=1.82 \cdot 10^3$ V.

7. Ichi bo'sh, radiusi $R=2.5$ sm bo'lgan metall sharchaga $Q=0.5$ nKl zaryad berilgan. Sharchaning markazida, sirtida va markazidan $r=5$ sm masofada maydon kuchlanganligi va potentsiali topilsin.

8. O'tkazgichdan yasalgan zaryadlangan sharning sirtidan $r_1=5$ sm va $r_2=10$ sm masofada maydon kuchlanganligi va potentsiallar $\varphi_1=300$ V va $\varphi_2=210$ V ga teng bo'lsa, shar qanday potensialgacha zaryadlangan?

9. Bir tekis zaryadlangan va zaryadining sirt zichligi $\sigma=10^{-9} \text{Kl/m}^2$ ga teng bo'lgan sferaning markazidan $r_1=16$ sm va $r_2=35$ sm masofadagi nuqtalarda maydon potentsiali va maydon kuchlanganligi E topilsin. Sferani radiusi $R=20$ sm.

10. Diametri $d=2$ sm bo'lgan metall shar $\varphi=300$ V potensialgacha zaryadlangan. Sharni markazidan $r_1=40$ sm masofadagi B nuqtadan, shar markaziga nisbatan $r_2=50$ sm dagi C nuqtaga $Q=10^{-5}$ Kl zaryadni ko'chirish uchun qanday ish bajarish kerak?

11. $\varphi=600$ V gacha zaryadlangan shar hosil qilgan maydonda biror nuqtaviy zaryadni sharning markaziga nisbatan $r_1=40$ sm masofadagi nuqtadan $r_2=50$ sm masofadagi nuqtaga ko'chirilganda $A=6 \cdot 10^{-9}$ J ish

bajarilgan. Sharining diametri $d=4$ sm. Ko‘chirilgan zaryadning miqdori Q aniqlansin.

12. Oraliq masofasi $d=5 \cdot 10^{-3}$ m bo‘lgan yassi kondensator plastinkalari orasiga $\varphi=90$ V potensial qo‘yilgan. Plastinkalardagi zaryad miqdori $Q=10^{-7}$ Kl. Plastinkalar yuzasi S aniqlansin.

13. Yassi kondensator $U=1000$ V potentsiallar ayirmasigacha zaryadlangan. Uning plastinkalari orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi $F=0.04$ N ga teng, oraliq masofa esa $d=0.1$ sm. Kondensator plastinkalari yuzasi S topilsin.

14. Yassi kondensator plastinkalaridagi bir tekis taqsimlangan zaryadning sirt zichligi $\sigma=0.2$ mkKl/m². Plastinkalar orasidagi masofa $d_1=1$ mm. Agar oraliq masofani $d_2=3$ mm gacha oshirsak, plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi qanchaga o‘zgaradi?

15. Slyudali kondensator plastinkalarining yuzasi $S=6 \cdot 10^{-4}$ m². Ular orasidagi masofa $d=2.2$ mm. Plastinkalar $P=0.4$ mN kuch bilan o‘zaro tortishadi. Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi va kondensatorning elektr sig‘imi topilsin. Slyudaning dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon=6$.

16. Yassi kondensator, radiuslari $R=20$ sm li, doira shaklidagi plastinkalardan yasalgan. Plastinkalar orasidagi masofa $d=5$ mm. Kondensator $U=3000$ V kuchlanishli manbaga ulangan. Agar plastinkalar orasida: 1) havo bo‘lsa; 2) shisha bo‘lsa, kondensatordagi zaryad Q va elektr maydon kuchlanganligi topilsin.

17. Shisha uchun yassi kondensatorning sig‘imi C , potentsiallar ayirmasi U , plastinkalar orasidagi masofa d bo‘lsa, plastinkalar o‘zaro qanday kuch bilan tortiladi?

18. Radiusi $R_1=3$ sm va zaryadi $Q=10^{-9}$ Kl bo‘lgan sharni, ikkinchi $R_2=4$ sm radiusli shar ichiga konsentrik joylashtirib qo‘yilsa, ichki sharni potentsiali qanchaga teng bo‘ladi? Ikkinchi shar yerga ulangan.

19. Yog‘ ichiga tushirilgan sharning sig‘imi, radiuslari $R_1=10$ sm va $R_2=10.5$ sm li va orasiga yog‘ to‘ldirilgan sferik kondensatorning sig‘imiga teng bo‘lishi uchun, sharni radiusi qanday bo‘lishi kerak? Yog‘ uchun $\varepsilon=2.5$.

20. Ikki konsentrik metall sfera radiuslari $R_1=6$ sm, $R_2=10$ sm, zaryadlari esa $Q_1=10^{-9}$ Kl va $Q_2=2 \cdot 10^{-9}$ Kl. Sferalar markazidan $r_1=5$ sm, $r_2=8$ sm va $r_3=15$ sm masofada yotgan nuqtalardagi maydon kuchlanganligi va potentsiallari topilsin.

21. Radiuslari $R_1=2$ sm va $R_2=6$ sm bo‘lgan metall sharlar o‘tkazgich bilan bir-biriga ulangan. Ularga $Q=1$ nKl zaryad berilgan. Sharlardagi zaryadning sirt zichliklari σ_1, σ_2 topilsin.

22. Radiusi $R_1=6$ sm bo'lgan shar $\varphi_1=600$ V potensialgacha va radiusi $R_2=4$ sm li shar $\varphi_2=500$ V potensialgacha zaryadlangan. Sharlar sim orqali ulansa, ularning potentsiali φ qanday bo'ladi?

23. Yassi kondensatorning qoplamalari orasiga shisha plastinka ($\epsilon=7$) kiritib qo'yilgan va $U_1=100$ V potentsiallar farqigacha zaryadlangan. Kondensator qoplamalari orasidan shisha plastinka chiqarib olinsa, plastinkalardagi potentsiallar ayirmasi U_2 qanday bo'ladi ?

24. Plastinkalari orasida havo bo'lgan birinchi kondensatorni $U_1=600$ V potentsiallar farqigacha zaryadlab, manbadan uzilgan. Keyin bu kondensatorga ikkinchi xuddi shunday, lekin oralig'i farfor bilan to'ldirilgan, lekin zaryadlanmagan kondensator parallel ulangach, potentsiallar ayirmasi $U_2=100$ V gacha kamaygan. Farforni dielektrik singdiruvchanligi ϵ aniqlansin.

25. Sig'imi $C_1=0.2$ mkF bo'lgan kondensator $U_1=320$ V kuchlanishgacha zaryadlangan. Unga $U_2=450$ V kuchlanishgacha zaryadlangan ikkinchi kondensator parallel ulangach, ikkinchi kondensatorning kuchlanishi $U'_2=400$ V bo'ldi. Ikkinchi kondensatorning sig'imi C_2 aniqlansin.

26. Uchta bir xil kattalikdagi simob tomchilari $\varphi_1=20$ V potensialgacha zaryadlangandan keyin, ularni qo'shib bitta tomchi hosil qilingach, uning potentsiali φ_2 qanday bo'ladi?

27. Ikkita shar, birini diametri $d_1=10$ sm va zaryadi $q_1=6 \cdot 10^{-10}$ Kl. Ikkinchisini diametri $d_2=30$ sm va zaryadi $q_2=-2 \cdot 10^{-9}$ Kl. Ular ingichka uzun sim bilan bir-biriga ulangan. Simdan qanday Q zaryad oqib o'tadi?

28. Radiusi $R_1=20$ sm bo'lgan shar $\varphi_1=100$ V potensialgacha zaryadlanib, ikkinchi zaryadsiz shar bilan ulanganda, potensial $\varphi_2=300$ V gacha tushgan. Ikkinchi sharning radiusi topilsin .

29. Yassi kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi $\sigma=3 \cdot 10^{-7}$ Kl/m² ga teng, sig'imi $C=10$ pF . Plastinkalar yuzasi $S=100$ sm² . Elektron plastinkalar orasidagi masofani otganda erishgan tezligi v topilsin.

30. Plastinkalarining yuzasi $S=150$ sm² va ular oralig'i $d=5$ mm ga teng bo'lgan yassi kondensator elektr yurituvchi kuchi $\epsilon=9.42$ V ga teng bo'lgan akkumulyatorga ulanib, kerosinga tushirilsa ($\epsilon=2$), simdan qancha Q o'tadi ?

31. Yassi kondensatorni kuchlanishi $U=200$ V bo'lgan manba orqali zaryadlab, keyin manbadan uzib qo'yilgan. Plastinkalar oralig'i $d_1=0.2$

mm dan $d_2=0.7$ mm gacha kengaytirilsa va slyuda bilan to'ldirilsa, ular orasidagi kuchlanish qanday bo'ladi?

32. Sig'imlari $C_1=1$ mkF va $C_2=2$ mkF bo'lgan kondensatorlar mos ravishda $U_1=20$ V va $U_2=50$ V potentsiallar ayirmasigacha zaryadlangan, so'ngra ular bir jinsli uchlari bilan bir-biriga ulangan. Umumiy potentsiallar ayirmasi qanday bo'ladi?

33. Sig'imi $C_1=4$ mkF bo'lgan kondensatorni $U_1=10$ V gacha, sig'imi $C_2=6$ mkF bo'lgan kondensatorni esa $U_2=20$ V gacha zaryadlab, ular parallel ulansa, birinchi kondensator plastinkalaridagi zaryad qanday bo'lib qoladi (kondensator qarama-qarshi ishorali zaryadga ega bo'lgan plastinka uchlari bilan ulangan)?

34. Radiusi R_1 metall sharchaga Q_1 zaryad berilib, uni ingichka uzun sim orqali radiusi R_2 bo'lgan zaryadlanmagan sharga ulangandan keyin har bir shardagi zaryad va potentsial topilsin. Simdagi zaryad hisobga olinmasin.

35. Radiuslari $R_1=4$ sm va $R_2=10$ sm bo'lgan metall sharlarga $Q_1=+0.6 \cdot 10^{-7}$ Kl va $Q_2=-3 \cdot 10^{-8}$ Kl zaryad berilgan. Agar sharlarni uzun sim bilan ulansa zaryadlar taqsimoti qanday bo'ladi? Simni zaryadi hisobga olinmasin.

36. Kondensatorni potentsiallar ayirmasi $U_1=20$ V gacha zaryadlab, uni sig'imi $C_2=33$ mkF bo'lgan va $U_2=4$ V potentsiallar ayirmasigacha zaryadlangan ikkinchi xuddi shunday kondensatorga ulanganda, kondensatorlardagi potentsiallar ayirmasi $U=2$ V gacha tushib qolgan. Birinchi kondensator sig'imi C_1 aniqlansin. Kondensatorlar turli ishorali zaryadlarga ega bo'lgan plastinkalar orqali ulangan.

37. Sig'imi $C_1=1$ mkF bo'lgan kondensator $U_1=1000$ V ga teng potentsiallar ayirmasigacha zaryadlangan. Ikkinchi $C_2=2$ mkF sig'imga ega bo'lgan kondensator potentsiallar ayirmasi U_2 gacha zaryadlangan. Kondensatorlarni turli ishorali plastinkalar uchlari bilan bir-biriga ulanganda umumiy kuchlanish $U=200$ V bo'lgan bo'lsa, U_2 kuchlanish qanday bo'ladi?

38. Radiusi $R_1=10$ sm bo'lgan shar $\varphi_1=20$ V potentsialgacha, radiusi $R_2=5$ sm ga teng shar esa $\varphi_2=10$ V potentsialgacha zaryadlanib, ular o'zaro ulansa, sharlardagi zaryadlarning sirt zichligi qanday bo'ladi?

39. Radiuslari $R_1=1$ sm , $R_2=2$ sm , $R_3=3$ sm bo'lgan uchta zaryadlangan sharlar o'zaro ulansa, umumiy zaryad Q sharlarda qanday taqsimlanadi?

40. Radiuslari bir-biridan 5 marta farq qiladigan ikkita shar bir xil ishorali zaryadlar bilan teng miqdorda zaryadlangan. Agar ularni sim

bilan bir-biriga ulasak, ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchi necha marta o'zgaradi?

41. Zaryadlangan yassi kondensator qoplamalari orasiga dielektrik singdiruvchanligi ε bo'lgan dielektrik kiritilgan. Dielektrik plastinkalar oralig'ini zich egallab, ular yuzasini yarmisigacha egallaganda, plastinkalar orasidagi kuchlanish U necha marta o'zgaradi ?

42. Yassi kondensator plastinkalarini yuzasi $S=25 \cdot 25 \text{ sm}^2$, oraliq masofasi $d_1=0.5 \text{ mm}$. Kondensator $U_1=10 \text{ V}$ gacha zaryadlanib, manbadan ajratilgan. Agar plastinkalar oralig'ini $d_2=5 \text{ mm}$ o'zgartirilsa, hosil bo'lgan potentsiallar ayirmasi U_2 ni aniqlang.

43. Radiusi $R_1=6 \text{ sm}$ li shar $\varphi_1=300 \text{ V}$ potentsialgacha zaryadlanib, u $\varphi_2=500 \text{ V}$ gacha zaryadlangan ikkinchi shar bilan o'tkazgich yordamida ulangandan keyin umumiy kuchlanish $\varphi=380 \text{ V}$ gacha tushgan. Ikkinchi sharning radiusi R_2 aniqlansin. O'tkazgich sig'imi hisobga olinmaydi.

44. Zaryadlangan yassi kondensator plastinkalari orasidagi masofa $d=1 \text{ mm}$. Oraliq masofani $d_2=3 \text{ mm}$ gacha o'zgartirilsa, plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi $\Delta U=22.6 \text{ V}$ ga o'zgargan. Kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi σ topilsin.

45. Koaksial kabel markazidagi o'tkazgichning radiusi $r_1=1.5 \text{ sm}$, uning tashqi qobig'ining radiusi $r_2=3.5 \text{ sm}$. Markaziy o'tkazgich bilan tashqi qobig' orasiga $U=2300 \text{ V}$ kuchlanish berilgan. Kabel o'qidan $X=2 \text{ sm}$ masofada joylashgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi aniqlansin.

46. Silindrik kondensatorning radiuslari $R_1=1.5 \text{ sm}$ va $R_2=3.5 \text{ sm}$. Silindrlar orasiga $U=2300 \text{ V}$ kuchlanish qo'yilgan. Shunday maydonda silindrlar o'qidan $l_1=2.5 \text{ sm}$ masofadan $l_2=2 \text{ sm}$ masofagacha ko'chgan elektron qanday ρ tezlik oladi?

47. Radiuslari $R_1=10 \text{ sm}$ va $R_2=10.5 \text{ sm}$ ga teng bo'lgan konsentrik sferalardan tashkil topgan sferik kondensatorning qoplamalari orasi yog' bilan to'ldirilgan. Sferik kondensatorning C sig'imiga teng sig'imga ega bo'lishi uchun, yog'ga tushirilgan sharning radiusi qanday bo'lishi kerak?

48. Sferik kondensatorni ichki sferasinig radiusi $R_1=1 \text{ sm}$, tashqi sferaning radiusi $R_2=4 \text{ sm}$. Ular orasiga $U=3000 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi qo'yilgan. Sferalarning markazidan $X=5 \text{ sm}$ masofadagi nuqtada elektr maydon kuchlanganligi aniqlansin

49. Ikkita o'tkazgichga bir xil miqdorda zaryad berilgan bo'lib, ular $\varphi_1=40 \text{ V}$ va $\varphi_2=60 \text{ V}$ potentsialga ega. Agar ular ingichka sim bilan bir-biriga ulansa, umumiy potentsial φ qanday bo'ladi?

50. Plastinkalari orasiga slyuda $\varepsilon=7$ joylashtirilgan yassi kondensator akkumulyator cim bilan ulangan, kondensatordagi zaryad $Q_0=14$ mkKl ga teng. Plastinkalar orasidan slyuda chiqarilsa qancha zaryad ΔQ simdan o'tadi?

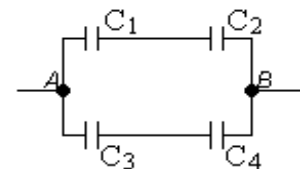
51. Sig'implari $C_1=2$ mkF va $C_2=3$ mkF bo'lgan kondensatorlar o'zaro ketme-ket ulanib, keyin EYuK $\varepsilon=30$ V ga teng bo'lgan tok manbaiga ulangan. Kondensatorlardagi zaryad Q va ulardagi potentsiallar ayirmasi U aniqlansin.

52. EYuK $\varepsilon=300$ V li elektr manbaiga $C_1=2$ pF , $C_2=3$ pF sig'imga ega va o'zaro parallel ulangan ikkita yassi kondensator ulansa, kondensatorlardagi zaryad Q va kuchlanish U aniqlansin.

53. EYuK $\varepsilon=100$ V li elektr manbaiga $C_1=0.1$ mkF , $C_2=0.6$ mkF , $C_3=0.15$ mkF sig'imli uchta kondensator ketma-ket uchta ulangan. Kondensatorlarning har biridagi zaryad miqdori va plastinkalar orasidagi kuchlanishlar aniqlansin.

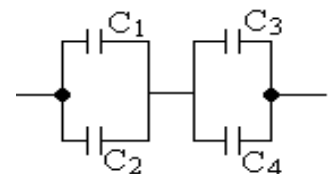
54. Sig'imi $C_1=0.6$ mkF bo'lgan kondensatorni $U_1=300$ V gacha zaryadlab, uni sig'imi $C_2=0.4$ mkF va $U_2=150$ V gacha zaryadlangan kondensator bilan parallel ulanganda birinchi kondensatordan ikkinchi kondensatorga oqib o'tgan zaryad miqdori topilsin.

55. Sig'implari $C_1=0.2$ mkF, $C_3=0.3$ mkF, $C_4=0.5$ mkF bo'lgan kondensatorlar rasmda ko'rsatilgandek ulangan. A va B nuqtalar orasidagi potentsiallar ayirmasi $U=320$ V. Har bir kondensatordagi kuchlanish aniqlansin. $C_2=0.6$ mkF (1-rasm).



1-rasm

56. Sig'implari $C_1=C_2=2 \cdot 10^{-10}$ F ga teng bo'lgan ikkita havo kondensatorlar o'zaro ketma-ket ulanib, EYuK $\varepsilon=10$ V ga teng tok manbaiga ulangan. Agar kondensatordan birini qoplamalari oralig'iga dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon=2$ teng dielektrik kiritilsa, kondensatordagi zaryad qanchaga o'zgaradi?

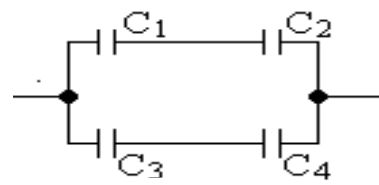


2-rasm

57. Har birining yuzasi $S=100$ sm² ga teng, oralig'i shisha ($\varepsilon=7$) bilan to'ldirilgan va o'zaro ketme-ket ulangan uchta yassi kondensatorlar batareyasining sig'imi $C=9 \cdot 10^{-11}$ F ga teng bo'lsa, shisha plastinkalarni qalinligi qanday bo'lar ekan ?

58. Sig'implari $C_1=0.2$ mkF, $C_2=0.1$ mkF, $C_3=0.3$ mkF, $C_4=0.4$ mkF ga teng kondensatorlar rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Kondensatorni umumiy sig'imi C aniqlansin (2-rasm).

59. To'rtta kondensatorlar 3-rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Ularning umumiy sig'imi aniqlansin, agar $C_1=10$ mkF, $C_2=4 \cdot 10$ mkF, $C_3=2 \cdot 10$ mkF, $C_4=3 \cdot 10$ mkF ga teng bo'lsa (3-rasm).



3-rasm

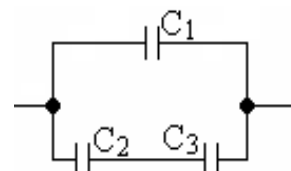
60. Har birining sig'imi $C_1=C_2=0.5$ mkF bo'lgan ikkita kondensator o'zaro parallel ulangan. Ularga sig'imi $C_3=1$ mkF ga teng uchinchi kondensator ketma-ket ulangan. Shu tizimni EYuK $\varepsilon=20$ V bo'lgan tok manbaiga ulansa, har bir kondensatordagi zaryad Q va ularning plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi topilsin.

61. $n=21$ ta yupqa latun plastinkalari oralig'ida qalinligi $d=2$ mm bo'lgan shisha ($\varepsilon=7$) plastinkalar qo'yilib kondensator batareyasi tuzilgan. Shisha va latun plastinkalarining yuzalari bir xil, ya'ni $S=200$ sm². Shu plastinkalar to'plamidan tuzilgan kondensator batareyasining umumiy sig'imini aniqlang.

62. Uchta ketma-ket ulangan kondensatordan tuzilgan batareya ($C_1=100$ pF, $C_2=200$ pF, $C_3=500$ pF) akkumulyatorga ulanganda, unda batareyaga $Q=3.3$ nKl zaryad o'tgan bo'lsa, har bir kondensatordagi kuchlanish aniqlansin.

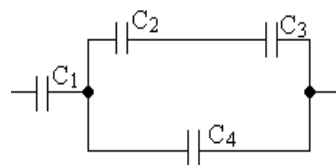
63. Har birining sig'imi $C_1=C_2=0.4$ mkF ga teng bo'lgan va o'zaro ketma-ket ulangan ikkita kondensatorga, sig'imi $C_3=0.2$ mkF ga teng uchinchi kondensator parallel ulandi. Agar kondensatorlar tizimini EYuK $\varepsilon=20$ V bo'lgan tok manbaiga ulansa har bir kondensatordagi zaryad miqdori Q va plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi qanday bo'ladi?

64. Sig'implari $C_1=5$ mkF va $C_2=30$ mkF ga teng bo'lgan o'zaro ketma-ket ulangan havo kondensatorlar, EYuK $\varepsilon=20$ V li batareyaga ulangach, ikkinchi kondensator kerosin ($\varepsilon=2$) bilan to'ldiriladi. Bunda tizimdan qancha zaryad Q oqib o'tadi?



4-rasm

65. 4-rasmdagi kondensatorlarning umumiy sig'imi $C=5$ mkF ga teng. Ularga $U=220$ V kuchlanish qo'yilgan. $C_2=1.0$ mkF, $C_3=4.0$ mkF, bo'lsa C_1 ni qiymati va undagi Q_3 zaryad aniqlansin (4-rasm).



5-rasm

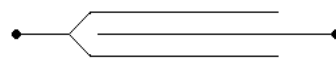
66. Sig'implari $C_1=2$ mkF, $C_2=2$ mkF, $C_3=3$ mkF kondensatorlar 5-rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Kondensator C_4 ni plastinkalari orasida $U=100$ V kuchlanish qo'yilgan.

Kondensatorlardagi umumiy zaryad hamda A va B nuqtalari orasidagi potentsiallar ayirmasi topilsin (5-rasm).

67. Har birining sig'imi $C=0.2 \text{ nF}$ bo'lgan ikkita kondensator o'zaro ketma-ket ulanib, $U_1=50 \text{ V}$ li manbadan zaryadlangan va manbadan uzib qo'yilgan, ulardan bittasini plastinkalari orasiga dielektrik ($\epsilon=3$) kiritilgan. Kondensatorlardagi kuchlanish U_2 qanday o'zgaradi?

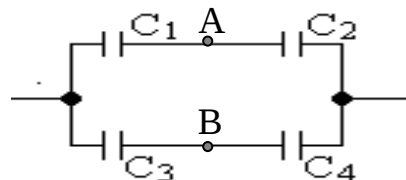
68. Ikkita bir xil havoli yassi kondensator ketme-ket ulanib, EYuK $\epsilon=12$ V ga teng bo'lgan tok manbaiga ulangan. Agar kondensatorlardan birini transformator yog'iga tushirilsa, ikkinchi kondensatordagi kuchlanish qanchaga o'zgaradi?

69. Ikkita bir xil kondensator o'zaro parallel ulanib, $U_1=150 \text{ V}$ gacha zaryadlangan. Manbadan uzilgach, kondensatorlardan birining plastinkalari oraliq'ini ikki marta kamaytirilsa, potentsiallar ayirmasi U_2 qanday o'zgaradi?



6-rasm

70. Har birining sig'imi $C=100 \text{ pF}$ bo'lgan ikkita yassi havo kondensatorlari o'zaro ketma-ket ulanib, tok manbaiga ulanadi. Agar ularning birini orasiga parafin ($\epsilon=2$) kiritilsa, kondensatorlarning sig'imi qanchaga o'zgaradi?



7-rasm

71. Ucha yassi plastinkadan tuzilgan havo kondensatorlari rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Plastinkalar har birining yuzasi $S=100 \text{ sm}^2$, oraliq masofalari $d=0.5 \text{ sm}$ bo'lsa kondensatorning sig'imi topilsin (6-rasm).

72. Ucha ketma-ket ulangan kondensatorlarning umumiy sig'imi $C=1 \text{ mkF}$, ulardan birining sig'imi $C_1=2 \text{ mkF}$ ni tashkil etadi. Agar ular parallel ulansa, umumiy sig'im $C=2 \text{ mkF}$ ni tashkil etadi. Qolgan ikki kondensatorlarning sig'imi C_2 va C_3 lar aniqlansin.

73. Yassi kondensator qoplamalarining yuzasi S ular orasidagi masofa d . Agar ularning orasiga kondensator qoplamasi yuzasiga teng, qalinligi esa d dan ancha kichik bo'lgan metall plastinka kiritilsa va kiritilgan plastinka kondensator qoplamalarining biridan l masofada joylashgan bo'lsa, kondensatorning sig'imi aniqlansin.

74. Yuzasi S , oraliq masofasi d ga teng yassi kondensator qoplamalari orasiga qalinligi $d_1=d/3$ ga teng bo'lgan metall plastinka kiritilgandan so'ng kondensator sig'imi topilsin.

75. Sig'irlari $C_1=0.5 \text{ mkF}$, $C_2=1 \text{ mkF}$ kondensatorlar va EYuK $E_1=2 \text{ V}$, $E_2=3 \text{ V}$ bo'lgan tok manbalari 7-rasmda ko'rsatilgandek ulangan. A va B nuqtalardagi potentsiallar ayirmasi $\phi_1-\phi_2$ topilsin.

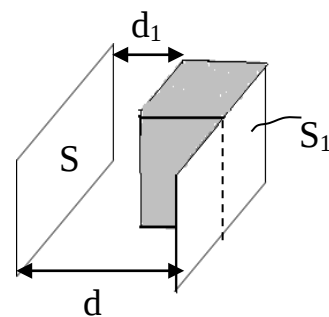
76. Yassi havo kondensator qoplamalari orasiga yuzasi $S_1=S/2$, qalinligi $d_1=d/2$ ga teng bo'lgan dielektrik ($\epsilon=2$) plastinka kiritilganda kondensatorning sig'imi necha marta o'zgaradi (8-rasm)?

77. 9-rasmda ko'rsatilgan sxemaning A va B nuqtalari orasidagi potentsiallar ayirmasi topilsin.

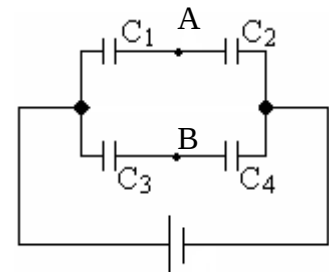
78. Qoplamalarining oralig'i $d=5 \text{ mm}$ bo'lgan yassi havo kondensator tok manbaidan $U=50 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasigacha zaryadlanib, keyin uzib qo'yilgan. Yuzasi kondensator qoplamasiga teng, qalinligi esa $d_1=1 \text{ mm}$ bo'lgan metall plastinka kondensator qoplamalari orasiga kiritilsa, kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasi qanchaga o'zgaradi ?

79. 10-rasmda ko'rsatilgan kondensatorlar batareyasining sig'imi kalit ulanganda o'zgarmaydi. Kondensator C_x ni sig'imi topilsin.

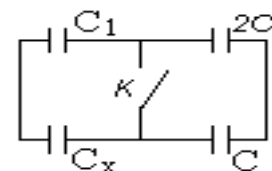
80. C_1 va C_2 kondensatorlar kalit K yordamida tok manbaiga ulanadi. Keyin undan uzilib, C_3 ga ulanadi. C kondensatorda paydo bo'lgan zaryad miqdori topilsin (11-rasm).



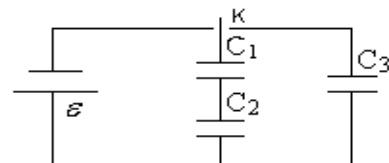
8-rasm



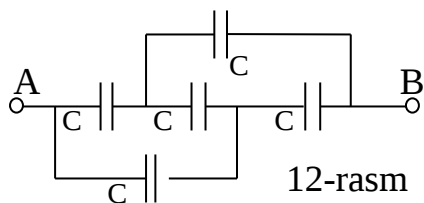
9-rasm



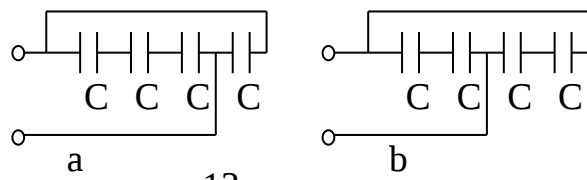
10-rasm



11-rasm



12-rasm



13-rasm

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari va topshiriqlar

1. Elektr maydoniga kiritilgan dielektrikning holati. Qutblangan va qutblanmagan dielektriklar.

2. Qutblanish vektori kattaligi bog'langan zaryadlarning sirt zichligi va tashqi elektr maydon kuchlanganligi bilan qanday bog'langan?

3.Elektr siljish vektorini ta'riflang. Siljish vektorini elektr maydon kuchlanganligi bilan qanday bog'langanligini tushuntiring. Bog'langan va erkin zaryadlarining sirt zichliklari qanday bog'langan .

4.Elektr maydoniga kiritilgan o'tkazgichni holati (o'tkazgichda bo'ladigan o'zgarishlar).Zaryadlangan o'tkazgich ichidagi elektr maydonning kuchlanganligi qanday bo'ladi?

5.Qanday sharoitda o'tkazgichlarda zaryadlar muvozanatda bo'ladi.Zaryadlangan o'tkazgichda zaryadlar qanday taqsimlanadi .Metallarda potentsiallar taqsimoti qanday bo'ladi?

6.O'tkazgichning elektr sig'imini tushuntiring. U nimaga bog'liq? Yakkalangan sharni elektr sig'imi qanday aniqlanadi ? Turli geometrik shakldagi kondensatorlar. Kondensatorlar tizimi , ularni ketme-ket va parallel ulash .

7.Zaryadlar tizimining energiyasi qanday aniqlanadi? Zaryadlangan o'tkazgichning energiyasi, kondensatorning energiyasi.

8.Nima uchun zaryadlangan o'tkazgichni energiyasini uning elektr maydoni energiyasiga teng deb qaraladi? Qanday qilib kondensator energiyasini elektr maydonini xarakterlovchi kattaliklar bilan ifodalash mumkin?

FOYDANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. M., "Nauka", 1971.

2. M.I.Ismoilov,M.S.Yunusov. Elementar fizika kursi, T., "O'qituvchi",1990.

3. I.V.Savelev. Umumiy fizika kursi. 1-tom. M., "Prosvetshenie", 1976.

4. Гершензон Э.М. Курс общей физики: Электричество и магнетизм. М., "Просвещение", 1980.

5.Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., "O'qituvchi", 1981.

6.Detlaf A.A.,Yavorskiy B.M.,Milkovski L.B. Fizika kursi.T.2. 1977.

7.Sivuxin D.B. Umumiy fizika kursi.T.3. 1989.

8.A.G.Chertov, A.A.Vorobyov. Fizikadan masalalar to'plami. 1988.

9.Yavorskiy B.M., Detlaf A.A., Milkovskaya L.B. Fizika kursi , 1977y.

10-MAVZU. O'ZGARMAS ELEKTR TOKI

Elektr toki deb elektr zaryadlarining tartibli harakatiga yoki zaryadlarning ko'chishi bilan bog'liq bo'lgan elektr maydoning tarqalishiga aytiladi.

Elektr tokining uch xil ta'siri mavjud:

1. **Issiqlik ta'siri.** Tok o'tganda o'tkazgich qiziydi. Isitgich asbob, cho'g'lanma lampalar va x.k.
2. **Tokning magnit ta'siri.** (elektromagnitlar, telegraf-telefon, tokli o'tkazgich atrofida magnit sterelkaning harakatlanishi).
3. **Elektr toki o'tganda moddaning kimyoviy tarkibi o'zgarishi.** (kislota, ishqor va tuzlar eritmasi-elektrolitlarda moddalarning ajralishi).

Tok kuchi deb o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan vaqt birligi ichida o'tgan zaryad miqdoriga aytiladi.

$$I = \frac{q}{t} = \frac{eN}{t} = \frac{enV}{t} = \frac{enSl}{t} = enSv = enSUE.$$

Tok kuchi elektr zaryadi kabi skalyar kattalikdir.

Tok kuchi birligi Mari Amper sharafiga Amper (A) qabul qilingan.

Tok kuchini o'lchaydigan asbob ampermetr deyiladi, u zanjirga ketme-ket ulanadi.

Tok zichligi deb o'tkazgichning bir-birlik kesim yuzidan o'tgan tokning kuchiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$j = \frac{I}{S}; \quad [j] = \left[\frac{I}{S} \right] = \left[\frac{A}{m^2} \right] \quad j = \frac{q}{St} = env = UneE.$$

Zanjirning bir qismi uchun om qonuni

O'tkazgichdagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish deb, bir birlik musbat zaryadni o'tkazgich bo'ylab ko'chirishda o'tkazgichdagi elektr maydon kuchining bajargan ishiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$U = \frac{A}{q} = \left[\frac{J}{Kl} \right] = [V] \text{ volt.}$$

O'tkazgichning qarshiligi deb zanjirdan tokni cheklash xossasiga aytiladi.

Zanjirning bir qismidan o'tayotgan tok kuchi o'tkazgichning uchlaridagi kuchlanishga to'g'ri proporsional. $R = \frac{U}{I}$. Qarshilikning birligi Giorg Om sharafiga Om qo'yilgan.

O'tkazgichning qarshiligi, moddaning turi geometric o'lchamlari va haroratiga bog'liq.

$R = \rho \frac{l}{S}$; ρ -solishtirma qarshilik, l -uzunlik, S -ko'ndalang kesim yuzi.

Qarshilikning termik koeffisienti deb o'tkazgichni bir gradusga qizdirganda qarshilikning nisbiy o'zgarishiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$R = R_0(1 + \alpha t)$ agar Kelvin shkalasi bo'yicha olinsa $R_t = R_0 \frac{T}{T_0}$.

O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash

Ketma-ket ulash deb oldingi o'tkazgichning ohiriga, keyingi o'tkazgichning boshini ulash usuliga aytiladi.

1) Ketma-ket ulashda zanjirning hamma qismidagi tok kuchi bir xil (o'zgarmasdir) $I = \text{const}$.

2) Ketma-ket ulashda zanjirning umumiy kuchlanishi qism kuchlanishlar yig'indisiga teng.

$$U_{k-k} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

3) Ketma-ket ulashda zanjirning ayrim qismlaridagi kuchlanish ularning qarshiliklariga to'g'ri proporsional. $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$.

Ketma-ket ulashda butun zanjirning ekvivalent qarshiligi ayrimqismlar qarshiliklarining yig'indisiga teng. $R_1 = R_2 = R_n$ bo'lsa $U_k = U_1 n$
 $R_k = n R_0$

Paralel ulash deb o'tkazgichlarning bir uchi bir tugunga, ikkinchisi esa boshqa tugunga ulangan o'tkazgichlar sistemasiga aytiladi.

1) $U = \text{const}$ $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$

2) Tok kuchi qism toklari yig'indisi teng $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$

3) Tok kuchlari tarmoq qarshiligiga teskari proporsional.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}; \quad I_{k-k} = I_0 n; \quad R_{par} = \frac{R}{n}.$$

n -ta o'tkazgich ketma-ketdan parallel ulashga o'tkazilsa qanday hosil bo'ladi.

$$R_{k-k} = R_0 n; \quad R_{par} = \frac{R}{n}; \quad R_{par} = \frac{R_{k-k}}{n^2}; \quad R_{k-k} = R_{par} n^2.$$

Simni ikkiga bo'lib parallel ulasak qarshilik quyidagicha bo'ladi:

$$R_{par} = \frac{R}{2^2} = \frac{R_{k-k}}{4}.$$

Qo'shimcha qarshilik quyidagiga teng: $R_q = R_0(n-1)$.

Shunt R_0 qarshilikli ampermetrning ko'rsatishini, ya'ni undan o'tayotgan tok kuchini n marta ko'paytirish uchun unga parallel qiliq resistor(shint) ulangan bo'lsin.

$$I = I_0 + I_{sh}; \quad U = I_0 R_0 = I_{sh} R_{sh}; \quad \text{yoki} \quad I_{sh} = I_0 \frac{R_0}{R_{sh}}; \quad n = \frac{I}{I_0} = 1 + \frac{R_0}{R_{sh}};$$

$$R_{sh} = \frac{R_0}{n-1}.$$

Tok manbalari. Elektr yurutuvchi kuch

O'tkazgichga elektr tokini vujudga keltirish uchun o'tkazgich ichida elektr maydon hosil bo'lishi shartdir. Bu vazifani tok manbalari bajaradi. (xilma-xil)

Elektr tok manbalari turli-tuman bo'lib, ularning barchasida musbat va manfiy zaryadlarni ajratish ishi bajariladi. Ajratilgan zaryadlar tok manbaining qutblarida to'planadi.

Qutb deb manbaning klemma (qisqich) lar orqali o'tkazgichlarga ulanadigan joylariga aytiladi. Tok kuchini bir qutbi musbat, ikkinchi qutbi manfiy zaryadlanib, ular orasida ichki elektr maydon hosil bo'ladi.

Elektr toki bilan ishlaydigan elektr dvigatellar, lampalar, plitalar, turli-tuman asboblari elektr energiya iste'molchilari deyiladi.

Tashqi kuchlarning ta'siri E.YU.K deb ataladi. Muhim fizik kattalik bilan xarakterlanadi. Manbaning E.YU.K deb bir birlik musbat zaryadni yopiq zanjir bo'ylab ko'chirishda tashqi kuchning bajargan ishiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi $\varepsilon = \frac{A}{q}$. Manbaning E.YU.K i zanjir ochiq bo'lganda uning qutblarida potentsiallar ayirmasiga teng bo'ladi.

Zanjirning butun qismi uchun Om qonuni quyidagicha ifodalanadi-

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \quad \varepsilon = U_R + U_r = IR + ir = I(R+r).$$

Yopiq zanjirdan o'tayotgan tokning kuchi manbaning E.YU.K ga to'g'ri proporsional, ichki va tashqi zanjir qarshiliklari yig'indisiga teskari proporsional.

Ketma-ket, aralash va parallel ulanganda tok kuchi quyidagicha bo'ladi.

$$I = \frac{\varepsilon_k}{R+r_k} = \frac{n\varepsilon_0}{R+nr_k}; \quad I = \frac{\varepsilon_{par}}{R+r_{par}} = \frac{n\varepsilon_0}{R+\frac{r_0}{n}}; \quad I = \frac{\varepsilon_{aral}}{R+\frac{n}{m}r}.$$

O'zgarmas tok ishi va quvvati

O'tkazgichda elektr toki o'tganda zaryad katta potentsialli nuqtadan kichik potentsialli nuqtaga ko'chadi. O'tkazgich uchlaridagi potentsiallar ayirmasi-kuchlanishga teng bo'lganda vaqt birligi ichida zaryadning o'tkazgich bo'ylab ko'chirishda bajargan ishi quyidagiga teng.

$$A = qU = IU t = Pt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t; \text{ to'la ish } A = q\varepsilon = I\varepsilon t = I^2 (R + r) t = \frac{U^2}{(R + r)} t;$$

Elektr tokining quvvati deb vaqt birligi ichida tokning bajargan ishiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$P = \frac{A}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}; \text{ to'la quvvat } P = \frac{A}{t} = I\varepsilon = I^2 (R + r) = \frac{\varepsilon^2}{(R + r)}.$$

Joul-Lens qonuni. O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori, tok kuchining kvadrati bilan o'tkazgich qarshiligi va tok o'tish vaqtining ko'paytmasiga teng.

$$Q = I^2 R t = IU t = \frac{U^2}{R} t; \quad Q = I^2 (R + r) t = I\varepsilon t = \frac{\varepsilon^2}{R + r} t.$$

Tok manbaining F.I.K. i deb, foydali ishni manbaning sarflangan to'liq energiyasiga nisbatiga aytiladi.

$$\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\% = \frac{U}{\varepsilon} \cdot 100\% = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%.$$

Qisqa tutashuv. Generator qutblarini juda kichik qarshilikli o'tkazgich bilan tutashtirish qisqa tutashuv deyiladi. $I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r}.$

Syuqliklarda elektr toki

Ionli elektr o'tkazuvchanlik ega bo'lgan eritmalarga **elektrolitlar** deyiladi.

Elektroliz vaqtida elektrodalarda ajralgan moddaning massasi elektrolit orqali o'tayotgan zaryadga to'g'ri proporsional. **m=kq**

k-proporsionallik koeffisienti bo'lib, u elektrodalarning shakliga ham, orasidagi masofaga ham, tokning kuchiga ham, temperatura, bosimga ham bog'liq bo'lmasdan, turli moddalar uchun turlicha bo'lib, u moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deyiladi. $k = \frac{m}{q}.$

Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deb elektrolitdan bir birlik elektr zaryadi o'tganda elektrodada ajralgan moddaning massasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$m = kIt; \quad k = Cx = \frac{A}{n F} \frac{1}{F}; \quad F = qN_A = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 96500 \frac{\text{Kl}}{\text{mol}} - \text{Faradey soni}.$$

MASALALAR YECHISH UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

1. Umumlashgan Om qonunini integral ko'rinishda qo'llanganda elektr toki bajargan ishini va quvvatini aniqlashda manbaning E.Yu.Ki,

kuchlanish va potentsiallar ayirmasi orasidagi farqlarga e'tibor bering. Bu kattaliklarning har biri bilan birlik zaryadni ko'chirishda bajarilgan ishini aniqlash mumkin. Lekin potentsiallar farqi bu Kulon kuchlarining bajargan ishi, E.Yu.K- bu tashqi kuchlarning bajargan ishi, kuchlanish esa, bu Kulon va tashqi kuchlarning birgalikda bajargan ishi bo'lib u tok kuchining zanjir to'la qarshiligiga ko'paytmasiga teng.

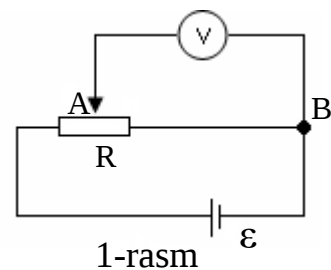
2.O'tkazgichlari ketma-ket va parallel ulangan zanjirdan o'tayotgan tok (ya'ni zaryad) faqat ketma-ket ulangandagina zanjirning hamma qismida bir hil bo'ladi. Kuchlanish esa har hil bo'lib, ularning yig'indisi zanjirdagi umumiy kuchlanishni beradi.

Zanjirning har hil nuqtalarini, qarshiligini e'tiborga olinmaydigan darajada kichik bo'lgan o'tkazgichlar bilan ulab, ularni potentsiallarini tenglashtirish mumkin. O'tkazgichlarni parallel ulanganda zanjirdagi kuchlanish umumiy bo'ladi, lekin zanjiridagi tok o'tkazgich qarshiliklariga proporsional ravishda taqsimlanadi.

3.Tarmoqlangan zaryadlar uchun Kirxgof qonunlari asosida tenglamalar tuzishda zanjirdagi toklarni yo'nalishlarini strelkalar bilan ko'rsatish qulaylik tug'diradi. Zanjirni aylanishda odatda soat strelkasi yo'nalishi "+" musbat yo'nalish qilib qabul qilingan. Bu yo'nalishda kelayotgan tok kuchi va uning IR ko'paytmasi "+" musbat deb olinadi, manbadan o'tilayotganda manfiy qutbdan musbatga o'tilsa E.Yu.K. musbat "+" deb olinadi .

Masalalar yechish namunalari

1-masala. Qarshiligi $R=100$ Om bo'lgan potentsiallar tok manbaiga ulangan. Uning E.Yu.K. $\varepsilon=150$ V va ichki qarshiligi $r=50$ Om (I-rasm). Qarshiligi $R=500$ Om bo'lgan potensiometrni qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan klemmlarini o'rtasiga ulangan voltmetrni ko'rsatishi nimaga teng bo'ladi? Shu nuqtalar orasida voltmetr bo'lmaganda kuchlanish nimaga teng bo'ladi?



Yechish: A va B nuqtalarga ulangan voltmetrdagi kuchlanish

$$U_1 = I_1 R_1 \quad (1)$$

formula bilan topiladi.

Bu yerda I_1 -zanjirni tarmoqlangan qismidagi tok kuchi, R_1 -bir-biriga parallel ulangan voltmeter qarshiligi R_v bilan potensiometr qarshiligi yarmisini natijaviysi

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R/2}, \quad \text{yoki} \quad R_1 = \frac{R \cdot R_v}{R + 2R_v} . \quad (2)$$

Zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok kuchi

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_3 + r}, \quad (3)$$

bu yerda R_3 - tashqi zanjirning qarshiligi va u

$$R_3 = \frac{R}{2} + R_1 \quad (4)$$

ga teng. Endi (2), (3) va (4) lardan foydalanib,

$$U_1 = \frac{\varepsilon}{\left(\frac{R}{2} + \frac{RR_v}{R + 2R_v} + r \right)} \cdot \frac{RR_v}{R + 2R_v} \quad (5)$$

ni topamiz. Bu hisoblash formulamizga son qiymatlarini qo'yamiz: A va B nuqtalar orasida voltmetr ulanmagandagi kuchlanish U_2 , quyidagicha aniqlanadi:

$$U_2 = I_2 \frac{R}{2} \quad (6)$$

bu yerda U_2 -yopiq zanjir uchun Om qonunidan topiladi. Demak,

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R + r}, \quad U_2 = \frac{\varepsilon}{R + r} \cdot \frac{R}{2} \quad (7).$$

$$\text{Hisoblaymiz: } U_2 = \frac{150}{100 + 50} \cdot 50 = 50 \text{ V} \quad (8) .$$

2-masala. E.Yu.K.lari bir hil bo'lgan uchta manbaga bir hil qarshiliklar ulanib (2-rasm) zanjir hosil qilingan. Hamma qarshiliklarda ajraladigan umumiy quvvat topilsin. Manbalarining ichki qarshiliklari e'tiborga olinmasin.

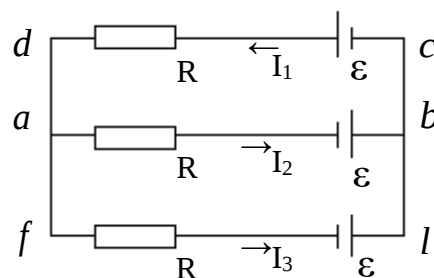
Yechish: zanjirning har bir qismida ajraladigan quvvat

$$P_i = I_i^2 R \quad (1)$$

ga teng. Bu yerda i-qaralayotgan zanjir bo'lagining tartib raqami, I_i -undagi tok tok kuchi, R_i -uning qarshiligi. Butun zanjirda ajraladigan quvvat

$$P = \sum_{i=1}^3 P_i = \sum_{i=1}^3 I_i^2 R_i . \quad (2)$$

Masalani echish uchun zanjirning har bir qismidagi I_1, I_2 na I_3 tok kuchlarini bilish kerak. Buning uchun Kirxgof qonunidan foydalanamiz. Konturni soat strelkasiga teskari yo'nalishda aylanib o'tishga kelishib, *abcd* va *cdfl* yo'nalishlarini 2-rasmida ko'rsatilgandek olamiz. U holda "b"



2-rasm

tugun uchun tenglama Kirxgofni I-qonuni asosida quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$-I_1 + I_2 + I_3 = 0, \quad (3)$$

$abcd$ va $cdfe$ konturlar uchun Kirxgofni 2-qonunidan foydalanamiz, quyidagi tenglamalarni tuzamiz

$$I_1 R + I_2 R = \varepsilon + \varepsilon = 2\varepsilon, \quad (4)$$

$$I_1 R + I_3 R = \varepsilon + \varepsilon = 2\varepsilon. \quad (5)$$

(3), (4) va (5) tenglamalarni birgalikda echib, tok qiymatlarini topamiz;

$$I_1 = \frac{4\varepsilon}{3R}, \quad I_2 = I_3 = \frac{2\varepsilon}{R}.$$

Bu ifodalarni (2)ga qo‘yamiz:

$$P = I_1^2 R + I_2^2 R + I_3^2 R = \frac{16\varepsilon^2}{9R} + \frac{4\varepsilon^2}{9R} + \frac{4\varepsilon^2}{9R} = \frac{8\varepsilon^2}{3R}.$$

Demak,

$$P = \frac{8\varepsilon^2}{3R}.$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Tok zichligi $j=2 \text{ A/mm}^2$ dan oshmasligi uchun o‘ramlar soni 1000 ta va diametri 6 sm bo‘lgan mis simli g‘altakka qanday kuchlanish berish mumkin?

2. Ko‘ndalang kesimi yuzasi $S=0.1\text{mm}^2$ bo‘lgan mis sim to‘pi berilgan. Hamma simning massasi $m=0.3 \text{ kg}$. Simning qarshili topilsin.

3. Kuchlanish manbai klemmlariga uzunligi $l=2 \text{ m}$ bo‘lgan mis sim ulangan. Simdan o‘tayotgan tok zichligi $j=10 \text{ A/m}^2$. Klemmalardagi kuchlanish U topilsin.

4. Ko‘ndalang kesimining yuzasi $S=0.5 \text{ sm}^2$ bo‘lgan metall simdan tok o‘tyapti. Agarda har kub santimetrda $n=5 \cdot 10^{21}$ erkin elektron bo‘lsa, elektronlarning o‘rtacha tartibli harakat tezligi topilsin.

5. Tok manbaini E.Yu.K. $\varepsilon = 2 \text{ V}$ va ichki qarshiligi $r = 0.5 \text{ Om}$. Agarda tok kuchi $I=0.25 \text{ A}$ va tashqi qarshilik R bo‘lsa, manba ichidagi kuchlanish tushuvi topilsin.

6. Tashqi qarshiligi $R = 3 \text{ Om}$ bo‘lgan zanjirdagi tok $I=0.3 \text{ A}$ bo‘lgan, $R=5 \text{ Om}$ da esa $I=2 \text{ A}$ bo‘lgan. Qisqa tutashuv tok topilsin.

7. $U_1=120 \text{ V}$ kuchlanishda va $I=4 \text{ A}$ tok kuchida normal yonadigan lampochkani $U_2=220 \text{ V}$ kuchlanishga ulash uchun qandan qo‘shimcha qarshilik olish kerak?

8. Ikkita lampochka va qo‘shimcha qarshilik R ketma-ket ulangan va ular $U=110 \text{ V}$ kuchlanishga ega bo‘lgan elektr tarmog‘iga ulangan.

Agarda har bir lampochkada kuchlanish tushuvi $U_1=40$ V va zanjirdagi tok kuchi $I=12$ A bo'lsa, qo'shimcha qarshilikning qiymati nimaga teng bo'ladi?

9. E.Yu.K. $\varepsilon=1.1$ V va ichki qarshiligi $r=10$ Om ga teng manba $R=9$ Om bo'lgan tashqi qarshilikka ulangan. Zanjirdagi tok kuchi I va tashqi zanjirdagi kuchlanish tushuvi U topilsin.

10. E.Yu.K.lari $\varepsilon=2$ V dan bo'lgan ikkita manbalar parallel ulangan va ular $R=1.4$ Om bo'lgan tashqi qarshilikka ulangan. Manbalarning ichki qarshiligi $r_1=1$ Om va $r_2=1.5$ Om ga teng. Har bir manbadagi tok kuchi I_1, I_2 va tashqi zanjirdagi tok kuchi I topilsin.

11. E.Yu.K. $\varepsilon=2$ V bo'lgan ikkita tok manbalari $R=0.5$ Om qarshilikka ketma-ket ulangan manbalarning ichki qarshiliklari $r_1=1$ Om va $r_2=1.5$ Om. Har bir manba klemmlaridagi kuchlanish tushuvi U_1 va U_2 lar topilsin.

12. Tok manbai, ampermetr va biror bir qarshilik o'zaro ketma-ket ulanganlar. Qarshilik uzunligi $\ell=100$ m va ko'ndalang kesim yuzasi $S=2$ mm² bo'lgan mis simdan yasalgan. Ampermetrning qarshiligi $R_A=0.05$ Om bo'lib u $I_1=1.43$ A tok kuchini ko'rsatayapti. Qarshilikni uzunligi $\ell_2=57.3$ m va ko'ndalang kesim yuzasi $S_2=1$ mm bo'lgan alyumin simdan bo'lsa, ampermetr $I=1$ A tok ko'rsatadi. Manbaning E.Yu.K. ε va ichki qarshiligi aniqlansin. Misning solishtirma qarshiligi $\rho_1=1.7 \cdot 10^{-8}$ Om·m, alyuminniki esa $\rho_2=2.53 \cdot 10^{-8}$ Om·m ga teng.

13. Qarshiligi $R_a=0.16$ Om bo'lgan ampermetr $R_1=0.04$ Om qarshilik bilan shuntlangan. Ampermetr $I=6$ A tok ko'rsatmoqda. Tarmoqdagi tok kuchi I nimaga teng?

14. $I_a=10$ A gacha tok kuchini o'lchaydigan, qarshiligi $R=0.18$ Om ga teng va shkalasi $N=100$ bo'limga bo'lingan ampermetr berilgan. $I=100$ A tok kuchini o'lchash uchun ampermetrni qanday R qarshilikka qaysi usulda ulash kerak? Bunda ampermetr shkalasining bir bo'limini qiymati qanchaga o'zgaradi?

15. $U_1=30$ V gacha kuchlanishni o'lchaydigan, qarshiligi $R=2000$ Om ga teng va shkalasi $N=150$ bo'limga bo'lingan voltmetr berilgan. Shu voltmetr bilan $U_2=75$ V kuchlanishni o'lchash uchun qanday qarshilik olib, uni voltmetrga qanday ulashimiz kerak. Voltmetr shkalasining bir bo'limini qiymati qanchaga o'zgaradi?

16. Generatoridan $I=100$ m masofada joylashgan laboratoriyada $I=10$ A tok sarf qiladigan isitish asbobi ulandi. Laboratoriyada yonib turgan lampochkalar klemmalarda kuchlanish qancha pasayadi? Mis simning

ko'ndalang kesimini yuzasi $S=5 \text{ mm}^2$, solishtirma qarshiligi $r=1.7 \cdot 10^{-5}$ teng.

17. Uzunligi $l=10 \text{ m}$ temirdan yasalgan sim $U=6 \text{ V}$ kuchlashlarga ulangan. Agar temirning solishtirma qarshiligi $r=9.8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$ bo'lsa, simdagi tokning zichligi j topilsin?

18. E.Yu.K $\varepsilon = 1.5 \text{ V}$ bo'lgan tok manbaiga qarshiligi $R=0.1 \text{ Om}$ ga teng g'altak ulanganda ampermetr $I=0.5 \text{ A}$ tokni ko'rsatadi. Tok manbaiga ketma-ket yana bir shunday E.Yu.K.ga ega bo'lgan manba ulanganda g'altakdagi tok $I=0.4 \text{ A}$ bo'ladi. Manbalarning ichki r_1 va r_2 qarshiliklari topilsin.

19. E.Yu.K. lari $\varepsilon_1=1.2 \text{ V}$ va $\varepsilon_2=0.9 \text{ V}$ va ichki qarshiliklari $r=0.1 \text{ Om}$, $r_1=0.3 \text{ Om}$ bo'lgan tok manbalari bir hil ishorali klemmlari bilan o'zaro ulangan. Ulovchi simlarning qarshilikgi $R=0.2 \text{ Om}$ bo'lsa, zanjirdagi tok I topilsin.

20. Mis simidan o'tayotgan tokning zichligi $j = 3 \text{ A/mm}$ ga teng. O'tkazgichdagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin, agar simning solishtirma qarshiligi $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$ bo'lsa.

21. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi noldan $I=3 \text{ A}$ gacha davomida bir tekis oshadi. O'tkazgichdan o'tgan zaryadning miqdori Q aniqlansin.

22. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi $I=4+2t$ qonun bo'yicha o'zgaradi, bunda I -Amperlarda va t -sekundlarda ifodalangan. O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan $t=2 \text{ s}$ dan $t=6 \text{ s}$ gacha qancha miqdorda zaryad o'tgan. Shunday vaqt ichida qanday o'zgarmas tok o'tganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan xuddi yuqoridagicha zaryad Q o'tadi.

23. Elektrostansiyaning uzatish klemma shinalarida kuchlanish $U = 6.6 \text{ kV}$ ga teng. Istemolchi undan $l = 10 \text{ km}$ masofada joylashgan. Agar ikki simli uzatish liniyasidan $I=20 \text{ A}$ tok o'tsa va o'tkazgichlardagi yo'qotish 3% dan oshmasa, bu liniya uchun ishlatiladigan mis simning ko'ndalang kesim yuzasi S topilsin. Mis R_V sim uchun $\rho = 1.7^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$.

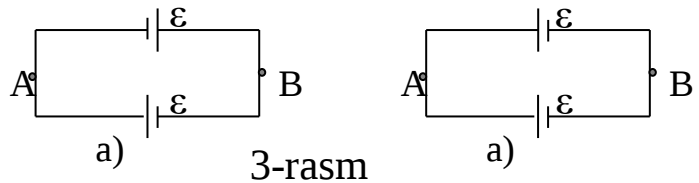
24. G'altak va ampermetr o'zaro ketma-ket ulangan bo'lib, ular tok manbaiga ulangan. G'altak klemmlariga ulangan va qarshiligi $R=2000 \text{ Om}$ bo'lgan voltmetr $U=100 \text{ V}$ ni ko'rsatadi. G'altakning qarshiligi topilsin. Agarda g'altakni qarshiligini aniqlashda voltmetrni o'tkazuvchanligi e'tiborga olinmasa, hatolik qancha foizni tashkil qiladi.

25. Kuchlanishi $U=120 \text{ V}$ bo'lgan tarmoqqa, qarshiligi $R=5000 \text{ Om}$ bo'lgan g'altak va voltmetr o'zaro ketma-ket ulangan. Voltmetr $U=80 \text{ V}$

ko'rsatmoqda. G'altakni boshqasi bilan almashtirilganda voltmeter $U=50\text{ V}$ ni ko'rsatgan. Ikkinchi g'altakning qarshiligi topilsin,

26. Akumliatorlar batareyasining ichki qarshiligi $r=3\text{ Om}$. Agarda batareya klemmlaridagi kuchlanish, qarshiligi $R=200\text{ Om}$ bo'lgan voltmeter bilan o'lchanganda, voltmeter ko'rsatishini E.Yu.K.ga teng bo'lsa, hatolik E.Yu.K.ni aniq qiymatini necha foizini tashkil etadi?

27. E.Yu.K. $\varepsilon=1.2\text{ V}$ va ichki qarshiligi $r=0.4\text{ Om}$ bo'lgan ikkita tok manbai 3-rasmda ko'rsatilganidek ulangan. A va B nuqtalar orasida birinchi va ikkinchi hol uchun potentsiallar ayirmasi va zanjirdagi tok kuchi topilsin.



28. Alyumin simdan tok o'tmoqda, simning ko'ndalang kesim yuzasi $S=2\cdot 10^{-6}\text{ m}^2$. O'tkazgichdagi erkin elektronlar sonini atomlarning soniga teng deb olib, elektronlarning tartibli harakat tezligi topilsin.

29. Ko'ndalang kesim yuzasi $S=1\text{ mm}^2$ bo'lgan simdan $I=11\text{ A}$ tokdan katta bo'lmagan tok o'tadi. Agarda har bir mis atomga bittadan o'tkazuvchanlik elektroni mos kelsa, o'tkazgichdan o'tayotgan elektronlarning o'rtacha tartibli harakat tezligi topilsin.

30. n ta bir hil tok elementlari ketma-ket va parallel ulanganda qisqa tutashuv toklarini taqqoslang.

31. Zanjirning biror qismidan o'tayotgan tok kuchi $I=0.5\text{ A}$ bo'lganda kuchlanish $U=8\text{ V}$ bo'lgan, $I=1.5\text{ A}$ bo'lganda esa kuchlanish $U=20\text{ V}$ bo'lgan. Zanjirning shu qismida E.Yu.K. qanday bo'lgan.

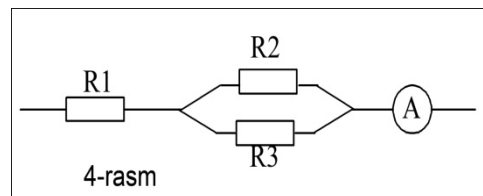
32. Uzunligi $\ell=15\text{ km}$ va ko'ndalang kesim yuzasi $S=1\text{ mm}^2$ bo'lgan mis simning har bir mis atomiga bittadan elektron mos keladigan deb hisoblab, shu simdan $U=7\text{ V}$ kuchlanish ostida tok o'tsa, simning bir uchidan ikkinchi uchigacha elektronlarni o'tish vaqti hisoblansin.

33. Shkalasi $U_v=100\text{ V}$ ga mo'ljallangan voltmeterdan $I=0.1\text{ A}$ tok o'tganda voltmetrning ko'rsatishi $U=1\text{ V}$ ga teng. Agarda voltmetrqa qo'shimcha $R=90\text{ kOm}$ qarsholik ulansa, shu voltmeter bilan eng katta qanday potentsiallar ayirmasi U ni o'lchash mumkin.

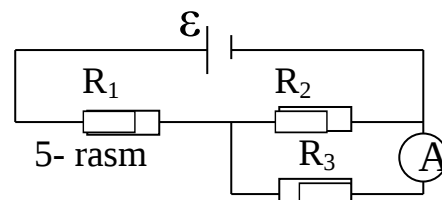
34. E.Yu.K. $\varepsilon=6\text{ V}$ bo'lgan batareyasiga qarshiliklari $R_0=5\text{ kOm}$ dan bo'lgan ikkita reostat ketma-ket ulangan. Agarda reostatlarni biriga qarshiligi $R=10\text{ kOm}$ bo'lgan voltmeter ulansa, u qancha kuchlanishni ko'rsatadi. Batareyalarni ichki qarshiligi etiborga olinmasin.

35. Shkalasining bir bo'limi qiymati 1 amper va ichki qarshiligi r bo'lgan elektromagnit asbob qo'shimcha qarshiligi R bo'lgan voltmetr sifatida foydalanilayapti. Shkalaning har bir bo'limini qiymati voltlarda qanchaga teng bo'ladi?

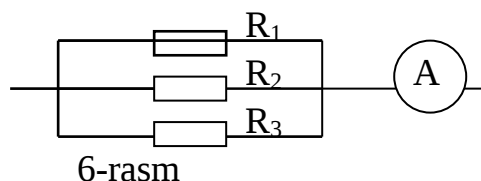
36. 4-rasmda ko'rsatilgandek ampermetr $I_1=3$ A ga teng tokni ko'rsatsa, qarshiliklar esa $R_1=40$ Om, $R_2=2$ Om va $R_3=4$ Om bo'lsa, shu qarshiliklardagi kuchlanish tushuvi topilsin. R_2 va R_3 qarshiliklardagi tok kuchlari I_2 va I_3 lar aniqlansin.



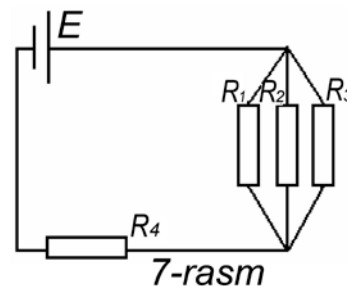
37. 5-rasmda ko'rsatilgan sxemadagi ampermetr ko'rsatayotgan tok kuchi topilsin. Bunda tok manbaini klemmlaridagi kuchlanish $U=2.1$ V, $R_1=5$ Om, $R_2=6$ Om, $R_3=3$ Om ga teng. Ampermetr qarshiligi etiborga olinmasin.



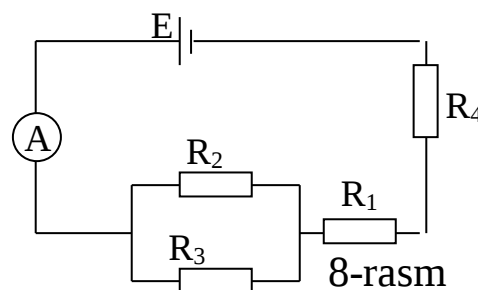
38. 6-rasmda $R_2=20$ Om va $R_3=15$ Om. R_2 qarshilikdan o'tuvchi tok kuchi $I=0.3$ A ga teng. Ampermetrni ko'rsatishi $I_{ra}=0.8$ A ga teng. R qarshilikni toping.



39. 7-rasmda $E=100$ V, $R_1=R_3=40$ Om, $R_2=80$ Om, $R_4=34$ Om. R_2 qarshilikdan o'tuvchi tok kuchini I_2 toping. Tok manbai qarshiligini etiborga olinmasin. $R_4=34$ Om.

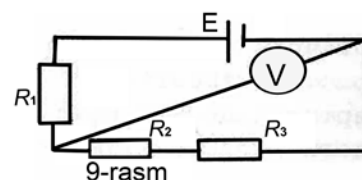


40. 8-rasmda E.Yu.K. $\varepsilon=120$ V, $R_3=20$ Om, $R_4=25$ Om, R_1 qarshilikda kuchlanish tushuvi $U_1=40$ V. Ampermetr $I=2$ A tokni ko'rsatmoqda. R_2 qarshilik aniqlansin.

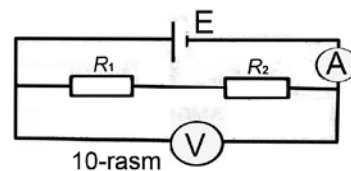


41. 9-rasmda E.Yu.K. $E=100$ V, $R_1=100$ Om, $R_2=200$ Om va $R_3=300$ Om. Agarda voltmetrni qarshiligi $R_v=2000$ Om bo'lsa, u qancha kuchlanishni ko'rsatadi. Batareya qarshiligi etiborga olinmasin.

42. 9-rasmda $R_1=R_2=R_3=200$ Om. Voltmetr $U=100$ V kuchlanishni ko'rsatmoqda. Voltmetrning qarshiligi $R_v=1$ kOm. Tok manbaini E.Yu.K. E topilsin. Uning ichki qarshiligi e'tiborga olinmasin.

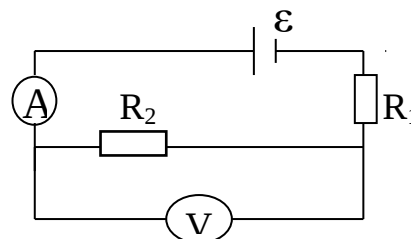


43. 10-rasmda voltmetrni qarshiligi $R_V = I$ kOm, batareyani E.Yu.K. $E = 110$ V va qarshiliklar $R_1 = 400$ Om $R_4 = 600$ Om bo'lsa, ampermetr va voltmetrni ko'rsatishi I va U topilsin. Batareya va ampermetrni qarshiligi etiborga olinmasin.



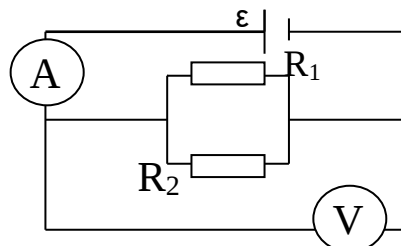
10-rasm

44. 11-rasmda tok manbai E.Yu.K. $E = 200$ V, voltmeter qarshiligi $R_V = 1$ kOm, $R_1 = R_2 = 600$ Om bo'lsa, ampermetr ko'rsatayotgan tok kuchi va voltmeter ko'rsatayotgan kuchlanishni toping. Batareya va ampermetrlarning qarshiliklari etiborga olinmasin.



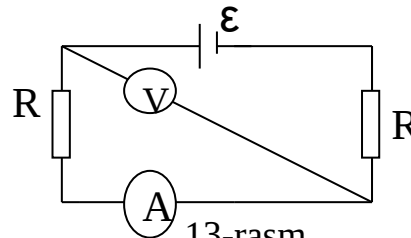
11-rasm

45. 12-rasmda voltmetrning qarshiligi $R_V = 2$ kOm tok manbaini E.Yu.K. $\varepsilon = 110$ V, qarshiliklar $R_1 = R_2 = 400$ Om bo'lsa, ampermetr va voltmetrni ko'rsatishlarini toping.



12-rasm

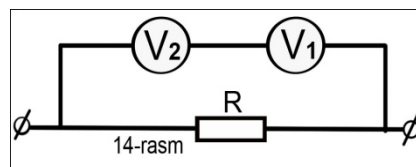
46. 13-rasmda voltmetrning qarshiligi $R_V = 1$ kOm, tok manbaini E.Yu.K. $\varepsilon = 110$ B, qarshiliklar $R_1 = 500$ Om, $R_2 = 300$ Om bo'lsa, ampermetr va voltmeter ko'rsatishlari topilsin.



13-rasm

47. O'zaro parallel ulangan $R_1 = 4$ Om va $R_2 = 6$ Om qarshiliklar E.Yu.K. $\varepsilon = 5$ V va ichki qarshiligi $r = 0.1$ Om bo'lgan manbaga ulangan. Qarshiliklardan o'tuvchi I_1 va I_2 tok kuchlari topilsin.

48. Zanjirdagi kuchlanishni o'lchash uchun ketma-ket ikkita voltmeter ulangan (14-rasm). Qarshiligi $R_1 = 5000$ Om bo'lgan birinchi voltmeter $U_1 = 20$ V ko'rsatmoqda, ikkinchisi esa $U_2 = 2$ V ko'rsatmoqda. Ikkinchi voltmetrning qarshiligi R_2 topilsin.



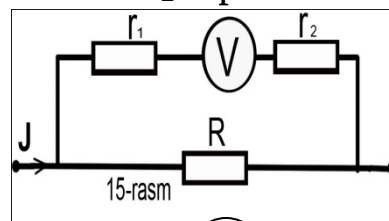
14-rasm

49. Kuchlanishi $U = 120$ V bo'lgan tarmoqqa qarshiligi $R = 200$ Om bo'lgan ikkita lampochka ulangan. Lampochkalar parallel va ketma-ket ulanganda, ulardan o'tuvchi tok I topilsin.

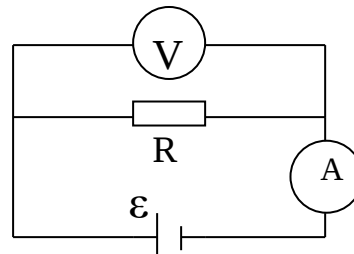
50. Qarshiligi $R = 36$ Om bo'lgan bir jinsli o'tkazgichni necha teng bo'lakka bo'lganda va bu bo'laklarni o'zaro parallel ulaganimizda ularning natijaviy qarshiligi $R_1 = 1$ Om bo'ladi?

51. Tok manbaiga qo'shimcha $R_2=120 \text{ k}\Omega$ qarshilik bilan ulangan voltmetrni qarshiligi $R_1=50 \text{ k}\Omega$ va u $U_1=100 \text{ V}$ kuchlanish ko'rsatmoqda. Manbaning klemmlaridagi kuchlanish U_2 topilsin.

52. Ichki qarshiligi $r_1=5 \text{ k}\Omega$, tarmoqlanguncha bo'lgan tok kuchi $I=1 \text{ A}$ (15-rasm) va qarshiliklar $R_2=2 \text{ k}\Omega$, $R=500 \text{ }\Omega$ bo'lgan zanjirda voltmetrning ko'rsatgan kuchlanish U topilsin.



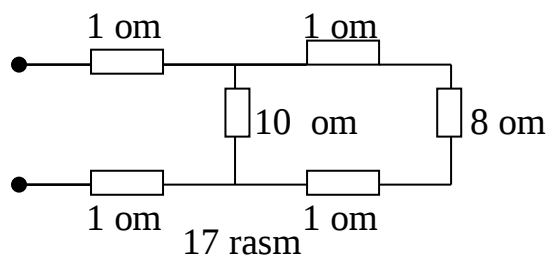
53. 16-rasmda keltirilgan elektr zanjirida ampermetr $I=0.04 \text{ A}$ tokni va voltmetr $U=20 \text{ V}$ kuchlanishni ko'rsatmoqda. Agarda $R=1000 \text{ }\Omega$ bo'lsa, voltmetrni qarshiligi R_v topilsin.



16 rasm

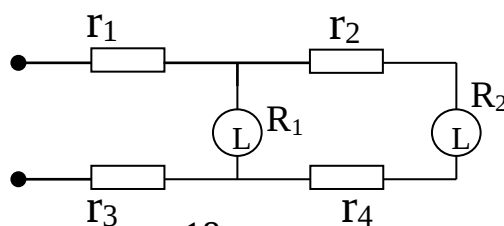
54. 17-rasmda keltirilgan elektr zanjirdagi umumiy qarshilik topilsin.

55. Kuchlanishi $U=12 \text{ V}$ bo'lgan manbaga ikkita lampasi bo'lgan elektrtarmog'i ulangan (18-rasm). Tarmoq qismlarini qarshiliklari $R_1=R_2=R_3=1.5 \text{ }\Omega$, har bir lampani qarshiligi $R=36 \text{ }\Omega$. Har bir lampochkadagi kuchlanish tushuvi U_1 va U_2 lar topilsin.



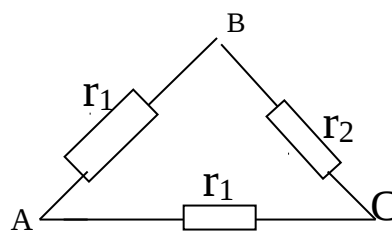
17 rasm

56. Uchta reostat 19-rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Agarda reostatlar zanjirga A va B nuqtalar orqali ulansa zanjirning qarshiligi $R_1=20 \text{ }\Omega$, agarda A, S nuqtalar orqali ulansa $R_2=15 \text{ }\Omega$ bo'lgan. Agarda $R_1=2R_2$ ekanligi ma'lum bo'lsa, R_1, R_2 va R_3 qarshiliklar topilsin.

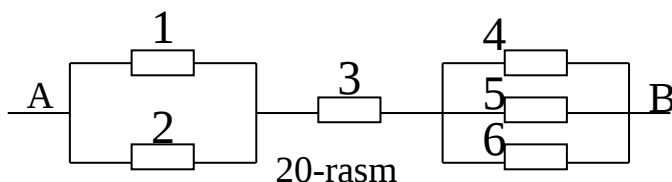


18 rasm

57. Agarda 20 - rasmdagi qarshiliklar $R_1=3 \text{ }\Omega$, $R_2=2 \text{ }\Omega$, $R_3=7.55 \text{ }\Omega$, $R_4=20 \text{ }\Omega$, $R_5=5 \text{ }\Omega$, $R_6=10 \text{ }\Omega$ bo'lsa, va zanjirning AB qismidagi kuchlanish $U_a=100 \text{ V}$ bo'lsa, har bir o'tkazgichdan o'tayotgai tok kuchi topilsin.

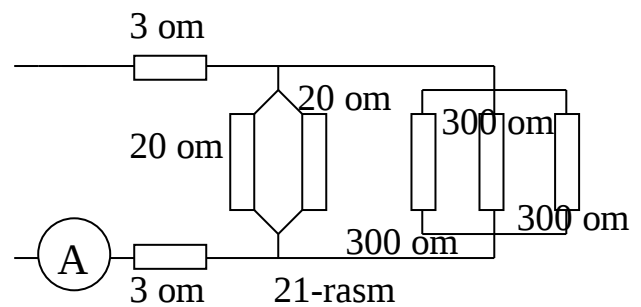


19-rasm

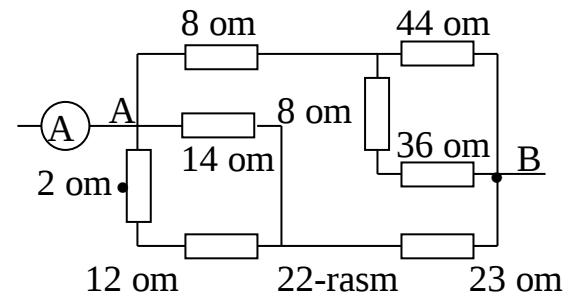


20-rasm

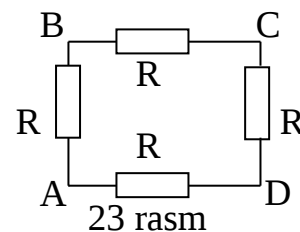
58.Agarda zanjirdagi (21-rasm) kuchlanish $U=110\text{ V}$ bo'lsa, zanjirning ekvivalent qarshiligi va ampermetrning ko'rsatishi topilsin.



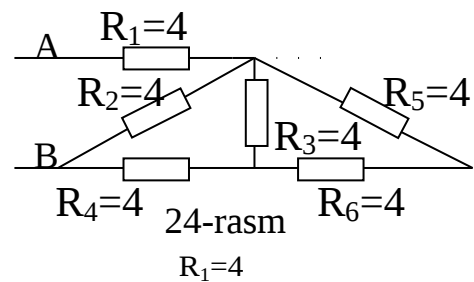
59.Zanjirdagi umumiy qarshilik (22-rasm), A va B nuqtalar orasida kuchlanish topilsin. Ampermetr $I=4\text{ A}$ tok kuchini ko'rsatmoqda.



60.Qarshiliklari $R=10\text{ Ohm}$ dan bo'lgan to'rtta qarshilik (23- rasm) ulangan. Agarda tok A va C orqali ulansa, umumiy qarshilik nimaga teng bo'ladi? A va D nuqtalarga ulangandachi?

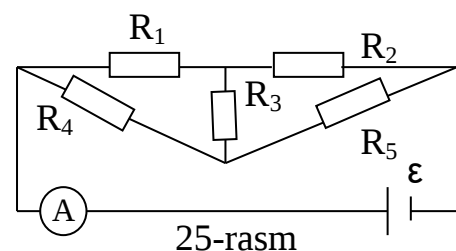


61.24-rasmda A,B nuqtalar orasidagi kuchlanish $U=12\text{ V}$ bo'lsa, zanjirning umumiy qarshiligi va o'tkazgichdagi tok kuchi topilsin.

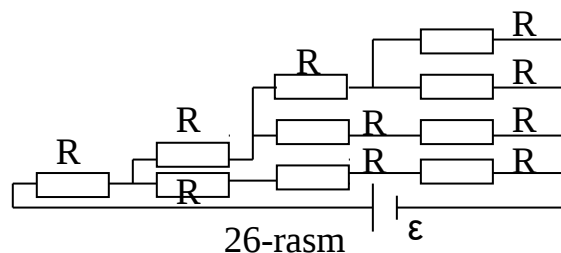


62.E.Yu.K. $\varepsilon=8.8\text{ V}$ bo'lgan tok manbaiga qarshiligi $R_2=1000\text{ Ohm}$ va R_1 - nomalum

qarshiliklar ketma-ket ulangan. R qarshilikdan keyin, qarshiligi $R=5000\text{ Ohm}$ bo'lgan voltmetr ulangan va u $U=4\text{ V}$ ni ko'rsatmoqda. Agarda voltmetrni uzib qo'ysak, qarshilikda qanday kuchlanish tushuvi U_1 hosil bo'ladi? Manbaning ichki qarshiligi etiborga olinmasin.

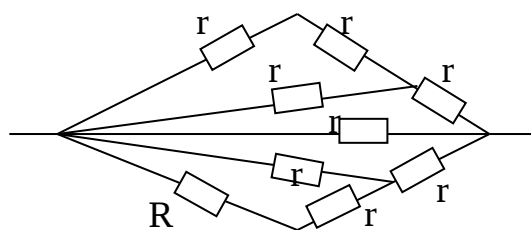


63.25-rasmda ko'rsatilgan sxemada ampermetr qanday tok kuchi I ni ko'rsatmoqda? $R_1=1.25\text{ Ohm}$, $R_2=3\text{ Ohm}$, $R_4=7\text{ Ohm}$ va tok manbaini E.Yu.K. $\varepsilon=2.8\text{ V}$. Ampermetr va manbaning qarshiligi etiborga olinmasin.



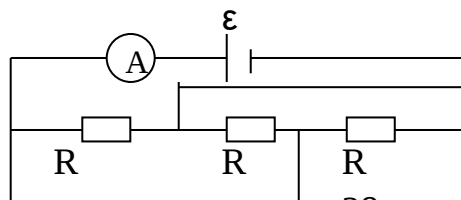
64.26-rasmda tok manbaini E.Yu.K. $\varepsilon=7.3\text{ V}$ ni va hamma qarshiliklar o'zaro teng bo'lib, umumiy qarshilik $R_u=34\text{ Ohm}$ ga teng bo'lsa, tok manбайдan o'tayotgan tok kuchi topilsin. Manbaning qarshiligi e'tiborga olinmasin.

65. 27-rasmda 9 ta bir hil qarshilik r shu sxema asosida ulangan. Zanjirning to'la qarshiligi $R=1.5 \text{ Om}$. Har bir qarshilikni qiymati topilsin.



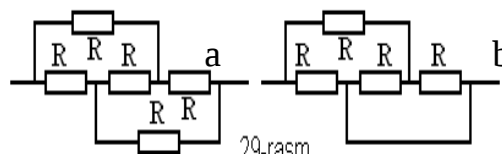
27-rasm

66. 28-rasmdagi sxema bo'yicha ulangan uchta bir hil qarshilik E.Yu.K. $\varepsilon = 12 \text{ V}$ va ichki qarshiligi $r=0.6 \text{ Om}$ bo'lgan tok manbaiga ulangan. Ampermetr $I=2 \text{ A}$ tok kuchini ko'rsatmoqda. Har bir qarshilik R ni qiymati topilsin.



28-rasm

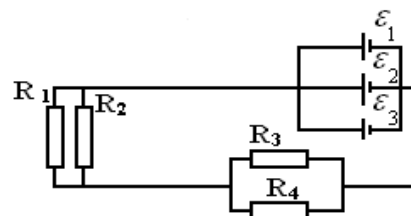
67. Kuchlanishi $U=24 \text{ V}$ bo'lgan tarmoqqa ikkita qarshilik ketma-ket ulangan. Bunda tok kuchi $I=0.6 \text{ A}$ ga teng bo'lib qoldi. Qarshiliklar parallel ulanganda esa tokning



29-rasm

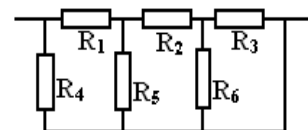
umumiy qiymati $I=3.2 \text{ A}$ bo'ldi. R_1 va R_2 qarshiliklarni qiymati topilsin.

68. 29-rasmdagi a) va b) sxemalarni umumiy qarshiliklari topilsin.



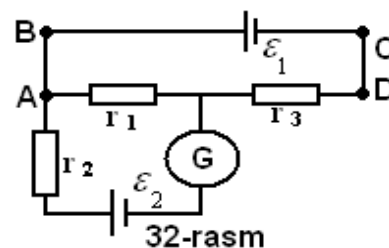
30-rasm

69. 31-rasmdagi zanjirning umumiy qarshiligi topilsin, agar $R_1=0.5 \text{ Om}$, $R_2=1.5 \text{ Om}$, $R_3=R_4=R_6=1 \text{ Om}$, $R_5=2/3 \text{ Om}$ ga teng bo'lsa.



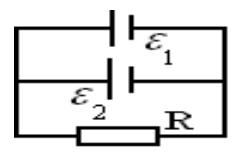
31-rasm

70. 30-rasmda ko'rsatilgan zanjirdagi umumiy tok kuchi va R_3 qarshilikdagi tok kuchi topilsin. Batareya uchta parallel ulangan elementlardan tashkil topib, ularning har birini E.Yu.K. $\varepsilon=1.44 \text{ V}$ ga, ichki qarshiligi esa $r=0.6 \text{ Om}$ ga teng. $R_1=R_2=1.2 \text{ Om}$, $R_3=2 \text{ Om}$, $R_4=3 \text{ Om}$.



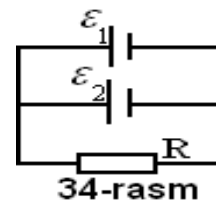
32-rasm

71. Elektr zanjiri ikkita galvanik elementdan, uchta qarshilikdan va galvanometrda tuzilgan (32-rasm). Zanjirda $r_1=100 \text{ Om}$, $r_2=500 \text{ Om}$, $r_3=20 \text{ Om}$. Birinchi elementni E.Yu.K. $\varepsilon=2 \text{ V}$. Galvanometr $I=50 \text{ mA}$ tokni ko'rsatadi, uning yo'nalishi esa strelka bilan ko'rsatilgan. Ikkinchi elementni E.Yu.K. ε_2 ni toping. Galvanometrni qarshiligi va tok manbalarni ichki qarshiliklari etiborga olinmasin.



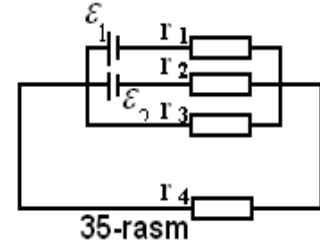
33-rasm

72. Ikki tok manbai: $\varepsilon_1=14$ V, ichki qarshiligi $r_1=2$ Om va $\varepsilon_2=6$ V, ichki qarshiligi $r_2=4$ Om, hamda reostat $R=10$ Om 33-rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Reostatda va tok manbalarida tok kuchi aniqlansin.

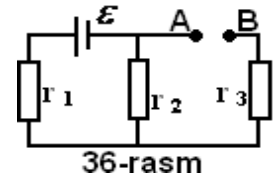


73. Reostat uchlarida kuchlanish tushuvi va har bir elementdagi tok kuchi topilsin (34-rasm). Bunda $\varepsilon_1=8$ V, $r_1=1$ Om, $\varepsilon_2=4$ V, $r_2=0.5$ Om va $R=50$ Om.

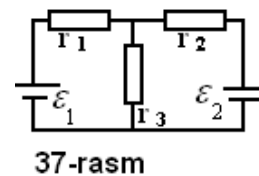
74. $r_1=2$ Om, $r_2=r_3=4$ Om va $r_4=2$ Om qarshiliklar va tok manbalari $\varepsilon_1=10$ V, $\varepsilon_2=4$ V 35-rasmdagidek ulangan bo'lsa, shu qarshiliklardagi kuchlanishlar topilsin. Manbaning qarshiligi etiborga olinmasin.



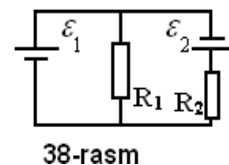
75. Uchta qarshilik $r_1=35$ Om, $r_2=1$ Om, $r_3=3$ Om, hamda $\varepsilon=1,4$ V bo'lgan element 36-rasmda ko'rsatilgandek ulangan. r_3 qarshilikdan $I=1$ A tok strelka bilan ko'rsatilgan yo'nalishda o'tishi uchun zanjirning A va B uchlariga qanday tok manbai ulashimiz kerak? Manbalarni ichki qarshiliklari etiborga olinmasin.



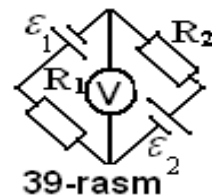
76. 37-rasmda $\varepsilon_1=4$ V, $\varepsilon_2=3$ V, $r_1=2$ Om, $r_2=6$ Om, $r_3=1$ Om bo'lsa, r_3 qarshilikdan o'tuvchi tok kuchi va shu qarshilikda kuchlanish tushuvi topilsin. Manbalarni ichki qarshiliklari etiborga olinmasin.



77. 38-rasmdagi zanjirda manbalarni E.Yu.K. $\varepsilon_1=50$ V, $\varepsilon_2=10$ V va ichki qarshiliklari $r=1.5$ Om, $r_2=0.5$ Om, R_0 qarshilikda tok kuchi nolga teng bo'lganda, R_1 qarshilikni qiymati topilsin.

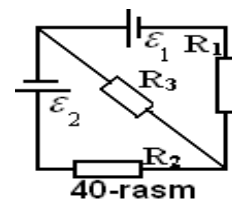


78. 39-rasmdagi sxemada $\varepsilon=\varepsilon_2$ va $R_1=R_2=100$ Om. Voltmetrni qarshiligi $R_v=100$ Om, kuchlanishi esa $U_v=200$ V. Manbalarning ichki qarshillarini e'tiborga olmagan holda E.Yu.K. ε_1 va ε_2 larni toping.



79. 39-rasmdagi sxemada $\varepsilon_1=\varepsilon_2=400$ V, $R_1=R_2=400$ Om. Voltmetrni qarshiligi $R_v=200$ Om. Voltmetrni ko'rsatishi topilsin. Manbalarni qarshiliklari e'tiborga olinmasin.

80. 40-rasmdagi sxemada $\varepsilon_1=10$ V, $\varepsilon_2=2$ V, $R_1=1$ Om, $R_2=4$ Om, $R_3=3$ Om. Zanjirning hamma qismida tok kuchi topilsin. Manbalarni ichki qarshiliklari e'tiborga olinmasin.



Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari va topshiriqlar

1. Elektr toki nima? Uning mavjud bo'lishi shartlarini, tok kuchi va zichligi. 2. Elektr zanjirida tok manbaining roli qanday? Tashqi kuchlar nima? Tok manbaining EYuK sini ta'riflang. Manbaining EYuK si, kuchlanishi va potentsiallar ayirmasi orasida qanday farq bor?

3. Elektr zanjirida tok kuchi nimaga bog'liq? Zanjirning bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan qismlari uchun Om qonunini ta'riflang. Om qonunini differensial va integral ko'rinishlarini yozing?

4. O'tkazgichning qarshiligi nimaga bog'liq? O'tkazgichlarni parallel va ketma-ket ulanganda umumiy qarshilik qanday topiladi?

5. Metallarda tok tashuvchilarning tabiati qanday? O'tkazgichlarning elektr qarshiligini klassik elektron nazariya asosida tushuntirib bering.

6. Tarmoqlangan elektr zanjirlari uchun Kirxgof qonunlarini ta'riflab, tushuntiring. Ular qanday fizik qonunlar asosida topilgan?

7. Elektr tarmog'idan tok o'tayotganda, elektr kuchlari qanday ish bajaradilar? Tokning issiqlikka ta'siri qanday qonun bilan ifodalanadi?

8. Tok manbaining quvvati qanday topiladi? Tashqi zanjirda qanday quvvat ajralib chiqadi? Tok manbaining F.I.K. nimaga teng?

FOYDANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Savelev I.V. "Umumiy fizika kursi" Toshkent "O'qituvchi" 1975 y.
2. Детлав А.А. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977.
3. Сивухин Д.В., Общий курс физики, М. Наука, 1983.

11-MAVZU. ELEKTROMAGNITIZM. BIO-SAVAR-LAPLAS QONUNI. AMPER VA LORENS KUCHI

1820 yilda daniya fizigi Taefs Xristian Ersted tajriba asosida magnit strelkasining ustiga parallel joylashtirilgan o'tkazgichdan tok o'tganda magnit strelkasining dastlabki vaziyatdan og'ishi va o'tkazgichga perpendikulyar joylashganligi aniqlandi. Parallel tokning o'zaro ta'sirini birinchi marta 1820 yil fransuz olimi Andre Amper tajriba asosida aniqlagan.

Qo'zg'almas elektr zaryadlari atrofida fazoda elektr maydon hosil bo'lganikabi elektr toki atrofida magnit maydon hosil bo'ladi.

Konturning magnit momenti vector kattalik bo'lib, uning yo'nalishi kontur sirtiga o'tkazilgan musbat normalning yo'nialishi bilan mos tushadi. $P = IS\vec{n}$

Magnit induksiya chiziqlari deb, shunday egri chiziqlarga aytiladiki, uning har bir nuqtasida magnit induksiya vektori urinma ravishda yo'nalgandir.

Agar parmaning ilgarilama harakati o'tkazgichdagi tokning yo'nalishi bilan mos tushsa, parma dastasining aylanishi esa tokli o'tkazgich atrofidagi magnit maydon kuch chiziqlarini ko'rsatadi.

Magnit maydonda joylashgan tokli ramka. $B = \frac{M}{IS_0}$

Magnit maydonda joylashgan to'g'ri o'tkazgich. $B = \frac{F}{Il}$; $B = \left[\frac{N}{A \cdot m} \right] = [Tl]$

To'g'i tokning magnit induksiyasi. $B = \frac{\mu\mu_0}{2} H = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2l}{R}$; $H = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{2l}{R}$

Aylana tokning magnit induksiyasi. $B = \mu\mu_0 H$

Salenoidning magnit induksiyasi. $B = \mu\mu_0 I = \mu\mu_0 I \frac{N}{l}$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{m}$

Amper qonuni. Magnit maydonda joylashgan o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch Amper kuchi deyiladi. $F_A = BIl \sin \alpha$

Magnit maydon induklsiyasi deb o'tkazgichdan bir birlik tok kuchi o'tayotganda magnit maydon kuch chiziqlariga perpendikulyar joylashgan o'tkazgichning uzunlik birligiga ta'sir qilayotgan kuchga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Lorens kuchi-magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadli zarrachaga ta'sir etuvchi kuch. $F_L = q\mathcal{B} \sin \alpha$

Lorens kuchi zarraning yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgani uchun ish bajarmaydi. Lorens kuchi harakatyo'nalishiga perpendikulyar yo'nalsa, u markazga intilma kuchdan iborat bo'ladi.

$$F_{m,i} = \frac{m\mathcal{G}^2}{R}; \quad F_{m,i} = F_L \Rightarrow \frac{m\mathcal{G}^2}{R} = q\mathcal{G}B; \text{ bundan } R = \frac{m\mathcal{G}}{qB}; \quad T = \frac{2\pi R}{\mathcal{G}} = 2\pi \frac{m}{qB}.$$

$$dB = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{Id\ell}{r^2} \sin \alpha \quad \text{va} \quad dH = \frac{B}{4\pi} \cdot \frac{Id\ell}{r^2} \sin \alpha \quad \text{Bio-Savar-Laplas qonuni}$$

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Bu movzudagi masalalar quyidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi:

- a) Superpozisiya usuli bilan berilgan shakldagi tokli o'tkazgichlar maydonini topish;
- b) Magnit maydonini tokka, yoki tokli konturga ta'siri;
- d) Magnit maydonida zaryadning xarakati;
- e) Magnit maydoni kuchining bajargan ishi.

Toklarni o'zaro ta'sirini asos qilib olib, magnit maydonining kuch xarakteristikasi sifatida magnit maydoni induksiyasi olinadi.

Magnit maydoni induksiyasini topishda Bio – Savar – Laplas qonunidan yoki bu qonun yordamida chiqarilgan formulalardan foydalaniladi. Ko'p hollarda uyurmali magnit maydon vektoridan foydalanishi mumkin.

Magnit maydonidagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni aniqlashda Amperni difrensial tenglamasini faqat bir jinsli maydondagi to'g'ri chiziqli o'tkazgichlar uchungina tadbiq qilish mumkin.

Amper va Lorens kuchlari yo'nalishini aniqlashda o'tkazgichni sekin asta harakat qiladi deb qaraladi, shu sababli elektro – magnit induksiyasi hisobga olinmaydi.

Masalalar yechish namunalari

1-masala.

Teng tomonli uchburchak konturi bo'yicha $I=40\text{A}$ tok o'tyapti. Uchburchak tomoni $a=30\text{sm}$ ga teng. Uchburchak uchlaridan tushirilgan balandliklar tutashgan nuqtada magnit maydoni induktsiyasi V aniqlansin.

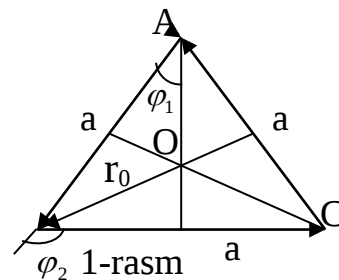
Yechish:

0 nuqtadagi induksiya B_0 superpozitsiya prinsipiga asosan, uchburchakning har – bir tomoni hosil qilgan magnit maydon induksiylarining yig'indisiga teng

$$\vec{B}_0 = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3.$$

Uchburchak markazida bu vektorlarning yo'nalishi chizma tekisligiga perpendikulyar bo'ladi. Simmetriya tushunchasiga asosan.

$$B_1 = B_2 = B_3 = B.$$



Demak ,

$$B_0 = 3V.$$

O'tkazgichni bir qismi uchun magnit maydoni induktsiyasi quyidagicha ifoda bilan aniqlanadi

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R_0} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2).$$

Rasmdan ko'rinadiki

$$\varphi_2 = \pi - \varphi; \quad R_0 = \frac{a}{2} \operatorname{tg} \alpha,$$

shuning uchun

$$B_0 = \frac{3\mu_0 I}{2\pi a} \cdot \frac{\cos \varphi_1 - \cos(\pi - \varphi_1)}{\operatorname{tg} \varphi_1} = \frac{3\mu_0 I \cos^2 \varphi_1}{\pi a \sin \varphi_1},$$

$$\text{demak, } \varphi_1 = \frac{\pi}{6}; \quad \sin \varphi_1 = \frac{1}{2}; \quad \cos \varphi_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad B_0 = \frac{9\mu_0 I}{2\pi a},$$

formulada ishtirok etgan kattaliklarni o'rniga qo'yib arifmetik hisoblashlarni bajaramiz.

$$B_0 = \frac{9 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 40}{2\pi \cdot 0.3} = 2,4 \cdot 10^{-4} T_A.$$

2- masala

$I=5A$ tok o'tayotgan cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich bilan bir tekislikda $I_1=0.2A$ tok o'tayotgan to'g'ri chiziqli ramka joylashgan. Ramka tomonlari $a=0.2m$, $b=0.1m$ uzunlikka ega. Ramkaning uzun tomoni to'g'ri tok bilan parallel joylashgan bo'lib, ulardagi to'kning yo'nalishi to'g'ri o'tkazgich toki bilan bir xil. Agar o'tkazgich va ramkaning eng yaqin tomoni orasidagi masofa $a=0.05m$ bo'lsa, to'g'ri tokni ramkaning har bir tomoni bilan o'zaro ta'sirini aniqlang.

Yechish:

Ramkaning uzun tomonlari to'g'ri o'tkazgichdan $R=x_0$ va $R=x_0+B$ masofada joylashgan. Ramkaning har bir tomoniga ta'sir qiluvchi kuch

$$F = \int_l dF = \int_l IBd \sin(\vec{dl}, \vec{B}) = \int_l IBdl,$$

$(\vec{dl}, \vec{B})$ - burchak, har bir tomon uchun $\frac{\pi}{2}$

teng.

Cheksiz uzun o'tkazgich magnit maydon induksiya ko'rinishga ega bo'ladi.

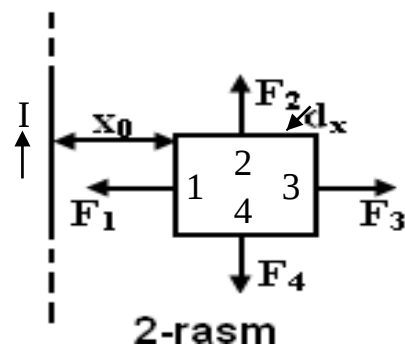
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R},$$

bu yerda R -to'g'ri tokdan tekshirilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Ramkaning 1 va 3 tomonlari o'zaro parallel va tok yo'nalishlari qarama – qarshi. Shuning uchun magnit maydonining kuchi yo'nalishlari bir – biriga qarama qarshi F_1 va $F_1 > F_3$ ning qiymatini (1) formulaga qo'yib va integrallab, kuch uchun quyidagi ko'rinishga kelimiz $F_1 > F_3$ bo'ladi.

$$F_1 = \frac{\mu_0 I_1 I}{2\pi x_0} a; \quad F_2 = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I \cdot a}{2\pi(x_0 + b)}.$$

Ramkaning 2 va 4 tomonlari uchun integrallashda o'zgaruvchi X masofa x_0 dan x_0+B gacha o'zgaradi.



$$F_2 = F_4 = \int_{X_0}^{X_0+B} \frac{\mu_0 I_1 I}{2\pi X} dx = \frac{\mu_0 I_1 I}{2\pi} \ln \frac{X_0 + b}{X_0}.$$

Formuladagi kattaliklarni qiymatlari qo'yilib, F_1 va F_2 hisoblanadi.

$$F_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 0,2}{2\pi \cdot 0,05} \cdot 0,2 = 8,0 \cdot 10^{-7} \text{ N};$$

$$F_3 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 0,2}{2\pi \cdot 0,15} \cdot 0,2 = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ N}.$$

$$F_2 = F_4 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 0,2}{2\pi} \ln \frac{0,15}{0,05} = 2,2 \cdot 10^{-7} \text{ N}.$$

Yechim birligini tekshiramiz.

$$[F] = \frac{N}{A^2} \cdot A^2 \cdot \frac{M}{M} = N.$$

3-masala

Elektron $U=400\text{V}$ ga teng bo'lgan tezlatuvchi potentsiallar ayirmasida harakatlanib, kuchlanganligi $N=10^3 \text{ A/M}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga kiradi. Agar tezlik yo'nalishi maydon kuch chiziqlariga perpendikulyar bo'lsa electron xarakat trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin.

Yechish:

Magnit maydonida harakat qilayotgan elektronga Lorens kuchi ta'sir qiladi. Kuchning yo'nalishi tezlik yo'nalishiga perpendikulyar bo'lganligi sababli, u elektronga normal tezlanish beradi. Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan.

$$F_A = ma_n, \text{ yoki } |e|\nu B \sin \alpha = \frac{mv^2}{R}; \quad (1)$$

bunda e – electron zaryadi, m – electron massasi, ν - electron tezligi, $\nu \perp B$ bo'lganligidan $\alpha=90^\circ$, $\sin\alpha=1$. (1) formuladan egrilik radiusi R

$$R = \frac{mv}{eB}, \quad (2)$$

formulaga kiruvchi impuls mv ni kinetik enetgiya orqali ifodalasak

$$\frac{mv^2}{2} = T, \text{ va } mv = \sqrt{2mT}; \quad (3)$$

$$T = |e|u \text{ ekanligidan } mv = \sqrt{2m|e|U} \text{ bo'ladi.}$$

Magnit maydon induksiyasi B magnit maydoni kuchlanganligi N bilan $B=\mu_0 N$ ko‘rinishida bog‘langan, μ_0 – magnit doimiysi.

B va $m v$ larning qiymatini (2) formulaga qo‘ysak, R uchun quyidagi ifodaga ega bo‘lamiz.

$$R = \sqrt{\frac{2m|e|u}{\mu_0|e|N}} = \sqrt{\frac{2mu}{\mu_0 N}}. \quad (4)$$

(4) formuladagi kattaliklarni qiymatlarini qo‘yib, R ni aniqlaymiz.

$$R = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 400}{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 10^3}} = 6,37 \cdot 10^{-2} m.$$

Yechim birligini chiqaramiz:

$$R = \sqrt{\frac{[m] \cdot [u]}{[\mu_0] \cdot [N]}} = \sqrt{\frac{kg \cdot V \cdot kl}{(N/A^2) \cdot \frac{A}{M} \cdot kl}} = \sqrt{\frac{kg \cdot J \cdot M \cdot A}{N \cdot kl}} = \sqrt{\frac{kg \cdot M \cdot M \cdot C^2 \cdot M}{C^2 \cdot kg \cdot M / s}} = M.$$

4 - masala

Tomonlari $a=10\text{sm}$ bo‘lgan va $I=100\text{A}$ tok o‘tayotgan yassi kvadrat shaklidagi kontur magnit induksiyasi $B=1\text{ Tl}$ bo‘lgan maydonda erkin joylasha oladi. Konturni, uning qarama-qarshi tomonlari o‘rtasidan o‘tuvchi o‘rtasidan o‘tuvchi o‘q atrofida 90° ga burilishda tashqi kuchlar bajargan bajargan ish topilsin.

Yechish:

Magnit maydonida joylashgan tokli konturga aylantiruvchi moment ta’sir etadi.

$$M=P_m B \sin \alpha.$$

Bu yerda P_m – konturning magnit momenti, B – Magnit maydoni induksiyasi, α - konturga normal yo‘nalgan P_m bilan $\vec{B}$ orasidagi burchak.

Dastlabki holda, kontur magnit maydonida erkin joylashadi. Bu holda kuch momenti 0 ga teng bo‘ladi, chunki $\alpha = 0$ ya’ni P_m va $\vec{B}$ yo‘nalishlari bixil. Tashqi kuchlar konturni muvozanat (erkin) holatidan qo‘zg‘atsa konturni dastlabki holatga qaytaruvchi kuch momenti hosil bo‘ladi, mana shu kuch momentini yengish uchun tashqi kuchlarga qarshi ish bajariladi.

Kuch momenti konturning joylashishiga qarab o'zgarhanligi uchun, bajarilgan ish quyidagi formula orqali topiladi
 $dA = Md\varphi = P_m B \sin \varphi \cdot d\varphi$ va

$$\Phi = \int_0^{\varphi} P_m B \sin \varphi \cdot d\varphi;$$

$P_m = IS = Ia^2$ ligini hisobga olsak, dA ish $dA = IBa^2 \sin \varphi d\varphi$ ko'rinishiga keladi.

Bu yerda S – kontur yuzas $S=a^2$, I – konturdagi tok kuchi, $\varphi = \frac{\pi}{2}$

.Demak, $A = IB \cdot a^2 \int_0^{\varphi} \sin \varphi d\varphi = I \cdot Ba^2$.

Bu formuladagi kattaliklar qiymatlarini qo'yib, ishni hisoblaymiz

$$A = 100 \cdot 1 \cdot 0.01 \text{ J} = 1 \text{ J}.$$

Yechim birligi:

$$[A] = [I][B][a^2] = A \cdot T_1 \cdot M^2 = \frac{A \cdot N \cdot M^2}{M \cdot A} = NM = J.$$

Masalani boshqacha usul bilan ham yechish mumkin.

Magnit maydoni tokli o'tkazgichni bo'luvchi Amper kuchini bajargan ishi $A = I(F_2 - F_1)$ ga teng, bu yerda F_1 va F_2 – kontur bilan cheklangan boshlang'ich va oxirgi magnit oqimi.

Boshlang'ich holatda kontur mustaxkam joylashadi, bundan

$$F_1 = BS \cos(\vec{B}\vec{n}) = BS \cos 0^\circ = Ba^2; \quad \vec{B} \uparrow \uparrow \vec{n},$$

$$F_2 = BS \cos(\vec{B}\vec{N}) = BS \cos 90^\circ = 0 \text{ ga teng.}$$

Tashqi kuchlar bagargan ish

$$A' = -A = -I(F_2 - F_1) = IBa^2.$$

Hosil qilingan formula oldingi yechimda hosil qilingan formula bilan mos tushadi.

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Bir biridan $r=0.1\text{m}$ masofada joylashgan ikkita cheksiz uzun o'tkazgichlar orqali qarama-qarshi yo'nalishda $I=30\text{A}$ tok o'tmoqda. O'tkazgichlar orasidagi masofani o'rtasida joylashgan nuqtada magnit maydon kuchlanganligi topilsin.

2. Ikkita parallel cheksiz uzun o'tkazgichlar orqali bir yo'nalishda $I_1=I_2=15\text{ A}$ tok o'tmoqda. Agar o'tkazgichlar orasidagi masofa 0.5m bo'lsa, ularni biridan $r_1=0.4\text{m}$ va ikkinchisidan $r_1=0.3\text{m}$ masofada joylashgan nuqtada maydon kuchlanganligi topilsin.

3. Bir – biridan $d=0.01$ masofada joylashgan va qarama-qarshi yo'nalishda $I=30\text{A}$ tok, o'tayotgan o'tkazgichlarning biridan $r_1=0.15\text{m}$ va ikkinchisidan $r_2=0.05\text{m}$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni kuchlanganligi va induksiyasi topilsin.

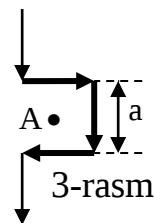
4. Uzun, ingichka va to'g'ri o'tkazgichdan $I=20\text{ A}$ tok o'tmoqda. Undan $r=4\text{sm}$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni induksiyasi $\vec{B}$ topilsin.

5. Cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich to'g'ri burchak ostida egilgan, undan $I=5\text{A}$ tok o'tmoqda. Burchak bissektrisasida joylashib burchak uchidan $r=0.1\text{m}$ masofada bo'lgan nuqtada magnit maydoni induksiyasi aniqlansin.

6. Ikkita uzun va o'zaro parallel bo'lgan o'tkazgichlar orqali bir xil yo'nalishda $I_1=10\text{A}$ va $I_2=15\text{A}$ tok o'tmoqda. O'tkazgichlar orasidagi masofa $d=0.1\text{m}$. Birinchi o'tkazgichdan $r_1=0.08\text{m}$ va ikkinchi o'tkazgichdan $r_2=0.01\text{m}$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni kuchlanganligi $\vec{H}$ topilsin.

7. Ikkita o'zaro parallel joylashgan o'ramlar markazlarini birlashtiruvchi chiziqda yotuvchi nuqtada, hamda har bir o'ramning markazida magnit maydon induksiyasi topilsin. O'ramlar radiusi $r_0=0.1\text{m}$ ularning markazlari orasidagi masofa $a=0.2\text{m}$ va o'ramlarning har biridan $I_1=I_2=3\text{A}$ tok o'tmoqda.

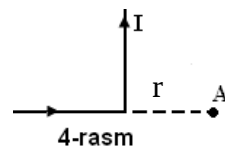
8. Tomonlari $a=0.4\text{m}$ ga teng bo'lgan kvadrat shaklida bukilgan cheksiz uzun o'tkazgichdan o'tayotgan tok aniqlansin, agar kvadrat markazida joylashgan A nuqtada magnit maydoni kuchlanganligi $H=50a/m$ bo'lsa (3-rasm).



9. Tomonlari $a=0.1\text{ m}$ ga teng bo'lgan kvadrat shaklida bukilgan o'tkazgichdan $I=100\text{A}$ tok oqib o'tmoqda. Kvadrat markazida magnit maydoni induksiya $\vec{B}$ aniqlansin.

10. Ingichka simdan yasalgan xalqadan tok oq'ibo'tmoqda. Tok kuchini o'zgartirmay xalqaga kvadrat shakli berildi. Xalqa markazida magnit maydoni induksiya necha marta o'zgargan.

11. Cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgichdan $I_1=3.14\text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. To'g'ri o'tkazgichga parallel qilib $d=0.2\text{ m}$ masofada doiraviy o'ram joylashtirilgan. Doiraviy o'ram markazidan tushirilgach perpendikulyar to'g'ri o'tkazgichga normaldir. O'ramdan $I_2=3\text{ A}$ tok o'tmoqda. O'ram radiusi $r=0.3\text{ m}$ bo'lsa, uning markazida magnit maydoni induksiya qanday bo'ladi?

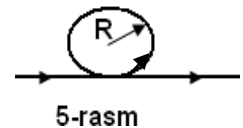


12. To'g'ri burchak shaklida bukilgan ingichka simdan $I=6\text{A}$ tok oqib o'tmoqda. To'g'ri burchak markazida magnit maydoni induksiya $\vec{B}$ topilsin.

13. Radiusi $r=0.16\text{m}$ bo'lgan ingichka g'altak o'ramidan $I=5\text{A}$ tok o'tmoqda. Agar magnit maydoni kichlanganligi $H=800\text{A/M}$ bo'lsa, g'altakdagi o'ramlar soni qancha?

14. Cheksiz uzun o'tkazgich to'g'ri burchak ostida bukilgan. O'tkazgichdan $I=20\text{A}$ tok o'tmoqda. Burilish burchagidan $r=0.05\text{m}$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni, induksiya B qanday bo'ladi? 4-rasm.

15. Tik joylashgan uzun o'tkazgichdan yuqoridan pastga qarab tok o'tmoqda. O'tkazgichning o'rtasiga yaqin shunday nuqta topilsinki, unda yerning magnit maydoni va tokning magnit maydoni qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan maydon tik yo'nalgan bo'lsin. Yer magnit maydon kuchlanganligini gorizontal tashkil etuvchisi $H_0 = 20 \frac{A}{M}$.



5-rasm

16. Uzun cheksiz o'tkazgich, undan radiusi $R=0.08m$ li yasalgan xalqacha urinma hosil qilingan. O'tkazgichdagi tok $I=2A$. Agar xalqa tekisligi o'tkazgichga perpendikulyar joylashgan bo'lsa, uning markazida magnit maydoni kuchlanganligi topilsin. 5-rasm.

17. Izolyasiyalangan o'tkazgich bo'lagidan radiusi R bo'lgan xalqa yasalib o'zgarms tok manbaiga ulangan. Agar o'tkazgichning shu bo'lagidan $R/2$ radiusli ikkita xalqalar hosil qilinsa, xalqa markazida magnit maydon kuchlanganligi qanday o'zgaradi.

18. Doiraviy o'ram markazi $I_2=6A$ tok o'tib turgan cheksiz uzun o'tkazgichdan $d=20sm$ masofada joylashgan. Doiraviy o'ram tekisligiga o'tkazilgan normal, cheksiz o'tkazgich orqali o'tgan tekisligida joylashgan bo'lib, unga perpendikulyardir. Doiraviy o'ramdan $I_2=3 A$ tok o'tmoqda, uning radiusi $R=10sm$. Doiraviy o'ram markazida magnit maydoni induksiyasi topilsin.

19. Bir-biridan $d=0.05m$ masofada joylashgan o'zaro parallel tekisliklarda radiusi $r=0.04m$ bo'lgan ikki o'ram joylashgan. O'ramlardagi to'klar bir-hil bo'lib $I_1=I_2=1A$ gat eng tokning quyidagi yo'nalishlari uchun:

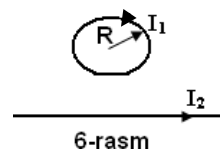
a) o'ramlardagi toklar bir-hil yo'nalishda bo'lsa,

b) o'ramlardagi toklar yo'nalishi qarama-qarshi yo'nalishda bo'lsa o'ramlarning birining markazida magnit maydoni induksiyasi topilsin.

20. Uzunligi $60 sm$ bolgan o'tkazgichdan $I=30A$ tok o'tmoqda. Cheksiz uzun o'tkazgich bo'lagining chekka nuqtalaridan bir-hil masofada va markazidan $d=20sm$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni induksiyasi topilsin.

21. Uzun cheksiz o'tkazgich 90° burchak ostida bukilgan va undan $I=20\text{A}$ tok o'tyapti. Burchak bissektrisasida joylashgan va burchak uchidan $r=0.1\text{m}$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni induksiya topilsin.

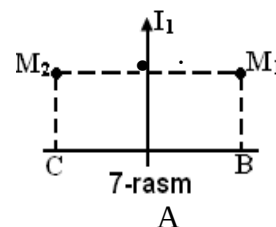
22. Ikkita bir-hil radiusli xalqasimon o'tkazgichlar umumiy markazga ega va o'zaro perpendikulyar tekislikda joylashgan. Ularning natijaviy magnit maydoni $2 \cdot 10^{-4}\text{Tl}$. Birinchi xalqaning shu nuqtadagi magnit maydoni induksiya $B_1=1.6 \cdot 10^{-4}\text{Tl}$. Agar birinchi xalqadagi tok kuchi $I_1=8\text{A}$ bo'lsa, berilgan nuqtadagi ikkinchi o'tkazgichni magnit maydoni induksiya va tok kuchi aniqlansin.



23. $I_1=13.4\text{A}$ to'k o'tib turgan $R=0.052\text{m}$ radiusli doiraviy o'tkazgich $I_2=22\text{A}$ tok o'tayotgan to'g'ri o'tkazgich bilan bir tekislikda joylashgan. Doiraviy o'tkazgichning markazi bilan to'g'ri o'tkazgich orasidagi masofa 0.093m . Doiraviy o'tkazgichning markazida magnit maydoni induksiya topilsin.

24. Bir – biridan 0.1m masofada joylashgan ikkita cheksiz uzun o'tkazgichlardan bir-hil yo'nalishda 60A tok o'tmoqda. Birinchi o'tkazgichdan 0.06m va ikkinchi o'tkazgichdan 0.12m masofada joylashgan A nuqtada magnit maydoni induksiya aniqlansin.

25. Tomonlari 10sm dan bo'lgan olti qirrali qilib bukilgan ingichka o'tkazgichdan $I=20\text{A}$ tok o'tmoqda. Olti qirraning markazida magnit maydon induksiya aniqlansin.



26. Ikkita cheksiz uzun o'tkazgichlar bir-biriga perpendikulyar ravishda bir tekislikda joylashgan.

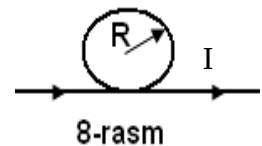
M_1 va M_2 nuqtalarda maydon kuchlanganligi topilsin. O'tkazgichlardagi tok kuchi $I_1=2\text{A}$, $I_2=3\text{A}$ va masofalar $M_1A=M_2A=0.02\text{m}$. $BM_1=CM_2=0.01\text{m}$ ga teng.

27. Radiusi $r=0.08\text{m}$ bo'lgan doiraviy o'tkazgichning markazidagi magnit maydoni induksiya $\vec{B}=12\pi \cdot 10^{-6}\text{Tl}$ ga teng. O'ram markazidan $d=0.06\text{m}$ masofada joylashgan va o'ram o'qida yotayotgan nuqtada magnit maydon induksiya topilsin.

28. Ikki doiraviy o'ram umumiy markazga va perpendikulyar tekislikda joylashgan. Har bir o'ramning radiusi 0.02m bo'lib, ulardan $I_1=I_2=5\text{A}$ tok o'tmoqda. O'ramlar markazida magnit maydon induksiyasi topilsin.

29. To'g'ri cheksiz uzun o'tkazgich radiusi $R=0.08$ ga teng bo'lgan xalqa hosil qiladi. Agar xalqa markazida magnit maydoni induksiyasi $B=40 \cdot 10^{-7}\text{Tl}$ bo'lsa, o'tayotgan tok qiymati aniqlansin.

30. O'tkazgich va undan hosil qilingan xalqa bir tekislikda joylashgan. Xalqa radiusi $R=0.06\text{m}$. Agar uzun o'tkazgichdan $I=12\text{A}$ tok o'tib turgan bo'lsa, xalqa markazida magnit maydoni induksiyasi aniqlansin.



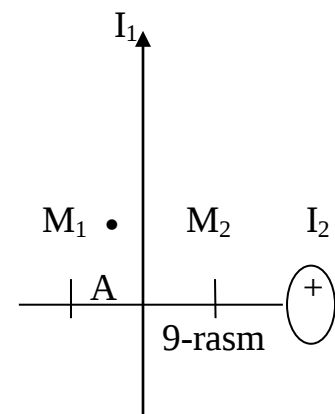
31. Ikkita to'g'ri o'tkazgich bir biriga parallel joylashgan va ular orasidagi masofa $d=0.06\text{m}$. O'tkazgichlardan qarama-qarshi yo'nalishda $I_1=I_2=5\text{A}$ tok o'tmoqda. Har bir o'tkazgichdan $r=0.11\text{m}$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni induksiyasi va yo'nalishi aniqlansin.

32. $I=11\text{A}$ tok o'tayotgan xalqasimon o'tkazgich markazida magnit maydoni kuchlanganligi $H=120\text{ A/M}$. Xalqaning diametri va uning markazidagi magnit maydonini induksiyasi topilsin.

33. AB o'tkazgich bo'lagi magnit maydonining C nuqtasidagi kuchlanganligi topilsin. Agar o'tkazgichdan $I=30\text{A}$ tok o'tayotgan bo'lsa, o'tkazgich bo'lagi C nuqtada 90° burchak ostida ko'rinsa va C nuqta o'tkazgich bo'lagining o'rtasidan o'tkazilgan perpendikulyarda joylashgan bo'lib, undan $r=0.06$ uzoqlikda joylashgan.

34. Parallel tekislikda bir-biridan $d=0.05\text{m}$ masofada radiuslari $r=0.04\text{m}$ bo'lgan ikkita xalqa joylashgan. Xalqalardan $I_1=I_2=4\text{A}$ tok o'tmoqda. Quyidagi xollar uchun xalqalarning bittasini markazida magnit maydoni kuchlanganligi aniqlansin:

- xalqalarda tok bir-xil yo'nalishda bo'lsa;
- xalqalarda o'tayotgan tok yo'nalishi qarama-qarshi.



35.Parallel tekislikda va bir-biridan 0.1m masofada radiusi $r=0.04\text{m}$ bo'lgan ikki doiraviy xalqa joylashgan. Doiraviy xalqalardan $I_1=I_2=2\text{A}$ tok o'tmoqda. Ikki doiraviy xalqa markazidan bir xil masofada joylasjgan nuqtada:

a) xalqalarda tok bir-xil yo'nalishda bo'lsa ;

b)xalqalarda tok yo'nalishi qarama-qarshi yo'nalishda bo'lsa magnit maydon induksiyasi aniqlansin.

36.Ingichka o'tkazgich tomonlari $d=0.1\text{m}$ bo'lgan olti qirra qilib bukilgan. Undan $I=20\text{A}$ tok o'tmoqda. Olti qirra markazida magnit maydoni induksiyasi topilsin.

37. Ikiita cheksiz uzun o'tkazgichlar o'zaro perpendikulyar tekisliklarda joylashgan. Agar $M_1A=M_2A=0.01\text{m}$, $AB=0.02\text{m}$ va ular o'tayotgan toklar kuchi $I_1=2\text{A}$, $I_2=3\text{A}$ M_1 va M_2 nuqtalarda magnit maydoni induksiyasi topilsin.

38.Xalqasimon o'tkazgichdan tok o'tyapti. Tok kuchini o'zgartirmay xalqani olti qirra shaklida o'zgartirilgan. Xalqa markazidagi magnit maydoni induksiyasi qanday o'zgaradi.

39. $I=50\text{A}$ tok o'tayotgan o'tkazgich 90° burchak ostida bukilgan. Burchak bissektrisasida joylashib, burchak uchidan $d=0.2\text{m}$ masofada bo'lgan nuqtada magnit maydoni induksiyasi aniqlansin. O'tkazgichning ikkala uchi ham burchak uchidan juda uzoqda joylashgan deb hisoblansin.

40.Xalqa shaklidagi o'tkazgichdan tok oqib o'tmoqda. Magnit maydon kuchlanganligi $H_1=50\text{ A/M}$. Tok kuchini o'zgartirmay, unga kvadrat shakli berilsa, kvadrat dioganallari tutashgan nuqtada magnit maydoni kuchlanganligi H_2 qanday bo'ladi?

41.Radiusi $R=0.2\text{m}$ bo'lgan o'tkazgichdan, $n=8$ ta o'ramlar soni bo'lgan tangens – galvonometrdan o'tayotgan tok kuchi aniqlansin, agar o'ramlar markaziga joylashtirilgan magnit strelkasi $\alpha = 45^\circ$ ga og'gan bo'lsa. Yerni magnit maydonini gorizontal tashkil etuvchisi $H_0=16\text{A/M}$. Tangens – galvonametrning o'ramlarini tekisligi magnit meridiani tekisligi bilan ustma-ust tushadi.

42. Quyidagi hollarda ikki konsentrik halqalar markazidagi magnit maydon induksiyasi topilsin ;

- a) to'klar bir tekislikda yotib yo'nalishlari bir xil bo'ladi;
- b) to'klar bir tekislikda yotib yo'nalishlari qarama-qarshi yo'nalgan;
- c) toklar o'zaro perpendikulyar tekislikda joylashgan bo'lsa.

43. Tomonlari $a=0.1\text{m}$ ga teng qilib shakilga o'tkazgichdan 5A tok o'tmoqda. Kvadrat uchlaridan uning tomonlari uzunligiga teng masofada yotgan nuqtada magnit maydoni kuchlanganligi topilsin.

44. Tomonlari 0.1m bo'lgan kvadrat shaklidagi o'tkazgichning uchta tomonidan 5A tok o'tmoqda. To'rtinchi tomon o'rtasida magnit maydoni kuchlanganligi va induksiyasi qanday?

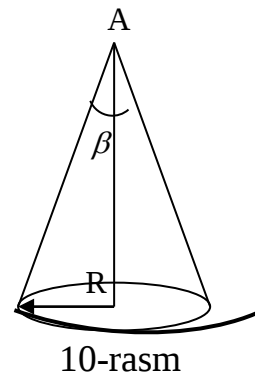
45. Tomonlari $a=0.1\text{m}$ bo'lgan kvadrat shaklidagi o'tkazgichdan $I=2\text{A}$ tok o'tmoqda. Kvadrat markazida magnit maydoni induksiyasi topilsin.

46. Radiuslari $R_1=2\text{ m}$ va $R_2=3\text{ m}$ bo'lgan ikkita doiraviy o'ramlar o'zaro parallel tekislikda joylashgan va ular markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqli shu tekisliklarga perpendikulyar bo'lib, $d=0.08\text{ m}$ uzunlikka ega. Ikkinchi o'ramdan $I_2=1\text{A}$ tok o'tayotgan bo'lsa, o'ramlar markazlaridan bir – xil uzoqlikda joylashgan nuqtada magnit maydon induksiyasi 0 bo'lishi uchun birinchi doiraviy o'ramdan qanday tok o'tishi kerak.

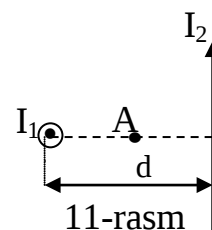
47. To'g'ri cheksiz uzun o'tkazgichdan $I_1=3.14\text{A}$ tok o'tmoqda. Bu o'tkazgichga doiraviy tok tekisligi parallel qilib joylashtirilgan va doiraviy tok markazidan to'g'ri o'tkazgichga o'tkazilgan perpendikulyar, o'ram joylashtirilgan tekislikka ham normaldir. Doiraviy o'ramdan $I_2=3\text{A}$ tok o'tmoqda. O'ram markazidan to'g'ri o'tkazgich orasidagi masofa $d=0.2\text{m}$, o'ram radiusi $r=0.3\text{m}$. Doiraviy o'ram markazida magnit maydonini induksiyasi topilsin.

48. Cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich 120° burchak ostida bukilgan bo'lib, undan $I=50\text{A}$ tok o'tmoqda. Burchak bissektrisasida joylashgan va burchak uchidan $d=0.05\text{m}$ masofada joylashgan nuqtada magnit maydoni induksiyasi topilsin?

49. Radiusi $R=0.1\text{m}$ bo'lgan ingichka doiraviy o'tkazgichdan o'tayotgan tok aniqlansin, A nuqtada magnit maydoni kuchlanganligi $B=1\text{ mT}$, burchak $\beta=10^\circ$. 10 –rasm.



50. Ikkita uzun to'g'ri o'tkazgichlar bir-biri bilan to'g'ri burchak ostida kesishgan, ulardan $I_1=80\text{A}$ tok o'tmoqda. Ular orasidagi masofa $d=0.1\text{m}$. Ikki cheksiz o'tkazgichdan bir xil uzoqlikda yotgan A nuqtada magnit maydon induksiyasi aniqlansin (11-rasm).



51. Doiraviy o'ram markazida magnit maydoni kuchlanganligi 500A/m , o'ramning magnit momenti $P_m=6\text{ A m}^2$. O'ramdagi tok kuchi va o'ram radiusi topilsin.

52. Bir jinsli magnit maydoni kuchlanganligi 2kA/m . Bir jinsli magnit maydoni kuchlanganligi 2kA/m unda radiusi $R=0.05\text{m}$ bo'lgan o'ram joylashgan. O'ram tekisligi magnit maydoni kuchlanganligi bilan 60° burchak xosil qiladi. O'ramdan $I=4\text{A}$ tok o'tmoqda. O'ramga ta'sir etuvchi aylantiruvchi moment M topilsin.

53. Solenoid kesim yuzasidan o'tayotgan magnit oqimi $F=50\text{ mVb}$. Solenoid uzunligi 0.5 m . Solenoid o'ramlari bir – biriga yopishtirib o'ralgan bo'lsa solenoidning magnit momenti aniqlansin.

54. $I=10\text{A}$ tok o'tayotgan va bir jinsli magnit maydonga joylashtirilgan ramkaga ta'sir etuvchi aylantiruvchi kuch momenti topilsin, magnit maydon induksiyasi 0.5T , o'ramlar soni $N=50$ ta, ularning yuzasi $S=20\text{sm}^2$, normal bilan maydon yo'nalishi 30° burchak xosil qiladi.

55. O'ramlar soni $N=10^3$, diametri 0.04m va magnit maydoni tekisligiga gorizonttal ravishda joylashgan g'altakdagi tok kuchi $I=8\text{A}$. G'altakning magnit momenti va unga ta'sir etuvchi aylantiruvchi kuch momenti topilsin. Yer magnit maydoni kuchlanganligini vertical tashkil etuvchisi $H_0=40\text{A/M}$ ga teng.

56. Elektromagnit qutiblari orasida induksiyasi $B=0.5\text{ T}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoni hosil bo'ladi. Bu maydonga $I=30\text{A}$ tok o'tayotgan

va uzunligi 0.7 m bo'lgan o'tkazgich kiritilgan. Agar o'tkazgich magnit maydoniga perpendikulyar joylashtirilgan bo'lsa, unga ta'sir etuvchi kuch aniqlansin.

57. Vertikal joylashgan uzun to'g'ri chiziqli o'tkazgichdan 0.02m masofada uzunligi $l=10\text{m}$ va diametri $d=10^{-4}\text{m}$ ga teng ipga magnit momenti $10^{-2}\text{A}\cdot\text{m}^2$ bo'lgan kichik magnit strelka osilgan. Magnit strelkasi o'tkazgich va ip tekisligida joylashgan. Agar o'tkazgichdan $I=30\text{A}$ tok o'tkazilsa magnit strelkasi qanday burchakka og'adi? Ip moddasining siljish moduli $G=6\cdot 10^9\text{H/m}^2$. Sistema yer magnit maydonidan muxofaza qilingan.

58. Solenoid o'ramlarining diametri uning o'qining uzunligidan $n=4$ marta katta. Simlar o'ramining zichligi $2\cdot 10^3\text{m}^{-1}$. O'ramlardan $I=0.1\text{A}$ tok o'tayotgan bo'lsa:

- a) solenoid o'qining o'rtasida;
- b) asoslaridan birining markazida magnit maydoni kuchlanganligi topilsin.

59. Radiusi 0.1m bo'lgan xalqa induksiyasi $B=0.318\text{ Tl}$ teng bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. Xalqa tekisligi magnit maydon induksiyasi yo'nalishi bilan 30° burchak hosil qiladi. Xalqadan o'tayotgan magnit oqimi topilsin.

60. Ingichka simdan $N=200$ o'ramga ega bo'lgan galvonometr ramkasi elastik ipga osilib qo'yilgan. Ramkaning yuzasi $S=1\text{m}^2$ bo'lib, u induksiyasi $B=15\text{mTl}$ ga teng magnit maydoni kuch chiziqlari bo'ylab joylashgan. Ramkadan $I_1=5\text{mA}$ tok o'tkazilganda u $\alpha=15^\circ$ ga burildi. Ramkadan $I_2=7.5\text{mA}$ tok o'tkazilsa, u qanday burchakka buriladi? Ipning burilish moduli qanday?

61. Yuza tomonlari 10 sm va 5 sm bo'lgan hamda $n=200$ o'ramdan iborat to'g'ri burchakli g'altak bir jinsli magnit maydonga joylashtirilgan. Magnit maydon induksiyasi $B=0.05\text{ Tl}$. G'altak o'ramlaridan $I=2\text{A}$ to'k o'tayotgan bo'lsa unga ta'sir etuvchi maksimal aylantirish kuch momenti topilsin?

62. Kvadrat shaklida o'tkazgichdan yasalgan ramka uzun to'g'ri o'tkazgich bilan bir tekislikda yotib, uning ikki tomoni uzun o'tkazgichga parallel joylashgan. Ramka va o'tkazgichdan $I_1=I_2=1\text{kA}$ tok o'tmoqda. Agar ramkaning o'tkazguchga yaqin tomoni o'tkazgichdan uning uzunligiga teng masofada joylashgan, ramkaga ta'sir etuvchi kuch aniqlansin.

63. $I=50\text{A}$ tok o'tayotgan uzun o'tkazgich bilan bir tekislikda to'g'ri burchakli ramka joylashtirilgan. Ramkaning $l=0.65\text{m}$ li uzun ikki tomoni o'tkazgich bilan parallel joylashgan. O'tkazgichdan ramkaning eng yaqin tomonigacha bo'lgan masofa, ramkaning kengligiga teng. Ramkadan o'tayotgan magnit oqimi topilsin.

64. 80 o'ram sm zichlikda o'ralgan solenoidning o'rta qismida diametri $d=4\text{cm}$ bo'lgan doiraviy o'ram joylashtirilgan. Doiraviy o'ram tekisligi solenoid o'qi bilan 60° burchak xosil qiladi. Solenoid o'ramlaridan $I=1\text{A}$ tok o'tayotgan bo'lsa, doiraviy o'ramdan o'tuvchi magnit oqimi topilsin.

65. Kesim yuzasi $S=1.5 \cdot 10^{-2}\text{m}^2$ bo'lgan kalta g'altak $N=200$ o'ramlar soniga ega bo'lib undan 4A tok o'tmoqda va u magnit maydon kuchlanganligi 8kA/m bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. G'altak o'qi magnit maydoni yo'nalishi bilan 60° burchak xosil qilgan bo'lsa uning magnit mo'menti va aylantiruvchi mamenti topilsin.

66. Magnit maydon induksiya $B=0.5\text{ Tl}$ ga teng bo'lgan bir jinsli maydonga $J=10\text{A}$ tok o'tayotgan ramka joylashtirilgan. Agar ramka kesim yuzasi $S=0.2 \cdot 10^{-2}\text{m}^2$ va 500 o'ramdan tashkil topgan bo'lib magnit maydon yo'nalishi bilan 30° burchak xosil qilsa, ramkaga tasir etuvchi, aylantiruvchi moment topilsin.

67. 0.2m radiusli o'ram magnit meridiani tekisligida joylashtirilgan. Er magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisi $B_a=20\text{mkTl}$. O'ram markazida kompas joylashtirilgan. Tok o'tkazilganda kompas strelkasi $\alpha=90^\circ$ og'sa magnit momenti qanday.

68. Kalta to'g'ri magnit er magnit meridiani tekisligiga perpendikulyar joylashtirilgan. Magnit o'qining o'rtasidan $r=0.5\text{m}$ masofada magnit strelkasi joylashtirilgan. Agar strelka magnit meridianidan $\alpha=6^\circ$ og'gan bo'lsa, magnitning magnit momenti topilsin.

69. Massasi 0.01kg va radiusi 0.05 m ga teng bo'lgan va gorizontall joylashtirilgan halqadan $I=5\text{A}$ tok o'tmoqda. Xalqa magnit maydonida erkin osilib turibdi. Xalqa joylashgan joyda magnit maydoni gradienti topilsin.

70. Uzunligi $L=10\text{m}$ va diametri $d=5\text{m}$ bo'lgan o'zakda $N=150$ ta o'ram sim o'ralgan. O'zak o'rtasidan mis o'tkazgich joylashgan bo'lib, undan $I=5\text{A}$ tok o'tmoqda. Solenoidning o'rta qismidagi magnit maydoni bir jinsli deb hisoblab, mis o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni aniqlang. Solenoiddan $I_1=1\text{A}$ tok o'tmoqda.

71. Uzunligi $L=1\text{m}$ va diametri 10.05m bo'lgan solenoidda, magnit maydoni kuchlanganligi $H=10^3\text{A/M}$ bo'lgan magnit maydonini olish uchun kerak bo'lgan amper-o'ramlar soni topilsin. Agar o'tkazgich diametri $d=0.5\text{mm}$ bo'lgan mis simdan tayyorlangan bo'lsa, uning uchlariga qanday potentsiallar ayirmasi berilishi kerak.

72. Uchta parallel o'tkazgichlardan I_1, I_2, I_3 tok o'tmoqda. I_1 va I_2 toklar yo'nalishi bir hil. O'tkazgichlar orasidagi masofalar bir hil va a ga teng. Agar $I_1=I_2=I_3=I$ bo'lsa, o'tkazgichlarning har birini birlik uzunligiga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

73. Oralaridagi masofalar $d=16\text{m}$ bo'lgan uchta to'g'ri o'tkazgichlardan bir hil $I=64\text{A}$ tok o'tmoqda. Agarda ikki o'tkazgichlardagi tok yo'nalishlari bir-hil bo'lsa, o'tkazgichlarning har birining birlik uzunligiga ta'sir etuvchi kuchi aniqlansin.

74. Tomonlari $a=4\text{m}$ va $b=1.5\text{m}$ ga teng galvonometr ramkasi ingichka simdan $N=200$ o'ramga ega bo'lib, u magnit maydoni induksiyasi $B=0.1\text{T}$ bo'lgan magnit maydoniga joylashgan. Ramka tekisligi induksiyasi kuch chiziqlari bilan parallel. Tok kuchi $I=1\text{mA}$ bo'lsa, aylantiruvchi moment aniqlansin? Bu tokda ramkaning magnit momenti nimaga teng?

75. Bir biridan $L=10\text{sm}$ masofada bo'lgan ikkita parallel shina ustida massasi $m=100\text{gr}$ ga teng yo'g'on o'tkazgich joylashgan. Shinalar tokga ulangan va o'tkazgichdan $I=10\text{A}$ tok o'tmoqda. Shinalar tekisligiga perpendikulyar ravishda magnit maydoni ta'sir etsa, o'tkazgich tekis harakat qila boshlaydi. Agar shinalar va o'tkazgich orasidagi ishqalanish koeffisienti $\mu=0.2$ bo'lsa, magnit maydoni kuchlanganligi topilsin?

76. Sig'im $S=50\text{mkf}$ bo'lgan kondensator batareyalar yordamida $U=80\text{v}$ gacha zaryadlanadi. Alohida kalit yordamida $v=100\text{Gs}$ chastota bilan magnit maydoni tekisligida joylashgan Tangens-bussol o'ramlari radiusi $R=25\text{sm}$ va o'ramlar soni 10 ta bo'lsa tangens-bussoldagi strelka qanday alfa burchaka og'adi. Er magnit maydoni induksiyasining gorizonta tashkil etuvchisi $B_0=20\text{mkTl}$ ga teng.

77. Radiusi $R=3\text{sm}$ bo'lgan ramkadan tok o'tmoqda. Ramka o'qidan $d=4\text{sm}$ masofada magnit maydoni kuchlanganligi $H=100\text{A/M}$ teng bo'lsa ramkaning magnit momenti topilsin?

78. Sig'imi $C=8\text{mkf}$ bo'lgan kondensator mahsus kalit yordamida EYuK $E=100\text{V}$ ga teng batareyalar yordamida davriy ravishda zaryadlanib, tangens-galvonometri orqali razryadlanadi, tangens-galvonometr markazida joylashtirilgan magnit strelka $\alpha=45^\circ$ ga og'sa, $t=1\text{s}$ da kondensator necha marta ulab o'chiriladi. Tangens - galvonometr magnit meridiani tekisligida joylashgan bo'lib, unga radiusi $R=12.5\text{sm}$ bo'lgan $N=50$ o'ram sim o'ralgan. Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizonta tashkil etuvchisi $H_0=16\text{ A/m}$.

79. Tokli o'ramga maksimal $F=1\text{mN}$ kuch ta'sir etmoqda. Uning magnit momenti $P_m=2\text{mA/m}^2$ bo'lsa, magnit maydon bir jinslimaslik darajasi db/dx aniqlansin?

80. Cheksiz uzun o'tkazgichdan $I=100\text{A}$ tok o'tib magnit maydon hosil bo'lgan. Undan $L=10\text{sm}$ masofada nuqtaviy o'ram joylashtirilgan. Uning magnit momenti $P_m=1\text{mA}\cdot\text{m}^2$ va u tokli o'tkazgich bilan bir tekislikda yotadi hamda unga perpendikulyardir. Nuqtaviy o'ramga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Magnit maydoni manbai nima va uni qanday aniqlash mumkin?
2. Magnit maydoni induksiyasi, uni fizik ma'nosi va uning o'lchov birliklari.
3. Magnit maydon induksiya chiziqlari va uni yo'nalishi qanday aniqlanadi?
4. Amper qonunini ma'nosi qanday vektor va sklyar ko'rinishida yoziladi?
5. Ikki parallel o'tkazgichlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi va u qanday ko'rinishda yoziladi?
6. Bio - Savar Laplas qonuni va undan to'g'ri tokli o'tkazgich, doiraviy tokli o'tkazgich markazi, solenoid o'qi uchun qanday foydalanish mumkin?
7. Magnit maydoni induksiyasi va kuchlanganligi o'zaro qanday bog'langan? Magnit singdiruvchanlik va magnit doimiysi deb nimaga aytiladi?
8. Tokni magnit momentining yo'nalishi va kattaligi qanday aniqlanadi?
9. Tokli o'tkazgichni magnit maydonida siljitishda bajarilgan ish qanday aniqlanadi?
10. Uyurmali magnit maydoni vektori ko'rinishi qanday?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., "O'qituvchi", 1981
2. M.Ismoilov, M.YUnusov. Elementar fizika kursi. T., "O'qituvchi", 1990
3. G.S.Landsberg taxriri asosida. Elementar fizika kursi. 11 tom. M., "Nauka" 1971 .
4. Savelev I.V. Umumiy fizika. 11-tom, T., "O'qituvchi", 1977.
5. Гершензон Г.М. Малов Н.Н. Курс общей физики. Электричество и магнетизм. М., "Просвещение", 1980
6. B.M.Mirzaxmedov va boshqalar. Fzika o'qitish metodikasi kursidan o'quv eksperimenti. T., "O'qituvchi", 1989.
7. Яворский Б.И., Детлаф А.А., Милковская Л.Б., Физика курси. Высшая школа Т.2.

12-MAVZU. MAGNIT OQIMI. ËLEKTROMAGNIT INDUKSIYA QONUNI

Sirtidan o'tayotgan magnit induksiya oqimi, shu tikravishda kesib o'tuvchi, magnit induksiya chiziqlari soni bilan aniqlanadigan kattalikdir. Berilgan sirt orqali o'tayotgan **magnit induksiya oqimi** deb magnit induksiya vektorining modulini yuza hamda vektorlar orasidagi burchak kosinusining ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$\Phi = BS \cos \alpha = [1 \text{ Tl} \cdot \text{m}^2] = [1 \text{ Vb}]$$

Agar magnit induksiyasi vektori sirtiga o'tkazilgan normalga tushirilgan proeksiyasi.

$$B_n = B \cdot \cos \alpha; \quad \vec{B} = \mu \mu_0 \vec{H}; \quad \Phi = \mu \mu_0 \vec{H} S \cos \alpha; \quad \Phi = \frac{F}{l} S \cos \alpha;$$

Elektromagnit induksiya qonuni berk konturda hosil bo'lgan E.Yu.K. shu konturnikesib o'tgan magnit oqimi o'zgarishiga proporsional.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{t} = -n \frac{\Delta \Phi}{t}; \quad n\text{-konturdagi o'ramlar soni.}$$

Magnit maydonida harakatlanayotgan o'tkazgichda hosil bo'lgan induksiya E.Yu.K. $\varepsilon_i = Blv \sin \alpha$; aylanuvchi ramkada hosil bo'lgan E.Yu.K.

$$\varepsilon_i = \Phi' = (BS \cos \alpha) = \omega BS \sin \omega t$$

$$\omega = \frac{a}{t}; \quad \varepsilon_i = \varepsilon_{\max} \sin \alpha; \quad \varepsilon_{\max} = BS\omega; \quad \varepsilon = -L \frac{I}{t}.$$

Magnit oqimi bilan uni hosil qiluvchi tok kuchi orasidagi bog'lanish koefitsienti **induktivlik** deyiladi. $L = \frac{\Phi}{I} = \left[\frac{1 \text{ Vb}}{1 \text{ A}} \right] = [1 \text{ Gn}].$

$$\text{Salenoid induktivligi } L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S; \quad L = \frac{nBS}{l}; \quad I = \frac{\pi R^2 B_0}{L}.$$

Magnit maydon energiyasi

Zanjirning magnit maydon energiyasi quyidagicha topish mumkin. Bu energiya zanjir uzilganda hosil bo'ladigan induksiya E.Yu.K. ning teskari ta'sirini yengish bajargan ishga teng.

$$W = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} q = \frac{\Phi I}{2} = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi^2}{2L};$$

$$\text{Magnit maydon energiyasi zichligi, } w = \frac{\Delta W}{\Delta V} = \frac{\Phi I}{2V} = \frac{LI^2}{2V} = \frac{\Phi^2}{2VL} = \frac{IB^2}{2\mu\mu_0};$$

Harakatlanayotgan zaryadga magnit maydon ta'sir kuchi- Lorens kuchi ta'sir qiladi, Lorens o'tkazgich bo'ylab yo'nalgan bo'lib, q zaryadni o'tkazgichda l masofaga ko'chirishda bajargan ishi. $A = F_L l = qBl \sin \alpha$.

O'tkazgichning uchlarida hosil bo'lgan induksion E.Yu.K. moduli bir birlik musbat zaryadni ko'chirishdagi bajargan ishga miqdor jihatdan teng bo'lgani uchun $\varepsilon_i = \frac{A}{q} = \frac{q\mathcal{B}l \sin \alpha}{q} = \mathcal{B}l \sin \alpha$.

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Magnit maydonida joylashgan kontur to'g'risidagi masalarni echishda konturni kesib o'tayo'tgan magnit oqimini topish kerak. Bu oqim vaqt funkciyasi bo'lib, undan vaqt boy'icha olingan hosila E.Yu.K. ga teng bo'ladi. Indukcion tok yo'nalishini va E.Yu.K. yo'nalishini bevosita keltirilgan formuladan yoki Lents qonunidan topish mumkin. Birinchi normal yo'nalishini tanlab olish kerak. Bu magnit oqimi yo'nalishini va uning xosilasi ishorasini belgilaydi.

Masalalarni yechish jarayonida, elektromagnit induksiya bilan bog'langan hamma hodisalarni aniq tahlil qilish zarur. Indukcion tokni hosil bo'lishi, bevosita sharoitni o'zgarishiga va o'tkazgichning harakatiga ta'sir qiladi. Masala sharti bo'yicha berilgan kattaliklar o'zgarmay qolishi, demak bunda tashqi kuchlar ta'siri mavjuddir.

Ferromagnetiklar bo'lmagan holda o'zinduktsiya va o'zaroiduktsiya koefitsientlarini aniqlashda, ular tok kuchiga bog'liq bo'lmay, o'tkazgichning geometric shakliga bevosita bogliqligini har doim esda tutish kerak.

Ferromagnetiklar mavjud bo'lgan holdagi masalalarni $B=f(H)$ funksiya grafigi yordamida yechiladi.

Masalalarni yechish namunalari

1-masala.

Induktsiyasi $B=0.1\text{Tl}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida $V=10\text{ayl/s}$ chastota bilan $N=1000$ o'ramli ramka tekis aylanmoqda. Ramka yuzasi $S=150\text{ sm}^2$. Ramka $\alpha=30^\circ$ burchakka burilganda E.Yu.K. E_{in} ni oniy qiymati aniqlansin.

Yechish:

Induktsiya E.Yu.K. E_{in} ning oniy qiymati elektromagnit induktsiyaning asosiy tenglamasi bo'lgan Faradey – Maksvell tenglamasidan topiladi:

$$E_{in} = \frac{d\Psi}{dt} \quad (1)$$

bu yerda Ψ – oqim tutilishi magnit oqimi Φ va bir biriga zich joylashgan o'ramlar soni N bilan quyidagicha boglangan: $\Psi = N\Phi$. Bu ifodani (1) formulaga qo'y sak, u

$$E_{in} = N \frac{d\Psi}{dt} \quad (2)$$

ko'rinishga keladi.

Magnit maydonida aylanayotgan ramkaning vaqtining t momentida kesib o'tayotgan magnit oqimi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Phi = BS \cos \omega t, \quad (3)$$

bu yerda B – magnit induktsiyasi, S – ramka yuzasi, ω – davriy chastota. (3) ifodani (2) ifodaga qo'y sak quyidagi formulaga kelimiz. $E_{in} = NBS \omega \sin \omega t$ (4). Davriy chastota ω aylanish chastotasi ν bilan quyidagicha bog'langan: $\omega = 2\pi \nu$. Uni (4) formulaga qo'yib

$$E_{in} = 2\pi \cdot \nu \cdot N \cdot B \cdot S \cdot \sin \omega t \quad (5)$$

ifodaga kelimiz. (5) formulaga kattalik qiymatlarini SI xalqaro birliklar sistemasiga qo'yib hisoblash ishlarini bajaramiz.

$$E_{in} = 2 \cdot 3.14 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 0.1 \cdot 1.5 \cdot 10^{-2} \cdot 0.5 B = 47.1 B.$$

$$[E_{in}] = C^{-1} T l \cdot M^2 = \frac{H M^2}{C \cdot M \cdot A} = \frac{J}{A \cdot C} = \frac{A \cdot B C}{A \cdot C} = B.$$

2-masala

Induktsiyasi $B = 0.1$ Tl ga teng magnit maydonida $S_s = 1 \text{ mm}^2$ kesim yuzali mis simli kvadrat ramka joylashgan. Ramkaning yuzasi $S = 2.5 \text{ sm}^2$. Ramka normali maydon induksiya chizmalari bilan bir-xil yo'nalgan. Magnit maydoni yo'qotilsa, ramka konturidan qanday q-zaryad o'tadi?

Yechish:

Ramkada hosil bo'lgan zaryad miqdori q quyidagicha aniqlanadi. Magnit maydoni yo'qotilgan paytda ramkada induksion E.Yu.K. paydo bo'ladi.

$$E_{in} = \frac{d\Psi}{dt}. \quad (1)$$

Om qonuniga asosan ramkadan

$$I = -\frac{E_{in}}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\Psi}{dt} \quad (2)$$

tok o'tadi. Tok kuchi zaryad miqdori bilan

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (3)$$

tenglama orqali bog'langan. (2) va (3) formuladan

$$dq = -\frac{d\Phi}{R} \quad (4)$$

Ramkadan o'tayotgan umumiy zaryad miqdori

$$q = -\frac{1}{R} \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} d\Phi = -\frac{1}{R} (\Phi_2 - \Phi_1). \quad (5)$$

Masala shartiga asosan $\Phi_2 = 0$. Demak $q = \frac{\Phi}{R}$. Qarshiliklarni

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{4a}{S_c} \quad (6)$$

orqali topish mumkin. Bu yerda d-ramka tomoni, S_c -o'tkazgichning kesim yuzasi, ρ -o'tkazgich materialini solishtirma qarshiligi. $a = \sqrt{S}$ bo'lganligi uchun (6) formula quyidagi ko'rinishga keladi.

$$R = 4\rho \frac{\sqrt{S}}{S_c}. \quad (7)$$

Oqim

$$\Phi = B \cdot S \quad (8)$$

ligini hisobga olib, (7) va (8) ifodalarni (5) ifodaga qo'ysak

$$q = \frac{B \cdot S_s}{4\rho} = \frac{B S S_s}{4\rho} \quad (9)$$

ko'rinishiga kelimiz.

(9) ifodaga kattaliklarni son qiymatlarini SU sistemasida qo'yib, hisoblash amalarini bajaramiz.

$$q = \frac{0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 1,72 \cdot 10^{-2}} \text{ Kl} = 0,074 \text{ Kl}.$$

$$[q] = \frac{Tl \cdot M^2 \sqrt{M^2}}{Om \cdot M} = \frac{B \cdot C \cdot M^3}{M^2 \cdot Om \cdot M} = \frac{B \cdot C}{Om} = Kl.$$

3-masala.

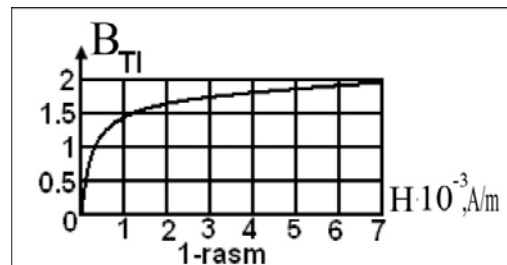
Magnitlanmagan temir o'zakli toroid o'ramlaridan $I=0.6A$ tok o'tkazildi. Diametri $\alpha=0.4mm$ bo'lgan simlar bir-biriga zich qilib o'ralgan. Agar toroidning o'rta chiziq diametri $D=0.3m$ va kesim yuzasi $S=4 \cdot 10^{-4}m^2$ bo'lsa, uning induktivligi aniqlansin.

Yechish:

Toroid induktivligi $L = \mu\mu_0 n^2 V$ formula orqali topiladi. Toroid simlarining diametri, uning o'rtachiziq diametridan juda kichik bo'lganligi uchun, toroidni uzun solenoid halqa qilib egilgan deb faraz qilish mumkin.

Yuqoridagi xulosalardan

$$n = \frac{1}{d},$$



$$V = \pi \cdot D \cdot S, \quad L = \mu_0 \mu \frac{1}{d^2} \pi \cdot D \cdot S \quad . \quad \mu_0 \mu = \frac{B}{H} \text{ dan foydalanib } B \text{ va } H \text{ lar}$$

$$\text{qiymatini masala shartidan aniqlaymiz} \quad H = \frac{N}{l} I = nI = \frac{1}{d} I \quad .$$

Bu formuladagi kattaliklar qiymatlarini qo'yib H -ni topamiz. $B=f(H)$ grafigi dan B ni topamiz (1-rasm): $B=1.36 \cdot Tl$. Toroid induktivligi

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot S \cdot B}{d^2 H} = \frac{3.14 \cdot 0.3 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 1.6}{0.16 \cdot 10^{-6} \cdot 1.5 \cdot 10^3} = 2.4 Gn \quad .$$

Birligi:

$$[L] = \frac{M \cdot M^2 \cdot Tkm}{M^2 \cdot A} = \frac{HM^2}{M \cdot A \cdot A} = \frac{J}{A^2} = \frac{B \cdot C}{A} = Gn \quad .$$

4-masala

Uzunligi $l=50sm$ va kesim yuzasi $S=2sm^2$ magnitlanmaydigan sterjenga bir qatlam sim o'ralgan. Xar bir santimetr sterjen uzunligiga $N=20$ ta o'ram to'g'ri keladi. Agar o'ramlardan $I=0.5A$ tok o'tayotgan bo'lsa solenoid ichidagi magnit maydonning energiyasi topilsin.

Yechish:

Induktivligi L ga teng bo'lgan va o'zidan I tok o'tkazayotgan solenoidning energiyasi quyidagicha topiladi.

$$W = \frac{LI^2}{2} .$$

(1)

Agar o'zak magnitlanmaydigan materialdan bo'lsa solenoidning induktivligi faqat uzunlik birligidagi o'ramlar soni va o'zakning hajmiga bog'liq bo'ladi.

$$L = \mu_0 n^2 V = \mu_0 \left(\frac{N}{l} \right)^2 V , \quad (2)$$

bu yerda μ_0 -magnit doimiysi. (2) ifodani (1) ifodaga qo'yib, energiya ifodasini topamiz. $W = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 \cdot I^2 \cdot l \cdot S = \frac{1}{2} \mu_0 \left(\frac{N}{l} \right)^2 I^2 \cdot l \cdot S$ (3)

ekanligini hisobga olsak, $W = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 V \cdot I^2 = \frac{1}{2} \mu_0 \left(\frac{N}{l} \right)^2 \cdot V \cdot I^2 .$ (4)

SU sistemasida: $W = \frac{15.56 \cdot 10^{-7} (2 \cdot 10^3)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 0.5 \cdot 0.25}{2} J = 1.26 \cdot 10^{-4} J .$

Energiya birligi:

$$[W] = \frac{Gn \cdot M^3 \cdot A^2}{M \cdot M^2} = \frac{B \cdot C \cdot A^2}{A} = J .$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. "Volga" avtomobili $V=120\text{km/soat}$ tezlik bilan xarakat qilmoqda. Agar mashinaning oldi o'qini uzunligi 180 sm bo'lsa, o'qning uchlaridagi potentsiallar ayirmasi topilsin. Er magnit maydonining vertikal tashkil etuvchisi $H=40\text{A/m}$.

2. Galvonometr temir yo'l relslariga ulangan. Agar poezd 60 km/soat tezlik bilan yaqinlashib kelayotgan bo'lsa, galvonometrdan o'tayotgan tokni aniqlang. Er magnit maydonining gorizontaal tashkil etuvchisi $H_0=40\text{A/m}$. Galvonometr qarshiligi $R=100\text{ Om}$. Relslar orasidagi masofa $l=1.2\text{ m}$. Relslar bir-biridan va yerdan izolyasiyalangan.

3. O‘ramlar soni $N=4000$ ta va $I=20\text{A}$ tok o‘tayotgan solenoidning induktivligi $L=0.4\text{ Gn}$ bo‘lsa, magnit oqimi Φ va oqim tutilishi ψ topilsin.

4. Induksiyasi $B=40\text{mTl}$ bo‘lgan bir jinsli magnit maydonida, o‘ramlar soni $N=100$ ta va yuzasi $S=50\text{ sm}^2$ bo‘lgan ramka bir tekis xarakat qilyapti. Agar ramka $n=960$ chastota bilan aylanayotgan bo‘lsa, induksiya E.Yu.K. eng kichik qiymati qanday? Ramkaning aylanish o‘qi induksiya chiziqlariga perpendikulyar joylashgan.

5. Bir jinsli magnit maydonida induksiya chiziqlariga perpendikulyar ravishda $v=5\text{m/s}$ tezlik bilan $l=1\text{m}$ uzunlikdagi o‘tkazgich xarakatlanayapti. Agar o‘tkazgich uchlaridagi potentsiallar ayirmasi $\Delta\varphi=0.02\text{V}$ bo‘lsa, magnit induksiyasi B topilsin.

6. Uzunligi $l=1.2\text{ m}$ bo‘lgan avtomobil antennasining uchlaridagi potentsiallar ayirmasi topilsin, agar avtomobil sharqdan g‘arbga tomon $v=20\text{m/s}$ tezlik bilan er magnit maydonida xarakatlanayotgan bo‘lsa. Er magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisi $H_0=17\text{A/m}$.

7. Induksiyasi $B=6.03\cdot 10^{-2}\text{ Tl}$ bo‘lgan bir jinsli magnit maydonida o‘rmalar soni $N=800$ ta va diametri $d=8\text{ sm}$ ga teng solenoid joylashgan. 2 s davomida solenoid $\alpha=180^\circ$ burchakka buriladi. Agar burilishdan oldin va keyin ramka o‘qi maydon yo‘nalishi bo‘yicha joylashgan bo‘lsa, induksiya E.Yu.K. ning o‘rtacha qiymati topilsin.

8. Induksiyasi $B=1\text{Tl}$ bo‘lgan bir jinsli magnit maydonida yuzasi $S=100\text{ sm}^2$ ga teng doiraviy sim o‘ram joylashgan. O‘ram tekisligi magnit maydoni yo‘nalishiga perpendikulyar. Magnit maydoni $\Delta t=0.001\text{s}$ davomida o‘chirib qo‘yilsa, hosil bo‘lgan induksiya E.Yu.K. ning o‘rtacha qiymati qanchaga teng bo‘ladi?

9. Uzunligi $l=20\text{sm}$ va ko‘ndalang kesim yuzasi $S=30\text{sm}^2$ bo‘lgan solenoidga, o‘tkazgichdan yasalgan o‘ram kiygizilgan. Solenoid o‘ramlarini soni $N=320$ bo‘lib, ulardan $I=3\text{A}$ tok o‘tmoqda. Agar solenoiddagi tokning qiymati $\Delta t=0.001\text{s}$ davomida 0 gacha kamaysa, kiygizilgan o‘rmada hosil bo‘lgan induksiya E.Yu.K. ning o‘rtacha qiymati nimaga teng?

10. Tomonlari $a=20$ sm bo'lgan kvadrat shaklidagi ramka magnit maydoniga joylashgan. Ramkaga o'tkazilgan normal magnit maydoni yo'nalishi bilan $\alpha=60^\circ$ burchak hosil qiladi. Magnit maydoni vaqt o'tishi bilan $B=B_0\cos\omega t$ qonuniyati bo'yicha o'zgaradi, bu yerda $B_0=0.2$ Tl, $\omega=314$ min⁻¹, vaqtning $t=4$ s momentida ramkada xosil bo'lgan elektr yurituvchi kuch topilsin.

11. Ballastik galvonometrqa ulangan o'tkazgichli halqaga to'g'ri magnit joylashtirildi. Bu xolatda zanjirdan 50 mkKl zaryad oqib o'tadi. Galvonometr qarshiligi $R=10$ Om bo'lsa, halqani kesib o'tuvchi magnit oqimini o'zgarishi Φ topilsin.

12. Induksiyanı $B_1=0$ dan $B_2=1$ Tl gacha $\Delta t=0.005$ s davomida tekis o'zgartirilganda, kesim yuzasi $S=25$ sm² po'lat o'zakka o'ralgan o'ramlarda $E_{in}=50$ V E.Yu.K. induksiyanı uchun, o'ramlar sonı nechta bo'lishi kerak.

13. Tomonlari $a=1$ m bo'lgan kvadrat shaklidagi ramka o'zgarmas tezlik bilan, ramkani tomonlaridan biriga parallel bo'lgan tekislikda yotuvchi cheksiz o'tkazgichga perpendikulyar ravishda harakat qilmoqda. O'tkazgichdan $I=10$ A tok o'tyapti. Vaqtning qandaydir momentda o'tkazgich va ramkaning eng yaqin tomoni orasidagi masofa $x=1$ m bo'lsa, shu xolatda ramkadagi induksiya E.Yu.K. $E_i=10^{-4}$ V bo'lishi uchun, ramka qanday tezlik bilan xarakat qilishi kerak?

14. Induksiya $B=0.5$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonida $\nu=10\frac{ayl}{s}$ chastota bilan uzunligi $l=20$ sm ga teng sterjen aylanmoqda. Aylanish o'qi sterjen uchlarining biridan o'tib, induksiya chiziqlariga paralleldir. Sterjen uchlaridagi potentsiallar ayirmasi topilsin.

15. O'ramlar sonı $N=10$ ta va yuzasi $S=5$ sm² bo'lgan ramka, ichki qarshiligi $R_1=58$ Om ga teng ballastik galvanometrqa ulangan, xamda u elektromagnit qutiblari orasiga tekisligi maydon kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda bo'ladigan qilib joylashtirilgan. Ramkaning qarshiligi $R=2$ Om agar ramka $\alpha=130^\circ$ burilganda galvonometrda $q=30$ mkKl zaryad o'tgan bo'lsa, elektromagnit xosil qilgan maydon

induksiyasi B topilsin. Elektromagnit qutiblari orasidagi magnit maydoni induksiyasi B nimaga teng.

16. To'g'ri uzun o'tkazgichdan tok o'tmoqda. O'tkazgich yaqinda ingichka simdan yasalgan va qarshiligi $R=0.02$ bo'lgan kvadrat ramka joylashgan. O'tkazgich ramka tekisligida joylashgan bo'lib, uning ikki tomoniga parallel va ulargacha bo'lgan masofalar $a_1=10\text{sm}$ va $a_2=20\text{sm}$. Agar ramkadan o'tayotgan tok o'chirilganda undan $q=693\text{mkKl}$ ikki zaryad miqdori o'tgan bo'lsa zanjirdagi tok kuchi topilsin.

17. Radiusi $R=15\text{sm}$ bo'lgan metall disk, bir jinsli magnit maydonida $v=10$ ayl/s chastota bilan aylanma xarakat qilyapti. Disk tekisligi magnit maydon kuch chiziqlariga perpendikulyar joylashgan. Diskning aylanish o'qi magnit maydoniga parallel va uning markazidan o'tadi. Magnit maydoni induksiyasi $B=3\text{Tl}$. Diskning qirrasi bilan markazi orasidagi xosil bo'lgan potentsiallar ayirmasi topilsin.

18. Tomonlari $a=0.2\text{m}$ va $b=0.5\text{m}$ bo'lgan to'g'ri burchakli ramka, $\omega=31,4\text{s}^{-1}$ burchak tekislik bilan bir jinsli magnit maydonda tekis aylanmoqda. Magnit maydoni $\omega'=\omega$ aylanma chastota bilan sinusoidal ravishda o'zgarib turadi. Ramkaning aylana yqi magnit maydoni yo'nalishiga perpendikulyar joylashgan. Boshlang'ich momentda $B=B_0=10^{-2}\text{Tl}$ ga teng va ramka tekisligi magnit maydoni yo'nalishiga perpendikulyar. Ramkada xosil bo'luvchi E.Yu.K. ning amplituda qiymatini va uning doiraviy chastotasi topilsin.

19. Kuchlanganligi $H=36\text{A/M}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoni yo'nalishiga perpendikulyar ravishda $m=12$ g massali yupqa alyumin xalqa joylashtirilgan. Agar xalqani $\alpha=90^\circ$ ga burilganda u magnit maydoni yo'nalishiga parallel joylashsa, o'ramda qanday elektr miqdori induksiyalanadi. Alyuminiyning solishtirma qarshiligi $\rho=3.2 \cdot 10^{-6}\text{Om/M}$ va uning zichligi $D=2.7 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$.

20. Radiusi $R=40 \text{ sm}$ bo'lgan alyumin diski tik o'q atrofida $v=40$ ayl/s chastota bilan aylanmoqda. Er magnit maydonining vertikal tashkil etuvchisi $H=40\text{A/m}$ bo'lsa, disk markazi bilan qirrasi orasidagi potentsiallar ayirmasi qanday?

21. Radiusi $r=5\text{sm}$ va qarshiligi $R=0.02\text{ Om}$ li o'tkazgichli o'ram magnit induksiyasi $B=0.3\text{Tl}$ ga teng bir jinsli magnit maydonida joylashgan. O'ram tekisligi induksiya chiziqlari bilan $\alpha=40^\circ$ burchak hosil qiladi. Magnit maydoni o'chirilsa, o'ramdan qanday miqdorda zaryad oqib o'tadi?

22. Qarshiligi $R=0.04\text{ Om}$ ga teng o'tkazgichdan yasalgan ramka induksiyasi $B=0.6\text{Tl}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida bir tekis aylanmoqda. Aylanish o'qi ramka tekisligida yotib induksiya chiziqlariga perpendikulyar joylashgan. Ramka yuzasi $S=200\text{sm}^2$. Agar ramkani normal va magnit induksiya chiziqlari orasidagi burchak $\alpha_1=45^\circ$ dan $\alpha_2=90^\circ$ gacha o'zgarsa, ramkadan o'tgan zaryad miqdori qanchaga teng bo'ladi?

23. Masasi $m=5\text{g}$ bo'lgan ingichka mis sim qarama-qarshi uchlari birlashtirilib kvadrat shakliga keltirilgan va induksiyasi $B=0.2\text{Tl}$ bo'lgan magnit maydonining kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda joylashtirilgan. Kvadratni qarama-qarshi uchlariidan tortib to'g'ri o'tkazgich shakliga keltirilganda undan o'tadigan q zaryad topilsin.

24. O'ramlari soni $N=80$ ta va diametri $d=8\text{sm}$ bo'lgan solenoid induksiyasi $B=50\text{mTl}$ ga teng bir jinsli magnit maydonga joylashgan $\Delta t=0.2\text{s}$ davomida solenoid $\alpha=90^\circ$ burchakka burilgan. Agar solenoid burulgunga qadar uning o'qi magnit maydoni yo'nalishiga perpendikulyar joylashgan bo'lsa, unda xosil bo'lgan E.Yu.K. ning o'rtacha qiymati topilsin.

25. O'ramlar soni $N_1=50$ ta va radiusi $R=20\text{sm}$ bo'lgan yassi aylanaviy ramka markazida har birining yuzasi $S=1\text{sm}^2$ va o'ramlar soni $N_2=100$ ta bo'lgan kichik aylanaviy ramka joylashgan. Bu kichik ramka katta ramkaning biror halqasi diametri atrofida $\omega=300\text{ rad/s}$ o'zgarmas burchakli tekislik bilan aylanmoqda. Agar katta ramkaning o'ramidan $I=10\text{A}$ tok o'tayotgan bo'lsa kichik ramkada xosil bo'lgan E.Yu.K. ning maksimal qiymati topilsin.

26. Magnit maydoni y o'qi bo'yicha, uning gradienti esa x o'qi bo'yicha yo'nalgan. To'g'ri to'rt burchak shaklidagi ramka xz tekisligida

bo'lib, y $a=0.5\text{m}$ li tomoni bilan z o'qiga parallel, $b=0.02\text{m}$ tomoni bilan esa x o'qiga parallel joylashgan. Konturda xosil bo'lgan induksiya E.Yu.K. $E_i=0.2\text{V}$ bo'lishi uchun u x o'qi bo'ylab qanday teslik bilan xarakat qilishi kerak, magnit maydonining gardienti $\frac{db}{dx} = 2\text{Tl/m}$ ga teng.

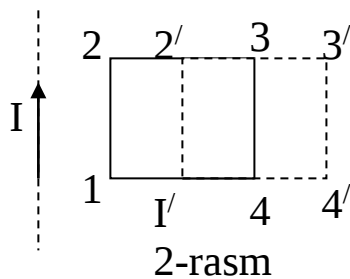
27. Induksiyasi $B=0.1\text{ Tl}$ ga teng bir jinsli magnit maydonida, o'ramlar soni $N=1000$ ta bo'lgan kontur bir tekis aylanmoqda. Ramka yuzi $S=150\text{sm}^2$ va u $v=10\text{ayl/s}$ chastota bilan aylanmoqda. Ramka $\alpha=30^\circ$ burchakka burilganida xosil bo'ladigan E.Yu.K. ning oniy qiymati aniqlansin.

28. Teng tomonli uchburchak shaklidagi ramka, kuchlanganligi $H=6.4 \cdot 10^4\text{ A/M}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. Ramka tekisligiga o'tkazilgan perpendikulyar, magnit maydoni yo'nalishi bilan $\alpha=30^\circ$ burchak xosil qiladi. Agar ramkadagi tok $\Delta t=0.03\text{s}$ davomida o'chirilganida xosil bo'ladigan E.Yu.K. ning o'rtacha qiymati $E=10\text{mV}$ bo'lsa, ramka tomonlarining uzunligi topilsin.

29. O'ramlari soni $N=1000$ ta va yuzasi 5 sm^2 bo'lgan ramka, qarshiligi $R=10\text{kOhm}$ ga teng galvonometr bilan tutashtirilgan ramka, induksiya $B=0.01\text{Tl}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida joylashgan. Magnit maydoni kuch chiziqlari ramka tekisligiga perpendikulyar yo'nalgan. Agar maydon yo'nalishi qarama-qarshi tomonga o'zgarsa, galvonometrdan qancha miqdorda zaryad oqib o'tadi?

30. Induktsiya $B=0.1\text{Tl}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, o'ramlar soni $N=200$ ta teng g'altak aylanma harakat qilmoqda. Aylanish o'qi g'altak o'qi va magnit maydoni yo'nalishiga perpendikulyar. G'altakning aylanish davri $T=0.2\text{ s}$ va kesim yuzasi $S=4\text{sm}^2$. G'altak aylanishida xosil bo'ladigan E.YU.K.ning maksimal qiymatini topilsin.

31. Tomonlari a bo'lgan o'tkazgichdan yasalgan kvadrat shakldagi ramka uzun to'g'ri o'tkazgich magnit maydonida joylashgan. O'tkazgichdan I tok o'moqda.



O'tkazgich ramka tekisligida qolgan holda ramka o'ng tomonga g tezlik bilan harakat qiladi, (2-rasm). Ramkada xosil bo'lgan induksiya E.YU.K.ning o'tkazgich bilan ramka orasidagi masofaga bog'liq ravishda aniqlang.

32. $l=0.2$ m uzunlikdagi o'tkazgich induksiyasi $B=0.1$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, uning kuch chiziqlariga nisbatan burchak ostida harakat qilmoqda. $\Delta t=1$ s davomida o'tkazgich uchlaridagi potentsiallar ayirmasi $\Delta\varphi=1$ B ga bir tekis ortishi uchun, o'tkazgich qanday xarakat qilishi kerak?

33. Uzunliga $l=2$ m bo'lgan o'tkazchiz ikki buklanib, uchlari tutashtirilgan. So'ngra, o'tkazgich kvadrat shakliga keltirildi. Kvadrat tekisligi er magnit maydoni induksiyasini gorizantal tashkil etuvchiga ($B=2\cdot 10^{-5}tl$) perpendikulyar joylashgan. Agar o'tkazgichning qarshiligi $R=1$ Om bo'lsa, undan qanday miqdorda elektr zaryadi o'tgan?

34. Ballastik gal'vanometrغا ulangan o'tkazgichli o'ram ichiga to'g'ri magnit kiritilgan zanjirdan $q=50$ mkKl zaryad oqib o'tadi. Agar zanjir qarshiligi $R=10$ Om bo'lsa, magnit oqimining o'zgarishi $\Delta\Phi$ topilsin.

35. Uzunligi $l=0.2$ m bo'lgan yog'och (diametri uzunligidan ko'p marta kichik) silindrga kesim yuzasi $S=2.0\cdot 10^{-6}m^2$ ga teng misdan ikkita o'ram o'ralgan. O'ramlardan biri qisqa tutashtirilgan. Agar ikkinchi o'ram E.Yu.K $E=2$ v bo'lgan va ichki qarshiligi juda kichik manbaga ulansa, birinchi o'ramdan qanday miqdorda elektr induksiyalanadi?

36. Diametri $\ell=10$ sm va o'ramlar soni $N=500$ ta bo'lgan g'altak magnit maydoniga joylashtirilgan. Agar $\Delta t=0.1$ s vaqt ichida magnit maydoni induksiyasi $B_1=0$ dan $B_2=2$ tl gacha oshsa, g'altakda xosil bo'ladigan induksiya E.YU.K.ning o'rtacha qiymati topilsin.

37. Simdan yasalgan ramka magnit maydoniga perpendikulyar ravishda joylashgan. Magnit maydoni induksiyasi $B=B_0(1+l^{-kt})$ qonuniyati bo'yicha o'zgaradi. Bu erda $B_0=0.65$ tl, $k=1$ c⁻¹. Ramka yuzasi $4\cdot 10^{-2}m^2$. Vaqtning $t=2.3$ s momentida ramkada xosil bo'lgan E.Yu.K.ning qiymati topilsin.

38. Diametri $d=0.05$ ga teng bo'lgan g'altakka kesim yuzasi $S=0.5 \cdot 10^{-6} m^2$ bo'lgan mis sim o'ralgan. G'altak ichiga magnit momenti $P_m=0.02 A \cdot m^2$ va uzunligi $l=0.2m$ bo'lgan doimiy magnit kiritiladi. Magnitni harakati davomida sim o'ramlardan qanday miqdorda elektr zaryadi oqib o'tadi?

39. Massasi $m=5kg$ bo'lgan misdan yasalgan magnit meridiani tekislikda joylashgan. Er magnit maydonining gorizonttal tashkil etuvchi $H_0=17 A/m$. Agar xalqani vertical o'q atrofida $\alpha=90^\circ$ ga burilsa unda qanday elektr miqdori induksiylanadi.

40. Uzunligi ℓ va kesim yuzasi S bo'lgan solenoidga simli o'ram kiygizilgan. Solenoid o'ramlari soni N ta bo'lib, undan I tok o'tmoqda. Qisqa Δt vaqt ichida tok o'chirilganda, o'ramda xosil bo'lgan E.YU.K.ning o'rtacha qiymati topilsin.

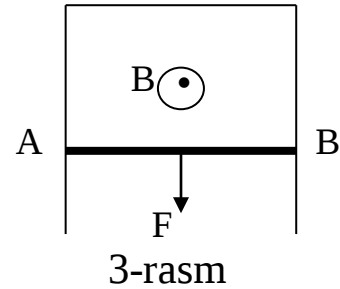
41. $I=10^3 A$ tok o'tib turgan uzun to'g'ri o'tkazgichdan $\ell=1m$ masofada radiusi $r=1sm$ ga teng xalqa joylashgan. Xalqani kesib o'tayotgan magnit oqimi maksimal qiymatga ega. Xalqa qarshiligi $R=10 Om$. Agar o'tkazgichdan o'tayotgan tok to'xtatilsa, xalqadan qanday miqdorda q zaryadi oqib o'tadi?

42. Kuchlanganligi $H=44 A/m$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga perpendikulyar ravishda massasi $m=39g$ ga teng va uchlari tutashtirilgan sim xalqa joylashtirilgan. Agar o'ram tekisligini maydon yo'nalishiga parallel joylashtirish uchun, uni $\alpha=90^\circ$ burchakka burilsa, o'ramdan qanday miqdorda zaryad oqib o'tadi. Po'latni solishtirma qarshiligi $R=2 \cdot 10^{-5} Om \cdot sm$ va zichligi $\rho=7,8 \cdot 10^3 kg/m^3$.

43. Massasi $m=18g$ bo'lgan qisqa tutashtirilgan po'lat xalqa, kuchlanganligi $H=39 A/m$ gat eng bir jinsli magnit maydoniga perpendikulyar joylashtirilgan. Agar xalqani $\alpha=90^\circ$ burchakka burilsa, undan qanday elektr miqdori oqib o'tadi.

44. Ikki qutubli generator qutblari orasidagi magnit maydoni induksiyasi $B=0.8$ tl. Rotor $N=100$ o'ramli bo'lib, uning yuzasi, $S=400 sm^2$, agar E.Yu.K.ning maksimal qiymati $\mathcal{E}_{im}=200B$ bo'lsa yakor 1 minutda necha marta aylanadi?

45. Xarakatlanuvchi AB o'tkazgichni (3-rasm) uzunligi l , qarshiligi R AB o'tkazgich sirpanayotgan tinch xolatdagi o'tkazgichni qarshiligi juda kichik. O'tkazgichlar tekisligiga B magnit maydoni perpendikulyar yonalgan. AB o'tkazgicho'zgarmas V tezlik bilan xarakatlanishi uchun unga qanday F kuch qo'yilishi kerak?

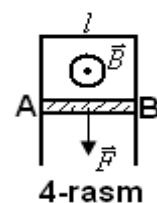


46. Uzunligi $\ell=2\text{m}$ bo'lgan o'tkazgich ikki buklanib, uning uchlari tutashtiriladi. Shundan so'ng o'tkazgich aylanma shaklga keltiriladi. Aylana tezligi ω er magnit maydonining gorizontaal tashkil etuvchisi $B_0=2\cdot 10^{-5}\text{ Tl}$ ga perpendikulyar joylashgan. Agar kontur qarshiligi $R=10\text{ Om}$ bo'lsa, undan qanday miqdorda zaryad oqib o'tadi.

47. Massasi $m=0.016\text{kg}$ ga teng qisqa tutashtirilgan mis sim o'ram shakliga keltiriladi. U kuchlanganligi $H=45\text{ A/m}$ bo'lsan bir jinsli magnit maydoniga perpendikulyar ravishda joylashtirilgan. Agar o'ramni $\alpha=\frac{\pi}{2}$ burchakka burib, uning tekisligini magnit maydon yo'nalishiga parallel joylashtirilsa, undan qanday miqdorda zaryad oqib o'tadi? Misning solishtirma qarshiligi $R=1.8\cdot 10^{-9}\text{ Om}\cdot\text{m}$ va zichligi $\rho=8.9\cdot 10^3\text{ kg/m}^3$.

48. $N=1000$ o'ramli va kesim yuzasi $S=10^{-2}\text{m}^2$ ga teng bo'lgan g'altak Er magnit maydoniga perpendikulyar joylashgan. U $\Delta t=1\text{s}$ davomida $\alpha=\frac{\pi}{2}$ burchakka buriladi. Bu vaqt davomida g'altakda o'rtacha $\mathcal{E}=0.6\text{ mV}$ E.Yu.K. xosil bo'ladi. Erning magnit maydoni induksiyasi topilsin.

49. Induksiyasi $B=40\text{ mT}$ bo'lgan bir jinsli gorizontaal magnit maydonida H ko'rinishga ega bo'lgan va yog'on sterjindan yasalgan qurilma joylashtirilgan. Yon tomonlari bir-biriga parallel joylashtirilgan. Qurilma tekisligi $\vec{B}$



vektorga perpendikulyar. Sterjindan AB mis o'tkazgich yuqori va pastga tomon erkin xarakat qila oladi. (4-rasm) AB o'tkazgich qanday maksimal tezlikda xarakat qila oladi? Faqat primichka qarshiligi xisobga

olinsin. Misning solishtirma qarshiligi $R = 1.75 \cdot 10^{-8} \text{ om} \cdot \text{m}$ va zichligi $\rho = 8.8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

50. Metaldan yasalgan ikkita sterjinlar vertical ravishda joylashtirilib, ularning tepa qismlari o'tkazgich orqali qisqa tutashtirilgan. Bu sterjinlar bo'ylab, uzunligi $l = 0.5 \text{ m}$ va massasi 1 g bo'lgan sim o'tkazgich ishqalanishsiz erkin harakat qilmoqda. Bu sistema induksiyasi $B = 0.01 \text{ T}$ ga teng bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. Maydon ramka tekisligiga perpendikulyar yonalgan. Sim o'tkazgich $v = 1 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakat qilayotgan bo'lsa, uning elektr qarshiligi tipilsin.

51. Uzunligi $\ell = 0.2 \text{ m}$ va diametri $D = 0.03 \text{ m}$ bo'lgan g'altakda $N = 400$ ta o'ram bor. G'altakdan $I = 2 \text{ A}$ tok o'tmoqda:

1) g'altak induktivligini;

2) g'altakning kesim yuzasini kesib o'tayotgan magnit oqimi topilsin.

52. Induktivligi $L = 1 \text{ mGn}$ bo'lgan g'altakdan $I = 1 \text{ A}$ tok o'tganda uning kesib o'tuvchi oqim $\Phi = 2 \text{ mWb}$ bo'lsa, undagi o'ramlar soni nechta?

53. Magnitlanmaydigan karkasga bir qatlam qilib sim o'ralgan. Bunday solenodning induktivligi $L = 0.5 \text{ Gn}$. Solenoid uzunligi $l = 0.6 \text{ m}$ va diametri $D = 2 \text{ cm}$. Uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi o'ramlar soni n topilsin.

54. Magnitlanmaydigan karkasga $N = 260$ ta o'ram o'ralgan. Bunday g'altakning induktivligi $L_1 = 36 \text{ mGn}$. O'ramlar induktivligini $L_2 = 100 \text{ mGn}$ gacha oshirish uchun, eski o'ramlar olib tashlanib, ingichka sim o'raldi. Bu o'ramlar soni nechta?

55. Bir o'zakka ikki g'altak o'ralgan. G'altaklar induktivligi $L_1 = 0.5 \text{ Gn}$ va $L_2 = 0.7 \text{ Gn}$. Magnit maydonining sochilisi bo'lmasa, g'altaklarning o'zaro induktivligi L_{12} nimaga teng?

56. Induktivligi $L = 50 \text{ Gn}$ bo'lgan bir qatlamli g'altakdan $I = 5 \text{ A}$ tok o'tmoqda. G'altak uzunligi 1 m unga o'ralgan mis sim diametri $D = 0.6 \text{ mm}$ bo'lsa, g'altakdan o'tayotgan tok uzilganda, simda qanday miqdorda elektr zaryadi induksiyalanadi?

57. Radiusi $R=2\text{sm}$ va o'ramlar soni $N=500$ ta bo'lgan g'altakdan $I=5\text{ A}$ tok o'tayapti. Agar g'altak markazida magnit maydoni kuchlanganligi $H=10\text{kA/m}$ bo'lsa, uning induktivligi aniqlansin.

58. Temir o'zakli solenoidga $N=600$ o'ram sim o'ralgan. O'zak uzunligi $l=40\text{sm}$. Agar o'ramlardan o'tayotgan tok kuchi $I_1=0.2\text{A}$ dan $I_2=1\text{A}$ gacha o'zgarsa, uning induktivligi necha marta va qanday o'zgaradi?

59. Solenoid to'liq magnitsizlangan va hajmi $V=500\text{ sm}^3$ ga teng o'zakka ega. Tok kuchi $I=0.6\text{A}$ bo'lganda magnit maydoni kuchlanganligi $H=1000\text{A/m}$. Solenoidning induktivligi topilsin.

60. Uzunligi 20.9 sm va $I \cdot N=1500\text{ amper} \cdot \text{o'ramga}$ ega bo'lgan toroidni yopiq temir o'zagining magnit induksiyasi B topilsin. Shu sharoitda toroid o'zagi materialining magnit singdiruvchanligi aniqlansin.

61. Kuchlanganligi $H=800\text{A/m}$ bo'lgan magnit maydoniga temir namuna joylashtirilgan. Bu namunaning magnit singdiruvchanligi nimaga teng?

62. Uzunligi $l=120\text{ sm}$ va kesim yuzasi $S=3\text{ sm}^2$ bo'lgan temir o'zakli solenoidda $\Phi = 4.2 \cdot 10^{-4}\text{Vb}$ magnit oqimi hosil qilish uchun qancha amper o'ram $I \cdot N$ kerak bo'ladi?

63. Toroid temir o'zagining uzunligi $\ell=2.5\text{ m}$ havo oralig'ining uzunligi $\ell_1=1\text{ sm}$ toroid o'ramlari soni $N=1000$ ta toroiddan $I=20\text{A}$ tok o'tganda havo oralida $B=1.6\text{ Tl}$ magnit induktivligi hosil bo'ladi. Bunday sharoitda po'lat o'zakning magnit singdiruvchanligi aniqlansin.

64. Kesim yuzasi $S=4\text{ sm}^2$ bo'lgan po'lat o'zakka $N=1000$ ta o'ram o'ralib, undan $I=0.5\text{A}$ tok o'tmoqda. Solenoid ichida magnit maydoni kuchlanganligi $H=2\text{kA/m}$ ga teng bo'lsa, solenoid induktivligi topilsin.

65. Diametri $D=0.1\text{m}$ bo'lgan o'zakka $N=500$ ta o'ram o'ralgan. Bu solenoid E.Yu.K.si $E=12\text{V}$ bo'lgan akkumulyatorga ulanganda $\Delta t=0.001\text{ s}$ davomida tok $I=2\text{A}$ ga etadi. Agar solenoid qarshiligi $R=3\text{ om}$ bo'lsa uning uzunligi topilsin.

66. Kesim yuzasi $S=10\text{ sm}^2$ bo'lgan solenoid $N=1000$ ta o'ramga ega solenoiddagi tok kuchi $I=0.5\text{A}$ bo'lganda magnit maydon induksiyasi $B=0.1\text{ Tl}$. Solenoidning induktivligi topilsin.

67. Magnitlanmaydigan uzun to'g'ri karkasga $N=1000$ ta o'ram o'ralib solenoid hosil qilingan. Solenoid induktivligi $L=3$ mGn. Solenoiddan $I=1$ A tok o'tsa, solenoidning hosil qilgan magnit oqimi Φ qanday?

68. Sim bir qatlam qilib zich o'ralgan g'altak induktivligi $L=0.001$ Gn. G'altak diametri $D=0.04$ m, sim diametri $d=0.6$ mm bo'lsa, o'ramlar soni nechta?

69. Magnitlanmaydigan karkasga $N_1=250$ ta o'ram sim o'ralgan bo'lib, bu g'altakning induktivligi $L_1=36$ mGn. G'altak induktivligini 100 mGn ga etkazish uchun qaytadan ingichka diametrli sim bilan o'raldi. Bunda g'altak uzunligi o'zgarishsiz qolgan. Qayta o'ralgan o'ramlar soni topilsin.

70. Ikki g'altak umumiy o'zakka o'ralgan. G'altaklarning induktivligi $L_1=0.2$ Gn, $L_2=0.8$ Gn. Ikinchi g'altakning qarshiligi $R=600$ Om. Agar birinchi g'altakdan oqayotgan $I=0.3$ A tokni $\Delta t=0.001$ s davomida to'htatilsa, u holda ikkinchi g'altakdan qanday tok oqib o'tadi?

71. Umumiy o'zakka ikkita g'altak o'ralgan bo'lib, ularning induktivliklari $L_1=0.69$ Gn, $L_2=0.1$ Gn. G'altaklardagi o'ramlar soni nisbati aniqlansun.

72. $m=0.05$ kg massali mis sim o'ralgan yog'ochdan yasalgan silindrik g'altak chetki o'ramlari orasidagi masofa $l=0.6$ m bo'lib, u silindr diametridan bir necha marotaba katta. O'ramlarining qarshiligi $R=30$ om, ularning induktivligi qanday?

73. Induktivliklari $L_1=5$ mGn va $L_2=3$ mGn ga teng. Ikki g'altak ketma-ket ulangan va shunday joylashganki, ularning magnit majdonlari bir-birini kuchaytiradi. Xosil bo'lgan sistemaning induktivligi $L_{12}=11$ mGn bo'lsa, g'altaklarning o'zaro induktivligi qanday?

74. G'altaklarning ikki uchi ulanib, doiraviy solenoid hosil qilingan. Undagi o'ramlar soni $N=1000$ ta, o'tkazgichning kesim yuzasi $S=2.5$ sm². Xalqaning o'rtacha diametri $d=0.2$ m va undan $I=1$ A tok oqib o'tayotgan bo'lsa, solenoidning induktivligi nimaga teng?

75. Volframdagi bir zhinsli magnit maydoni kuchlanganligi $H=10$ A/m bo'lsa, uning magnit maydoni indukciyasi B qanday?

76. Suyuq kislorodga botirilgan radiusi $R=1\text{m}$ doiraviy o'ramdan $I=2\text{A}$ tok o'tmoqda. O'ram markazidagi magnitlanish vektori aniqlansin.

77. Solenoid (uzunligi $l=0.2\text{m}$, ko'ndalang kesim yuzasi $S=10^{-3}\text{m}^2$, o'ramlar soni $N=1000$) diamagnetik muhitga joylashtirilgan. Uning induktivligi $L=1\text{mGn}$. Solenoiddan $I=1\text{A}$ tok o'tayotgan bo'lsa, uning ichidagi magnit maydon indukciyasi B va magnitlanish vektori P topilsin.

78. Temir sterjindagi magnit maydoni indukciyasi $B=1.7\text{Tl}$. Agar sterjinning magnit hususiyatlari $B=f(H)$ funksiya orqali bog'langan bo'lsa magnitlanish vektori P topilsin.

79. Uzunligi $l=0.1\text{m}$ va o'ramlar soni $N=300$ bo'lgan solenoid ichiga temir o'zak kiritilgan. Solenoiddan $I=1\text{A}$ tok o'tmoqda. Solenoid ichida joylashgan temir o'zakning magnitlanish vektori P topilsin.

80. Toroid temir o'zagining uzunligi $l=1\text{m}$, havo oralig'ini uzunligi $l=1\text{mm}$. Toroiddagi o'ramlar soni $N=2000$ ta. Toroiddan $I=1\text{A}$ tok o'tganda, havo oralig'idagi magnit maydoni kuchlanganligi H topilsin.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Elektromagnit indukciyasini aniqlashda Faradey tajribalarining g'oyasi nimadan iborat? elektromagnit indukciya hodisasining mahiyati nima? Indukciya e.Yu.K..ning kattaligi nimalarga bog'liq?

2. Faradey -Maksvell qonunidagi Minus ishora qanday fizik ma'noga ega? Indukcion tok yo'nalishi qanday topiladi?

3. Doimiy magnit maydonida harakatlanayotgan o'tkazgichda va o'zgaruvchan magnit maydonida joylashgan yopiq konturda indukciyaning paydo bo'lishiga nima sabab? Indukcion elektromagnit maydonining hususiyati qanday?

4. Indukciya hodisasi nima? Uzindukciya E.Yu.K. nimalarga bog'liq?

5. Induktivlikni nima belgilaydi va u nimaga bog'liq bo'ladi? U qanday kattaliklarda o'lchanadi? Solenoid induktivligi qanday aniqlanadi?

6. Zanjirni uzishda va ulashda tok qanday o'zgaradi? Tokning o'zgarish tezligi nimaga bog'liq?

7. O'zaro indukciya hodisasi nima?

8.Tokning hususiy energiyasi qanday aniqlanadi va u nima uchun magnit maydoni energiyasiga teng bo‘ladi? Magnit maydoni energiyasi zichligi nima?

9.Magnetiklarda magnit maydoni qanday tasvirlanadi? Magnitlanish vektori nimani ifodalaydi?

10.Dia- para- va ferromagnetiklar nima bilan farqlanadi? Ferro magnetiklar hususiyati nimadan iborat?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1.Savelev I.V. “Umumiy fizika kursi”. T.2. §§92-98. Toshkent “O‘qituvchi” 1975 y.

2.Детлав А.А. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977, Т.2. § 1-7, §9-1, 2,34.

3. Сивухин Д.В., Обший курс физики, М. Наука, 1983 Т.2. § 40-45.

4. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., “O‘qituvchi”, 1981.

5. M.Ismoilov, M.YUnusov. Elementar fizika kursi. T., “O‘qituvchi”, 1990

6. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. II tom. M., “Prosv”.1971.

7. Гершензон Э.М.,Малов Н.Н., Курс общей фзики. Электричество и магнетизм. М., “Просв”,1980.

8. Mirzaxmedov B.M. va boshqalar. Fizika o‘qitish metodikasi kursidan o‘quv eksperimenti. T., “O‘qituvchi”, 1989.

13-MAVZU. XUSUSIY MEXANIK TEBRANISHLAR

Tebranishlar va to'liqlar

Tebranish davri deb, bir marta to'la tebranishi uchun ketgan vaqtga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu}$

Tebranish chastotasi deb ,vakt birligi ichida tebranishlar soniga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. $\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$

Tebranish amplitudasi deb, tebranuvchi muvozanat vaziyatidan eng katta chetlanish masofaga teng bo'lgan kattalikka aytiladi. Vaqt o'tishi bilan amplitudaning moduli o'zgarmas qoladigan tebranishga so'nmas tebranish deyiladi, vaqt o'tishi bilan kamayib boruvchi tebranishga esa so'nuvchi tebranish deyiladi. Ichki kuchlar ta'siri tufayli vujudga keladigan tebranishlarga erkin tebranishlar, tashqi kuchlar yordamida vujudga keladigan tebranishlarga majburiy tebranishlar deyiladi.

Garmonik tebranish deb, sinus va cosinus funksiyalari bilan ifodalanadigan eng sodda tebranma harakatga aytiladi.

Tebranishning t vaqtdagi x-siljishi $x = A \sin \varphi$ $\varphi = \omega t$

φ -fazoviy burchak yoki tebranish fazasi, ω -doiraviy yoki siklik chastota

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

$$\chi = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t = A \sin 2\pi \nu t$$

Gorizontal o'qdagi proyeksiyasi $\chi = A \cos \omega t = A \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t = A \cos 2\pi \nu t$

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

Garmonik tebranayotgan nuqtaning harakati χ siljishi bo'yicha o'zgaruvchan bo'lgani uchun, u oniy tezlik va tezlanishga ega.

$$g = \chi' = (A \sin(\omega t + \varphi_0))' = A \omega \cos(\omega t + \varphi_0), \quad g_{\max} = A \omega$$

$$a = g' = \chi'' = (A \sin(\omega t + \varphi_0))'' = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0), \quad a_{\max} = A \omega^2$$

Tabranayotgan jism energiyasi

Garmonik tebranayotgan m massali jism g tezlikka ega bo'lganligidan $f = 2kx$

($k = m \omega^2$) bo'lganligi uchun W_k va W_p energiyalarga ega.

$$W_k = \frac{m g^2}{2} = \frac{m A^2 \omega^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi_0)$$

$$W_T = W_k + W_p = \frac{m A^2 \omega^2}{2} = \text{const}$$

$$W_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{mA^2\omega^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi_0)$$

Matematik mayatnik

Matematik mayatnik deb, cho'zilmaydigan, og'irligi hisobga olinmaydigan ipga osilgan sharga aytiladi.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad \text{bo'lgani uchun} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad \nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}, \quad g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = 4\pi^2 \nu^2 l$$

a-tezlanish bilan harakatlanayotgan liftdagi mayatnikning tebranish davri quyidagicha bo'ladi.

$$\uparrow a, \text{ yuqoriga}, T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}, \quad \downarrow a, \text{ pastga}, T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}, \quad \rightarrow a, \text{ yuqoriga}, T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$$

Elektr maydonda tebranayotgan mayatnik, $T=2$

$$\pi\sqrt{\frac{l}{a}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\frac{qE \pm mg}{m}}} = 2\pi\sqrt{\frac{ml}{qE \pm mg}}$$

$$T = \pi\sqrt{g}\left(\frac{1}{\sqrt{l}} + \frac{1}{\sqrt{l_1}}\right)$$

Tashqi majburlovchi kuch chastotasi jism erkin tebranishlari chastotasiga teng kelib qolganda tebranishlar amplitudasining ortib ketishiga **rezonans** (lot.sado beraman) deyiladi.

Prujinali mayatnik deb prujinaga osilib, vertical to'nalishda prujinaning elastik kuchi va jism og'irligi ta'sirida tebranadigan jismga aytiladi.

$$P=F_{el} \Rightarrow mg = -kx \Rightarrow a = g = -\frac{k}{m}x \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Garmonik tebranishlar, sinus yoki kosinus qonunlariga bo'ysinuvchi funksiyalar orqali ifodalanadi. Qaysi funktsiyani qo'llash boshlang'ich shartlar orqali belgilanadi. Mashqlarni yechishda ko'pgina hollarda berilgan siljish tenglamasi orqali parametrlarni topish talab qilinadi. Bunday hollarda garmonik tebranma harakat tenglamasi bilan solishtirilib, davr, fasi va boshlang'ich fazalarni topish mumkin.

Boshqa tipdagi mashqlarda esa siljish, tezlik, tezlanishlarni oniy qiymatiga qarab baʼzi parametrlarni topish talab qilinadi. Bunday hollarda maksimal siljish amplitudaga tengligi nazarda boʻlishi kerak. Agarda vaqtning biror daqiqasida siljish maksimal qiymatga erishsa bu holda tebranishlar fazasi $\frac{\pi}{2}$ ga teng, tezlikning maksimal qiymatida esa faza va tezlanish nolga teng.

Bir guruh massalalarda esa energiyani bir turdan boshqa turga aylanishi va energiyani saqlanish qonuni va dinamik xarakteristikalarini bogʻlanishidan foydalanib xarakat tenglamasini tuzish talab qilinadi.

Ikkita oʻzaro perpendikulyar xarakatda ishtirok etuvchi nuqtani traektoriyasini topish zarur boʻlsa, bu holda tenglamalardan vaqtni yoʻqotib topiladi.

Fizik mayatnikni davrini topish mashqlarida esa aylanish oʻqi massa markazidan oʻtmasligi va uni esa Shteyner tenglamasidan foydalanib topish kerakligini nazardan chetda qolmasligi kerak.

Tebranma jarayonlarga bagʻishlagan mashqlarni yechish uchun asosiy formula va qonunlarni aniq bilish va ular orasidagi (tezlik, tezlanish va siljish) bogʻlanishlarni bilish kerak.

Masalalarni yechish namunalari

1-masala.

Nuqta garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Maksimal siljishi va tezligi mos ravishda $A=0.05$ m va $v_{\max}=0.12$ m/s ga teng. Maksimal tezlanish topilsin va siljish $y=0.03$ m ga teng boʻlgan momentda nuqtaning tezlik va tezlanishi topilsin.

Yechilishi: Garmonik tebranishlarning siljish tenglamasi

$$y = A \sin(\omega t + \varphi),$$

bunda A - tebranishlarning maksimal siljishi, yoki amplitudasi, $\omega t + \varphi$ - tebranishlar fazasi. Mashqning shartida boshlangʻich faza haqida maʼlumot berilmagan, shuning uchun $A=0$ da $\varphi=0$ teng deb olamiz.

$$y = A \sin \omega t \tag{1}$$

nuqtaning oniy tezligi shu funksiyadan vaqt boʻyicha olingan birinchi tartibli hosilaga teng

$$v = \frac{dy}{dt} = \omega A \cos \omega t \tag{2}$$

bunda $\omega A = g_{\max}$ - tezlikni maksimal qiymati. Nuqtaning oniy tezlanishi berilgan siljish funksiyadan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosilaga tengdir.

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -\omega^2 A \sin \omega t \quad (3)$$

bunda $\omega^2 A = a_{\max}$ tezlanishning maksimal qiymati. $g_{\max}$ va $a_{\max}$ -larni (2) va (3) tenglamalarni solishtirib

$$a_{\max} = \frac{g_{\max}^2}{A} \quad (4)$$

ekanini topamiz. Agar nuqtaning t vaqt momentidagi ko'chishi berilgan bo'lsa, (4) tenglamadan $\sin \omega t = \frac{y}{A}$ topib (3) tenglamaga qo'ysak tezlanishni oniy qiymatini topamiz.

$$a_{\max} = -\frac{g_{\max}^2}{A} y \quad (5)$$

va (2) tenglamadan tezlikni oniy qiymatini topamiz

$$g = g_{\max} \sqrt{1 - \left(\frac{y}{A}\right)^2} = \frac{g_{\max}}{A} \sqrt{A^2 - y^2} \quad (6)$$

(4), (5) va (6) tenglamalarga berilgan sonlarni qo'yib hisoblaymiz.

$$a = \frac{(12)^2 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}} = 29 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2,$$

$$g = \frac{(12)^2 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-2}} \sqrt{25 \cdot 10^{-4} - 9 \cdot 10^{-4}} = 9.6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}.$$

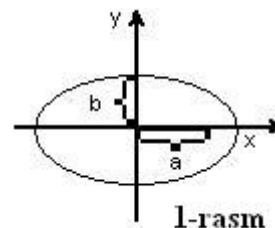
2-masala.

Nuqta tenglamalari $x=2\sin\pi t$ va $y= -\cos\pi t$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda ishtirok etadi. Nuqtani traektoriyasi va tenglamasini toping. $t=0.5$ s bo'lganda nuqtaning tezligi topilsin (siljish santimetrlarda berilgan).

Yechilishi: Qo'shiluvchi tebranishlarning siklik chastotalari bir xil bo'lganligi uchun nuqtaning xarakat traektoriyasi ellips bo'ladi. Tenglamalardan t -ni yo'qotamiz, buning uchun har ikki tomonni kvadratga ko'taramiz: $x^2=4\sin^2\pi t$ va $\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1$ ekanligidan foydalanib:

$$\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{1} = 1.$$

Bu qtlari $a=2$ sm va $b=1$ sm ga teng bo'lgan ellips tenglamasi. Nuqtaning xarakat yo'nalishini topamiz: $t=0$ da $x=0$, $y=-1$, t ortishi bilan nuqtani x koordinatasini ortishiga olib keladi, demak nuqta soat strelkasiga teskari xarakat qiladi. Nuqtaning ellips bo'ylab xarakat tezligi tezliklarini vektor yig'indisiga teng, tebranishlar o'zaro perpendikulyar bo'lsa,



$$\mathcal{Q} = \sqrt{\mathcal{Q}_x^2 + \mathcal{Q}_y^2}, \quad \mathcal{Q}_x = \frac{dx}{dt} = 2\pi \cos \pi t,$$

$$\mathcal{Q}_y = \frac{dy}{dt} = \pi \sin \pi t,$$

$$\mathcal{Q} = \sqrt{4\pi^2 \cos^2 \pi t + \pi^2 \sin^2 \pi t} = \pi \sqrt{4\cos^2 \pi \cdot 0.5 + \sin^2 \pi \cdot 0.5} = 3.14 \text{ sm/s}.$$

3-masala.

Massasi $m=0.01$ kg zarracha davri $T=2$ s bo'lgan garmonik xarakat qiladi. tebranma xarakat qilayotgan bu nuqtaning to'la energiyasi $E=0.1$ mJ. Tebranishlar amplitudasi A va kuchning eng katta qiymati $F_{\max}$ topilsin.

Yechilishi: Tebranishlar amplitudasini topish uchun to'la energiya formulasidan foydalanamiz $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ekanligidan:

$$A = \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{2E}{m}} \quad (1)$$

Berilgan sonlarni qo'yib xisoblaymiz.

$$A = \frac{2}{2 \cdot 3.14} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}}} \text{ m} = 0.045 = 45 \text{ mm}.$$

Zarracha garmonik tebranma xarakat qilayotganligi uchun unga $F=-kx$ kvazielastik kuch ta'sir qiladi. Siljish $x_{\max}$ maksimal qiymatga ega bo'lganda kuch ham maksimumga erishadi, demak

$$F_{\max} = kx = kA \quad (2)$$

k - ni davr orqali ifodasi

$$k = m \omega^2 = m \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (3)$$

(1), (2), (3) formulalardan foydalanib

$$F_{\max} = \frac{2\pi}{T} \sqrt{2mE}.$$

Berilgan sonlarga qo'yib

$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 3.14}{2} \sqrt{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4}} \cdot H = 4.44 \cdot 10^{-3} H = 4.44 mH .$$

4-masala.

Uzunligi l bo'lgan sterjenga 2-ta bir xil yuk maxkamlangan. Yuklarni biri sterjenni o'rtasiga ikkinchisi esa ularni bir uchiga maxkamlangan. Yukli sterjen bo'sh uchidan o'tuvchi o'qqa nisbatan tebranma xarakat qilayapti.

Mayatnikni davri va keltirilgan uzunligi topilsin.

Yechilishi: Fizik mayatnikning davri $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$, bu yerda I -

mayatnikning inersiya momenti, d -massa markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Mayatnikning inersiya momenti yuklar inersiya momentlarini yig'indisidan iborat yuklarni massasi m ga teng, moddiy nuqta deb qarash mumkin:

$$I = I_1 + I_2 = m_1 \ell^2 + m_1 \left(\frac{\ell}{2} \right)^2 = 1.25 m_1 \ell^2$$

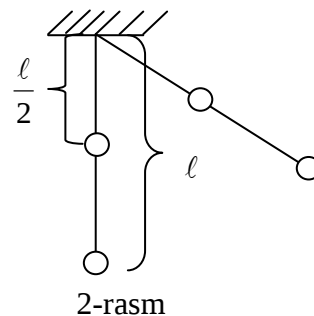
mayatnikni massasi $m=2m_1$. Og'irlik markazi yuklarni o'rtasiga joylashgan bo'ladi, ya'ni

$$d = \frac{\ell}{2} + \frac{\ell}{4} = 0.75\ell.$$

Demak,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1.25 m_1 \ell^2}{0.75\ell \cdot 2m_1 g}} = 2\pi \sqrt{\frac{5\ell}{6g}},$$

$$L_{\text{kel.}} = \frac{J}{m \cdot d} = \frac{1.25 m_1 \ell^2}{2m_1 \cdot 0.75\ell} = \frac{5\ell}{6}.$$



Mavzuga oid topshiriqlar

1. Nuqta garmonik tedranma xarakat qilmoqda. Vaqtning biror t_1 daqqiqasida nuqtaning siljish $y_1=5$ sm. Agarda tebranishlar fazasini 2 marta oshirsak siljish $y_2=8$ sm. Tebranishlarning amplitdasi topilsin.

2. Zarrachaning koordinatasi $B^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + y = 0$ tenglamani qanoantiradi.

Tebranishlarning davri T topilsin.

3. Amplitudasi $A=10$ sm, chastotasi $\nu=2\text{Hz}$ va vaqtning boshlang'ich daqiqasida nuqtaning siljish eng katta (maksimal) bo'lsa, garmonik tebranishlarning tenglamasini yozing.

4. Nuqta garmonik tebranma xarakat qiladi. Eng katta siljish $A=10$ sm, tezlikning eng katta qiymati $v_m=20$ sm/s. Tebranishlarni siklik chastotasi ω va nuqtaning maksimal tezlanishi a_m topilsin.

5. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning tezligi $v=6\cdot 10^{-2}\sin(100t)$ m/s qonuniga bo'ysunadi. Garmonik tebranishlarni tenglamasini yozing. Tezlik va tezlanishlarning maksimal qiymatlari topilsin.

6. Moddiy nuqtaning tebranishlari $x=0,05\cos t$ tenglama bilan berilgan. Tebranishlarning davri T amplitudasi A boshlang'ich fazasi va vaqtning boshlang'ich daqiqasida tezlik va tezlanish topilsin.

7. Nuqtaning tebranish tenglamasi $x=0.05 \cos \omega(t+\tau)$ ko'rinishda, bunda $\omega=\pi \frac{1}{s}$ $\tau=0.2$ s. Tebranishlar davri T va boshlang'ich fazasi topilsin.

8. Tenglamasi $y=A\sin \omega(t+\tau)$ bilan berilgan tebranishlarni davri, chastotasi va boshlang'ich fazasi topilsin. $\omega=2.5 \frac{1}{s}$; $\tau=0.4$ s deb olinsin.

9. Nuqta $y=A\sin (\omega t+\varphi)$ tenglamaga bo'ysingan tebranishlar qiladi. Agarda $A=4$ sm va $y(0)=2$ sm $y'(0)<0$ bo'lsa tebranishlarning boshlang'ich fazasi topilsin.

10. Nuqta $x=A\cos (\omega t+\varphi)$ tenglama bilan tebranma harakat qiladi. Bunda $A=2$ sm, $\omega=\pi \frac{1}{s}$; $\varphi=\frac{\pi}{4}$ rad. 1) Siljish $x(t)$; 2) tezlik $v(t)$; 3) tezlanish $a(t)$ larni grafiklari chizilsin.

11. Nuqta amplitudasi $A=4$ sm va davri $T=2$ s bo'lgan tebranishda ishtirok etadi. $t=0$ bo'lganda $x(0)=0$ va $x'(0)<0$ larni e'tiborga olgan holda tebranishlarni tenglamasi yozilsin. Tezlik $x'(0)=-6$ sm/s va $x<0$ bo'lgan vaqtda tebranishlarning fazasi $(\omega t+\varphi)$ topilsin.

12. Nuqta aylana bo'ylab soat strelkasiga teskari $T=6$ s davr bilan tekis xarakat qilmoqda. Aylananing diametri $d=20$ sm. Agarda boshlang'ich momentda nuqtaning markazdan o'tuvchi x o'qiga bo'lgan proyeksiyasi 0 ga teng bo'lsa nuqta xarakatining x o'qiga bo'lgan proyeksiyaning tenglamasi yozilsin. Vaqt daqiqasi $t=1$ s ga teng bo'lgan hol uchun siljish x , tezlik va tezlanish topilsin.

13. Garmonik tebranishlarning tenglamasi $y=2\sin(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{4})$ ko'rinishga ega. Tebranishlarni amplitudasi, davri, chastotasi, siklik chastotasi va

tebranishlarning boshlang'ich fazasi topilsin. Vaqt $t=T/4$ vaqtdagi tezligi va maksimal tezligi topilsin.

14.Moddiy nuqtaning tebranishlari $y=0.2\sin\pi(t+1/3)$ ko'rinishga ega. Vaqt $t=0.5$ s ga teng bo'lganda tezlik va tezlanishni qiymati va amplituda, davri, boshlang'ich fazasi topilsin.

15.Moddiy nuqtaning tebranishlar tenglamasi $y=0.1\sin \pi(t+1/3)$ (kattaliklar SI sistemasida berilgan). Tebranishlarning amplitudasi, davri, boshlang'ich fazasi , tezlik va tezlanishning boshlang'ich momentdagi qiymatlari topilsin.

16.Boshlang'ich vaqtda garmonik tebranish qilayotgan nuqtaning siljishi maksimal qiymatga ega bo'ladi. Amplitudasi $A=2$ sm, chastotasi $\nu=3$ s⁻¹. Tebranishlar tenglamasi yozilsin. Tebranishlar boshlangandan keyin $t=0.4$ s bo'lganda nuqtaning tezligi qanday bo'ladi?

17.Massasi $m=25$ g bo'lgan moddiy nuqtaning tebranishlar tenglamasi $x=0.05\sin 3\pi t$ (SI-sistemasida). Tebranishlar amplitudasi, davri va boshlang'ich fazasi topilsin. Siljish $x=4$ sm ga teng bo'lganda elastiklik kuchning qiymati topilsin.

18.Nuqtaning xarakat tenglamasi $x=\sin \frac{\pi}{6}t$. Tezlik va tezlanish maksimal qiymatga erishgan vaqt momenti topilsin.

19.Nuqta garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Boshlang'ich fazasi nolga, amplitudasi $A=50$ mm va davri $T=2$ s ga teng. Muvozanat holatdan $x=25$ mm ga siljigandagi vaqtda nuqtaning tezligi topilsin.

20.Garmonik tebranishlarning boshlang'ich fazasi nolga teng. Muvozanat holatdan boshlanganda siljish $x_1=2.4$ sm bo'lganda tezlik $v_1=3$ sm/s ga teng, siljish $x_2=2.8$ sm bo'lganda esa tezlik $v_2=2$ sm/s ga teng bo'lgan. Tebranishlar amplitudasi va davri topilsin.

21.Nuqta $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ qonuniga bo'ysingan holda tebranma xarakat qilmoqda va bunda $A=4$ sm. Agarda $x(0)=2$ sm; $v_0=x'(0)>0$ bo'lsa, boshlang'ich faza φ topilsin. $t=0$ holat uchun vektor diagrammasi chizilsin.

22.Nuqta $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ qonuniga bo'ysingan holda tebranma xarakat qilmoqda va bunda $A=4$ sm. Agarda $x(0)=-2\sqrt{2}$ sm va $v_0=x'(0)<0$ bo'lsa, tebranishlarning boshlang'ich fazasi φ topilsin. $t=0$ holat uchun vektor diagrammasi chizilsin.

23.Nuqta $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ qonuniga bo'ysingan holda tebranma xarakat qilmoqda va bunda $A=4$ sm. Agarda $x(0)=-2\sqrt{3}$ sm va $v_0=x'(0)>0$ bo'lsa, tebranishlarning boshlang'ich fazasi topilsin. $t=0$ holat uchun vektor diagrammasi chizilsin.

24. Nuqta amplitudasi $A=4$ sm va davri $T=2$ s bo'lgan tebranma xarakat qilmoqda. Agarda $t=0$ bo'lganda siljish $x(0)=0$ va $x'(0)<0$ bo'lsa, tebranishlar tenglamasi yozilsin. $t=0$ bo'lganda $x(0)=0$ va $x'(0)=0$. Siljish $x=1$ sm va $v=x'(t)>0$ bo'lgan vaqtdagi tebranishlarning fazasi $(\omega t + \varphi)$ topilsin.

25. Boshlang'ich vaqtda tebranishlarning tezligi maksimal qiymatda bo'lsin. Agarda tebranishlar amplitudasi $A=2$ sm, siklik chastotasi $\omega=4$ s⁻¹ bo'lsa, tebranishlar boshlangandan $t=T/12$ s o'tgach tebranishlarning siljishi, tezligi va tezlanishi topilsin. Son qiymatlarini qo'yib tebranishlarning tenglamasini yozing.

26. Amplitudasi $A=1$ sm va chastotasi $\nu=5$ s⁻¹ bo'lgan garmonik tebranishlarni xarakat boshlangandan keyin $t=0.01$ s vaqt o'tgandagi siljishi, tezligi va tezlanishi topilsin. Boshlang'ich momentda nuqta maksimal siljishga ega bo'lgan. Nuqtaning tebranishlarini son qiymatlarni qo'yib ikki xil ko'rinishda ($\cos\varphi$; $\sin\varphi$) yozing.

27. Nuqta amplitudasi $A=0.1$ m davri $T=2$ s bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Siljish $x=0.06$ m bo'lgan momentdagi tezlik va tezlanish topilsin.

28. Moddiy nuqtaning tebranishlari $x=0.04 \sin\pi(t+1/6)$ m tenglama bilan berilgan. Tebranishlarni boshlang'ich momentdagi tezligi va tezlanishini, xamda davri, chastotasini $\cos\varphi$ orqali yozing.

29. Nuqta chastotasi $\nu=10$ Hz bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Boshlang'ich moment deb hisoblangan vaqtda nuqta maksimal siljishga $x_m=1$ mm erishgan. Nuqtaning tebranishlar tenglamasini yozing va grafigini chizing.

30. Moddiy nuqta sinuslar qonuniga bo'ysingan tebranishlar qilmoqda. Nuqtaning eng katta siljishi $A=20$ sm va eng katta tezligi $v_m=40$ sm/s. Tebranishlarning tenglamasini yozing va maksimal tezlanishni toping.

31. Boshlang'ich momentda tebranayotgan nuqta musbat maksimal siljishga ega. Xarakat boshlangandan keyin davrning 0,4 qismiga teng bo'lgan vaqtdagi siljish, tezlik va tezlanish topilsin. tebranishlarning amplitudasi $A=5$ sm, davri $T=0,1$ s. Son qiymatlarini qo'yib tenglamani ikki ko'rinishda ($\sin\varphi$; $\cos\varphi$) yozing.

32. Garmonik tebranishlarning boshlang'ich fazasi nolga teng. Davrning qanday bo'lagida nuqtaning tezligi uning maksimal qiymatini yarmiga teng bo'ladi?

33. $x=2\cos \pi(t+1)$ sm tenglama bilan tebranayotgan nuqtani maksimal tezligi va tezlanishi topilsin.

34. Amplitudasi $A=3$ sm va siklik chastotasi $\omega = \frac{\pi}{2} \text{ s}^{-1}$ bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning maksimal tezligi $v_{\max}$ va $a_{\max}$ tezlanishi topilsin.

35. Amplitudasi moddiy nuqta $A=6$ sm, chastotasi $\nu=2 \text{ s}^{-1}$ va xarakat tenglamasi $x=A \sin \omega t$ bo'lgan tebranma xarakatda ishtirok etadi. Nuqtaning tezligi $v=5 \text{ m/s}$ bo'lgan vaqtdagi tezlanish topilsin.

36. Nuqtaning tebranishlari $x=A \sin(\omega t + \varphi)$ tenglamaga bo'ysinadi. Vaqtning biror daqiqasida siljish $x=2,5$ sm uning tezligi $v=10 \text{ sm/s}$, tezlanish $a=-40 \text{ sm/s}^2$ ga teng. Berilgan shu vaqtda tebranishlar amplitudasi A , siklik chastotasi, davri T va tebranishlar fazasi φ topilsin.

37. Nuqtaning tebranishlari $x=A \cos \omega t$ tenglama orqali berilgan. Nuqtaning maksimal siljish $A=10$ sm. Tebranish boshlangandan keyin $t_1=1 \text{ c}$ o'tgach $x_1=5$ sm, $t_2=2 \text{ s}$ o'tgach $x_2=0$ qiymatlarini qo'yib xarakat tenglamasini yozing. Tebranishlar davri, maksimal tezlik va tezlanish va xarakat boshlangandan keyin $t=1 \text{ s}$ o'tgach nuqtaning tezlik va tezlanishi topilsin.

38. Moddiy nuqta garmonik tebranma xarakat qilayapti. Xarakat boshlangandan keyin $t=0,1 \text{ s}$ o'tgach nuqtaning muvozanat holatdan siljishi $x=5$ sm tezligi $v=62 \text{ sm/s}$ tezlanish $a=-540 \text{ sm/s}^2$ ga teng. Tebranishlar amplitudasi, siklik chastotasi va boshlang'ich fazasi topilsin.

39. Garmonik tebranishlarni amplitudasi $A=5$ sm, davri $T=4 \text{ s}$. Vaqtning boshlang'ich momentida nuqta maksimal siljishga teng masofada tursa nuqtaning maksimal tezligi va tezlanishi topilsin.

40. Boshlang'ich fazasi nolga va davri $T=12 \text{ s}$ ga teng bo'lgan garmonik tebranishlar qilayotgan nuqta vaqtning qanday momentida muvozanat vaziyatdan amplitudani yarmiga teng bo'lgan siljishga erishadi?

41. Garmonik tebranishlar qilayotgan nuqtaning maksimal tezligi $v_{\max}=10 \text{ sm/s}$ maksimal tezlanishi $a_{\max}=100 \text{ sm/s}^2$. tebranishlar amplitudasi davri va siklik chastotasi topilsin. Boshlang'ich fazasi 0 ga teng deb tebranishlarni tenglamasi yozilsin.

42. Tebranishlar davri $T=6 \text{ s}$ ga teng. Agarda tebranishlar boshlangandan keyin $t=0.25 \text{ s}$ o'tgach siljish amplitudasining yarmisiga teng bo'lsa boshlang'ich faza topilsin.

43. Tebranishlar $x=0.03 \sin \pi(t+0.5) \text{ m}$ tenglamaga bo'ysunadi. Tezlik va tezlanishni eng katta qiymati topilsin. Xarakat boshlanganidan $t=5 \text{ s}$ o'tgach tebranishlar fazasi nimaga teng?

44. Garmonik tebranma xarakat qiladigan moddiy nuqtaning muvozanat vaziyatidan eng katta siljishi $x_m=5$ sm va u $t=1$ min 30 s da 30 ta to'la tebranishlar hosil qiladi. Tebranishlarni tenglamasi tuzilsin.

45. $x=7\sin 0.5\pi t$ tenglama bilan tebranma xarakat qilayotgan nuqta qanday vaqtda muvozanat vaziyatidan maksimal siljishgacha xarakat qiladi?

46. Zarracha davri T va amplitudasi A bo'lgan garmonik tebranma xarakat qiladi. Siljish 0 dan $a/2$ gacha o'tgan vaqt t topilsin.

47. Zarracha x o'qi bo'yicha $x=0.1\sin 6.28t$ (m) tenglama asosida tebranadi. Bir davr oralig'idagi tezlikni modulini o'rtacha qiymati topilsin.

48. Zarracha $x=0.1\sin 6.28t$ (m) tenglama asosida tebranadi. Davrni $1/8$ qsmida tezlik modulini o'rtacha qiymati topilin.

49. Nuqta $x=0.6\cos(\frac{\pi}{6}t+\frac{\pi}{3})$ qonuni asosida tebranadi. Tebranishlar amplitudasi, davri, boshlang'ich fazasi va $t=0$ ga teng bo'lgan vaqtda siljish va tezligi topilsin.

50. $x=8\cos(\frac{2\pi}{0.2}t+\frac{\pi}{6})$ qonun asosida garmonik tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaning tezlik va tezlanish amplitudalari topilsin. Vaqtning boshlang'ich momentida siljish va tezlikni qiymati topilsin.

51. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning to'la energiyasi $W=2\cdot 10^{-5}$ J va jismga ta'sir qiluvchi kuchning maksimal qiymati $F_{\max}=1\cdot 10^{-3}$ N. Agar tebranishlar davri $T=2$ s va boshlang'ich fazasi $\varphi=30^\circ$ bo'lsa, bu jismning xarakat tenglamasini yozing.

52.1) $t_1=\frac{T}{12}$ s; 2) $t_2=\frac{T}{3}$ s; 3) $t_3=\frac{T}{6}$ s vaqtlar uchun garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning kinetik energiyasini potensial energiyasiga nisbati topilsin. Tebranishlarning boshlang'ich fazasi 0 ga teng.

53. Kinetik energiyasi to'la mexanik energiyani to'rtidan bir qismiga teng bo'lgan vaqt momentida garmonik tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaga ta'sir qilayotgan elastiklik kuchini maksimal qiymatini qanday qismini tashkil qiladi?

54. Tenglamasi $x=0.05 \sin 2t$ (m) bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Potensial energiyasi $W=10^{-4}$ J va muvozanat holatga qaytaruvchi kuch $F=5\cdot 10^{-3}$ N bo'lgan vaqt momenti topilsin. Shu holatga mos kelgan tebranishlar fazasi topilsin.

55. Massasi $m=5$ g bo'lgan jism $x=0.1\sin\frac{\pi}{2}(t+\frac{1}{3})$ tenglama bilan tebranmoqda. $t=20$ s o'tgach jismning kinetik va potensial energiyasi topilsin. To'la energiya nimaga teng?

56. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning amplitudasi $A=2\cdot 10^{-2}$ m, to'la energiyasi $W=5\cdot 10^{-7}$ J: 1) jismga $F=2.25\cdot 10^{-5}$ N kuch ta'sir qilgandagi siljish nimaga teng? 2) jismga ta'sir qiluvchi maksimal kuch nimaga teng?

57. Massasi $m=5$ g bo'lgan jism tenglamasi $x=0.1\cos\frac{\pi}{2}(t+\frac{1}{2})$ bo'lgan tebranishlarda qatnashayapti (o'lchamlari SI sistemasida). Xarakat boshlangandan keyin $t=10$ s o'tgach jismning kinetik, potensial va to'la energiyasi topilsin.

58. Massasi $m=0.1$ g bo'lgan moddiy nuqta $x=A\cos\omega t$ tenglama bo'yicha tebranadi Amplitudasi $A=5$ sm, chastotasi $\nu=20$ s⁻¹. Qaytaruvchi kuchni maksimal qiymati topilsin.

59. Moddiy nuqta amplitudasi $A=5$ sm bo'lgan garmonik tebranma xarakat qiladi. Agar nuqtaga $F=0,2$ N elastik kuch ta'sir etsa, nuqtaning kinetik, potensial va to'la energiyasi topilsin.

60. Nuqta $x=5\sin 2t$ tenglama bilan garmonik tebranishlar qilmoqda. Qaytaruvchi kuch $F=5$ mN bo'lgan vaqtda nuqtaning potensial energiyasi $W_n=0.1$ mJ bo'ladi. Shu vaqt momenti t va shunga mos kelgan tebranishlar fazasi topilsin.

61. Massasi $m=5$ g bo'lgan jism $x=0.1\sin\frac{\pi}{2}(t+\frac{1}{3})$ tenglama bilan tebranishlarda ishtirok etadi. Boshlang'ich momentdan boshlab $t=20$ s o'tgandan keyingi kinetik, potensial va to'la energiya topilsin.

62. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning to'la energiyasi $W_t=3\cdot 10^{-5}$ J va jismga ta'sir qiluvchi qaytaruvchi kuch $F_M=1.5\cdot 10^{-3}$ H. Agar tebranishlar davri $T=2$ s va boshlang'ich fazasi $\varphi=60^\circ$ bo'lsa tebranishlar tenglamasini yozing. Garmonik tebranishlarni to'la energiyasi $W_T=3\cdot 10^{-7}$ J va amplitudasi $A=2$ sm bo'lgan. Siljish qanday bo'lganda nuqtaga ta'sir qiluvchi kuch $F=2.25\cdot 10^{-5}$ H bo'ladi?

63. Amplitudasi $A=12$ sm bo'lgan tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaning to'la mexanik energiyasi $W_T=0.03$ J bo'lsa elastik qaytaruvchi kuchning eng katta qiymati nimaga teng?

64. Kinetik energiyasi to'la mexanik energiyani uchdan bir qismiga teng bo'lgan vaqtda, garmonik tebranma xarakat qilayotgan moddiy

nuqtaga ta'sir qilayotgan elastik kuchi maksimal elastic kuchi qiymatining qanday qismini tashkil qiladi?

65. Massasi $m=0.01$ g bo'lgan moddiy nuqtaning tebranishlar tenglamasi $x=0.05 \sin \pi(0.2t+0.25)$ m ko'rinishda berilgan. Nuqtaning eng chekka holatdagi vaziyatida kuchning o'zgarish qonunini va siklik chastotasi ω ni toping.

66. Massasi $m=0.01$ kg bo'lgan moddiy nuqta davri $T=2$ s va boshlangich fasasi $\varphi_0=0$ bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Tebranishlar amplitudasi va $t=3$ s bo'lgan momentdagi siljishi topilsin.

67. Massasi $m=0.2$ kg bo'lgan moddiy nuqta garmonik harakatining amplitudasi $A=0.15$ m bo'lsa, nuqtaning siljishi $x=0.05$ m bo'lgandagi kinetik energiyasi topilsin.

68. Uzunligi $l=1$ m va massasi $m=10$ g bo'lgan matematik mayatnikka $t=0$ da tasir etayotgan kvasielsnik kuchi maksimal qiymatiga ega bo'ladi, $t=1.5$ s bo'lgan vaqt uchun kuchning oniy qiymati va to'la energiyasi topilsin.

69. Massasi $m=250$ g bo'lgan prujinaga osilgan yukcha davri $T=1$ s va amplitudasi $A=2$ sm bo'lgan tebranma xarakat qiladi. Yukka ta'sir etuvchi kuchning maksimal qiymati va to'la mexanik energiya topilsin.

70. Massasi $m=50$ g bo'lgan moddiy nuqta $x=A \cos \omega t$ garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Bunda $A=0.1$ m va $\omega=5$ s⁻¹. Tebranishlar fazasi $\omega t=\frac{2\pi}{5}$ va siljish eng katta bo'lganda nuqtaga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Qanday tebranishlar garmonik tebranishlar deyiladi? Garmonik tebranishlar asosiy tushunchalarini ta'riflang (siljish, amplituda, faza, davr, chastota, siklik chastota).

2. Tebranma harakat qilayotgan nuqtaning siljish vaqtga qanday bog'langan?

3. Garmonik tebranishlarning siljishi tenglamasi qanday yoziladi?

4. Garmonik tebranishlarning grafik ifodasi qanday bo'ladi?

5. Tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning siljishini, tezlikni va tezlanishini yozing.

6. Garmonik tebranishlarni amalga oshiri uchun qanday shart bajarilishi kerak? Qaytaruvchi kuch nima?

7. Fizik va matematik mayatniklarning xususiy tebranishlar davri qanday topiladi? Fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deb nimaga aytamiz?

8. Tebranishlar davri bir xil bo'lgan, bir to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalayotgan tebranishlar qo'shilganda natijalovchi tebranishlarning amplituda qiymati nimaga teng?

9. Fazalar farqi $0; \frac{\pi}{2}; \pi$ ga teng va tebranishlar davri bir xil bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda ishtirok etayotgan nuqtaning harakat tenglamasi va uning traektoriyasini tushuntiring. Qanday vaqtda tepkili tebranish hosil bo'ladi?

10. Tepkili tebranish chastotasi va amplitudasi qanday bo'ladi? Tepkili tebranish grafigi, hosil bo'lgan murakkab tebranishlarning chastotasi nimaga teng?

11. Tebranishlar sistemasining energiyasining formulasi qanday ko'rinishda? U qanday parametrlarga bog'liq?

12. Garmonik tebranishlarda mexanik energiyani bir turdan ikkinchi turga aylanishini tushuntiring.

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Savelev I.V. "Umumiy fizika kursi". T.2. §§92-98. Toshkent "O'qituvchi" 1975 y.

2. Детлав А.А. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977, Т.2. § 1-7, §9-1, 2,34.

3. Сивухин Д.В., Общий курс физики, М. Наука, 1983 Т.2. § 40-45.

4. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., "O'qituvchi", 1981.

5. M. Ismoilov, M. Y. Unusov. Elementar fizika kursi. T., "O'qituvchi", 1990

6. G.S. Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. II tom. M., "Prosv". 1971.

7. Гершензон Э.М., Малов Н.Н., Курс общей физики. Электричество и магнетизм. М., "Просв", 1980.

8. Mirzaxmedov B.M. va boshqalar. Fizika o'qitish metodikasi kursidan o'quv eksperimenti. T., "O'qituvchi", 1989.

14-MAVZU. MEXANIK VA ELETROMAGNIT TEBRANISHLAR

O'zgaruvchan elektr toki

Bir jinsli magnit maydonda o'zgaras tezlik bilan aylanuvchi ramkaning ko'ndalang kesim yuzasini kesib o'tuvchi magnit induksiya oqimi ham, yo'nalishi ham miqdor jihatdan doiraviy o'zgaradi. Vaqt o'tishi bilan kattalik jihatdan ham o'zgarib turuvchi tokka o'zgaruvchan tok deyiladi.

Ramkani uzluksiz aylantirilganda induksiya E.Yu.K. doiraviy o'zgaradi. E.Yu.K. ning berilgan vaqtdagi qiymatiga uning oniy yoki eng katta qiymati deyiladi.

$$e = \varepsilon_{\max} \sin \omega t = \varepsilon_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t; \quad \varepsilon = \frac{\varepsilon_{\max}}{\sqrt{2}}$$

Tok kuchi bilan kuchlanishning oniy qiymatlari va maksimal qiymatlari orasidagi bog'lanish.

$$i = I_{\max} \sin \omega t = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t; \quad I_{ef} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}.$$

$$u = U_{\max} \sin \omega t = U_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t; \quad U_{ef} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}.$$

Aktiv qarshilik

Elektr energiyasining zanjirdagi tokning qaytmas issiqlik energiyasiga aylanishiga sabab bo'luvchi elektrik zanjir qarshiligini **aktiv qarshilik** deb ataladi. $I_{\max} = \frac{U_{\max}}{r}$

O'zinduksiya hodisasi natijasida sodir bo'lgan qarshilikka **induktiv qarshilik** deb ataladi va X_L bilan belgilanib Om hisobida o'lchanadi. Bu faqat o'zgaruvchan tok zanjirida bo'lib, o'zgaras tok zanjirida nolga teng. $X_L = \omega L; \quad I = \frac{U_L}{X_L} = \frac{U_L}{\omega L}.$

Aktiv va induktiv qarshiliklarni ketma-ket ulash

Kuchlanishning haqiqiy qiymati $U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2}; \quad \varphi = \arctg \frac{X_L}{r}.$

To'la qarshilik $Z = \sqrt{r^2 + X_L^2} = \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}.$

Om qonuni $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + X_L^2}}.$

Aktiv va sig'im qarshiliklarni ketma-ket ulash

O'zgaruvchan tok zanjiriga C sig'im ulanishi natijasida hosil bo'ladigan qarshilikka sig'im qarshilik deyiladi. X_C – sig'im qarshilik

sig'im C ga o'zgaruvchan tokning aylanma chastotasi ω ga teskari proporsional. $X_C = \frac{1}{\omega C}$.

Zanjirda bitta sig'im qarshiligi ulanganda Om qonuni $I = \frac{U_C}{X_C} = U_C \omega C$.

To'la qarshilik $Z = \sqrt{r^2 + X_C^2} = \sqrt{r^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}$; $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Om qonuni $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + X_C^2}}$

X_P - reaktiv qarshilik bo'lib, induktiv va sig'imni o'zichiga olgan zanjirning elektr va magnit maydonlari o'zgarishiga ko'rsatgan yig'indi reaksiyasidek, hisoblanuvchi umumiy qarshiligi tushiniladi.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_P^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}.$$

X_L va X_C qarshiliklar teng bo'lganda reaktiv qarshilik nolga teng bo'ladi, shuning uchun kuchlanish va tok kuchi vektorlari orasida fazalar siljishi bo'lmaydi. Bu hol kuchlanishlar **rezonansi** deyiladi.

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Transformator

Transformator deb, o'zgarmas chastotada, o'zgaruvchan tok kuchlanishini va tok kuchini o'zgartiruvchi asbobga aytiladi. Uni 1876-yilda Yablochkov tomonidan ixtiro qilingan. Transformator yumshoq po'latdan yoki ferritdan yasalgan berk o'zak va unga kiydirilgan, bir-biridan izolyatsiyalangan o'ramlar soni turlicha ikkita g'altak(chulg'am)dan tuzilgandir. Transformator chulg'amlarida hosil bo'luvchi induksion E.Yu.K, chulg'amdagi kuchlanishlar ham, chulg'amning o'ramlar soniga to'g'ri proporsional.

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Birlamchi chulg'amdagi o'ramlar soni N_1 ning ikkilamchi chulg'amdagi o'ramlar soni N_2 ga bo'lgan nisbati (k) ga transformatsiyalash koeffisienti deyiladi.

$$k = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Erkin so'nuvchi tebranishlar bo'yicha masalalar yechishda ularni tebranish davri so'nish koeffitsiyentiga bog'liqligini va xsusiy tebranish

davridan kattaligini, chastotalari esa xsusiy chastotadan kichikligini hisobga olish kerak.

Ko'p masalalarda muhit qarshiligi kichikligidan muhitning chastota va davriga ta'siri e'tiborga olinmaydi ($\beta^2 \ll \omega_0^2$) tebranisni xsusiy tebranishdek qaraladi.

Ko'pgina masalalarda sistema uchun tebranishning logarifmik dikrimenti yoki so'nish koefitsiyenti ifodasini keltirish zarur. Bunga erishish uchun vaqtni xar-hil momentlari uchun amplituda ifodalari yozilib, so'ngra ularning nisbati aniqlanadi.

Elektr tebranishlarda ham zaryad, tok kuchi va kuchlanishlar amplitudalarining nisbatini olishda shunday yo'l tutiladi.

Asosan mexanik va elektromagnit tebranishlar uchun, masalalar ishlash usullari, qonuniyatlari, tenglamalar ko'rinishi bir biriga o'xshash bo'lib, ularda zaryad siljishga mos keladi, induktivlik - massaga, sig'im - kvazielastik kuch koefitsiyentiga teskari kattakikka, omiy qarshilik - muxit qarshilik koefitsiyentiga o'xshash kattaliklardir.

Masalalarni yechish namunalari

1-masala.

Uzunligi $l=0.5$ m, og'irligi e'tiborga olinmaydigan ipga osilgan kichik sharcha $t=8$ min. davomida 99% energiyasini yo'qotadi.

Tebranishning logarifmik dikrimenti topilsin.

Yechilishi: Tebranayotgan jismning to'liq energiyasi amplituda kvadratiga proporsional. So'nuvchi tebranish amplitudasi:

$$A = A_0 e^{-\beta t} \quad (1)$$

Boshlang'ich va oxirgi energiya qiymatlarini bilgan holda, so'nish koefitsiyentini aniqlash mumkin. Tebranishning logarifmik dikrimentini aniqlash uchun, matematik mayatnikning tebranish davrini bilish kerak. (1) formuladan foydalanib

$$E_1 = A_0^2 e^{-2\beta t}, \quad E_2 = A_0^2 e^{-2\beta(t+\tau)} \quad (2)$$

yo'zish mumkin, bu yerda: τ - tebranish vaqti, E_1 va E_2 mayatnikning boshlang'ich va oxirgi energiya qiymatlari.

Masala shartidan $E_2/E_1=0.01$, buni (2) formulaga qo'ysak, $e^{-2\beta\tau}=0.01$ ni hosil qilamiz. Bundan $-2\beta\tau=\ln 0.01$, $-2\beta\tau=-4.6$, $\beta=4.8 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Matematik mayatnik formulasidan davr topiladi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 1.4 \text{ s}.$$

Logarifmik dekriment

$$\delta = \beta T, \quad \delta = 4.8 \cdot 10^{-3} \cdot 1.4 = 6.7 \cdot 10^{-3}.$$

2-masala.

Tebranish konturi $C=5$ mkf sig'imli kondensator va $L=0.2$ gn induktivlikli g'altakdan iborat. Agar kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar farqini eng katta qiymati 90 V bo'lsa, konturdagi tokning maksimal qiymati topilsin. Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

Yechilishi: Konturdagi qarshilik hisobga olinmaydigan darajada kichik bo'lsa, tebranish so'nmaydigan tebranish bo'ladi va kondensator qoplamalarida zaryadni vaqt bo'yicha o'zgarishi quyidagi formula orqali yoziladi:

$$Q = Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0). \quad (1)$$

Bu yerda Q_0 - zaryad o'zgarishining amplitudasi, φ_0 - boshlang'ich faza, ω_0 - erkin so'nmaydigan tebranishlarni siklik chastotasi ω_0

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2)$$

Tok kuchi zaryaddan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga teng. Shu sababli (1) tenglamani ikki tomonini vaqt bo'yicha differensiallasak, konturdagi tok kuchi ifodasini hosil qilamiz.

$$I = \frac{dQ}{dt} = Q_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

$I_0 = Q_0 \omega_0$ kattalik konturdagi tokning amplitudasi yoki tokning maksimal qiymati deyiladi. ω_0 ning qiymatini (2) formuladan olib, va $Q_0 = CU_0$ ekanligini bilgan holda, izlanayotgan kattalik topiladi.

$$I_0 = Q_0 \omega_0 = \frac{CU_0}{\sqrt{LC}} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = 90 \text{ B} \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-6} \text{ F}}{0.2 \text{ Gn}}} = 0.45 \text{ A}.$$

Masalani boshqa yo'l bilan ham yechish mumkin. Konturning to'liq energiyasi doimiy qoladi. Bu energiya kondensator elektr maydon energiyasi

$$E_c = \frac{CU^2}{2}$$

va g'altakdagi magnit maydon energiya $E_i = \frac{LI^2}{2}$ larining yig'indisiga teng bo'ladi. Kondensator to'liq zaryadlanganda ($U=U_0$) tok kuchi $I=0$ bo'ladi. Konturdagi to'liq energiya

$$E = \frac{CU_0^2}{2} \quad (3)$$

Kondensator to'liq razryadlanganda ($U=0$), tok kuchi o'zining maksimal qiymatiga I_0 erishadi. Konturning to'liq energiyasi

$$E = \frac{LI_0^2}{2} \quad (4)$$

(3) va (4) formuladan

$$I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} \quad (5).$$

3-masala.

Tebranish konturi induktivligi $L=5 \text{ mGn}$ ga teng g'altakdan va sig'imi $C=0.2 \text{ mkF}$ bo'lgan kondensatordan iborat. Uchta to'liq tebranishda tebranish energiyasi 10 marta kamayishi uchun logarifmik dekrement qanday bo'lishi kerak?

Yechilishi: Elektromagnit tebranishlar yuz berayotgan konturning to'liq energiyasi amplituda kvadratiga to'g'ri proporsional, misol uchun kondensator qoplamlaridagi kuchlanish kvadratiga to'g'ri proporsional. Aktiv qarshilik hisobiga tebranishlar so'nuvchi bo'ladi va kuchlanish amplitudasi. (Tok kuchi va boshqa kattaliklar ham). Vaqt o'tishi bilan asta sekin kamayib boradi.

$$U = U_{om} e^{-\beta t} \sin(\omega' t + \alpha), \quad (1)$$

bu yerda U_{om} - kuchlanish amplitudasining $t=0$ dagi qiymati.

Tebranish amplitudasi

$$U_m = U_{om} e^{-\beta t}. \quad (2)$$

Ta'rifga binoan logarifmik dikrement

$$\delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T. \quad (3)$$

(3) tenglamadan $\beta = \frac{\delta}{T}$ ni topib (2) tenglamaga qo'yamiz va

$$U_m(t) = U_{om} e^{-\frac{\delta t}{T}} \quad (5)$$

tenglamaga kelamiz. Masala shartiga ko'ra $\tau=nT$ vaqtda energiya 10 marta kamayishi yoki amplituda $\sqrt{10}$ marta kamayishi kerak.

Demak

$$\frac{U_m}{U_m} = \frac{U_m(t)}{U_m(t/T)} = \frac{U_{om} e^{-\beta t/T}}{U_{om} e^{-\beta t} e^{\beta \frac{T}{T}}} = \sqrt{10}.$$

U holda, $e^{n\delta} = \sqrt{10}$ yoki $\delta = \frac{\ln 10}{2n} = \frac{\ln 10}{\sigma} = 0.38.$

4-masala.

Elektr zanjir ketma-ket ulangan $Q=2$ Om qarshilikdan, $C=0.1$ mkF sig'imdand, $L=1$ mGn bo'lgan induktivlikdan tashkil topgan. Zanjirga o'zgaruvchan EYuK ulangan va u sinus qonuni bo'yicha o'zgaradi. EYuK ning maksimal qiymati $\varepsilon_0=30$ V bo'lganda va rezonans chastota ω_{rez} da har bir elementdagi tokning va kuchlanishning maksimal qiymatlari aniqlansin.

Yechilishi: O'zgaruvchan EYUK ta'sirida tebranish konturida majburiy elektromagnit tebranishlar hosil bo'ladi. Bu holdagi tebranishlarda I_0 ni ε_0 bilan bog'lanishi quyidagicha

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}, \quad (1)$$

Bu yerda ω - majburlovchi EYuK chastotasi. Tokning maksimal qiymati (1) tenglama maxrajidagi qovus 0 ga teng bo'lganda hosil bo'ladi.

Demak, rezonans chastotasi

$$\omega = \omega_{\text{paz}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 1.0 \cdot 10^5 \text{ rad / s}.$$

Rezonans tok kuchi

$$I_{\text{pez}} = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2}} = \frac{\varepsilon_0}{R} = 1.5 \text{ A}.$$

Kontur elementlardagi kuchlanishnin g maksimal qiymatlari:

$$U_R = I_{\text{pez}} \cdot R = \varepsilon = 30 \text{ V}, \quad U_L = I_{\text{pez}} \cdot \omega L = \frac{\varepsilon \cdot \omega L}{R} = 150 \text{ V},$$

$$U_C = I_{\text{paz}} \cdot \frac{1}{\omega L} = U_L = 150 \text{ V}.$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Massasi $m=0.09$ kg bo'lgan moddiy nuqtaning so'nuvchi tebranishlarining tenglamasi $x=0.08e^{-0.06t}\cos t$ m. Moddiy nuqta $n=3$ marta tebrangandan so'ng tebranayotgan nuqtaning potensial energiyasi topilsin.

2. Nuqtaning so'nuvchi tebranishlar tenglamasi $x=0.09e^{-0.1t}\cos \frac{\pi}{2}t$ m.

Tebranish energiyasi 120 marta kamayguncha ketadigan vaqt aniqlansin.

3. Torozining tebranayotgan strelkasining uchta ketma-ket og'ishdagi ko'rsatkichlari shkalaning 20, 5.5, 1.3 qiymatlariga to'g'ri kelgan. So'nishning logarifmik dikrementi va strelkani muvozanatga mos keluvchi shkaladagi qiymati topilsin.

4. Mayatnikning so'nuvchi tebranishlar amplitudasi $t_1=5$ min davomida $n_1=2$ marta kamaygan. Boshlang'ich holatdan qanday t_2 vaqt o'tgandan so'ng tebranishlar amplitudasi $n_2=8$ marta kamayadi?

5. Agar sistemaning xususiy tebranish davri $T_0=1$ s va logarifmik dekrementi $\delta=0.628$ bo'lsa, so'nuvchi tebranish davri T topilsin.

6. Massasi $m=0.1$ kg bo'lgan jism bikrligi $K=25$ N/m ga teng yengil prujinaga osilgan va suyuqlikka tushirilgan? Jism vertikal yo'nalishda impuls olgandan so'ng tebrana boshladi. Logarifmik dekrement $\delta=0.004$. Jism nechta tebrangandan so'ng uning tebranish amplitudasi 2 marta kamayadi? Tebranish amplitudasi 2 marta kamayishi uchun ketgan vaqt aniqlansin.

7. Logarifmik dekrementi $\delta=0.01$ bo'lgan tizim energiyasi 2 marta kamayishi uchun, tizim necha marta to'liq tebranishi kerak?

8. $t=5$ min davomida logarifmik dekrementi $\delta=0.031$ bo'lgan sekund mayatnikning energiyasi necha marta kamaygani topilsin.

9. Logarifmik dekrementi $\delta=0.0008$ bo'lgan komertonning tebranish energiyasi qancha vaqt davomida $n=10^6$ marta kamayadi? Komertonning tebranish chastotasi $\nu=600$ Gs.

10. So'nuvchi tebranishlar amplitudasi bir davr davomida uch marta kamayadi. So'nishni vujudga keltiruvchi sabab bo'lmaganda davr necha foezdga ortadi?

11. So'nuvchi tebranishlar amplitudasi bir davr davomida $n=2$ marta kamayadi. Siljish maksimal bo'lganda faza nimaga teng? Maksimal tezlik qanday? So'nuvchi tebranishlar chastotasi tizimning xususiy chastotasidan necha marta kichik?

12. Agar uzunligi $\ell=0.8$ m bo'lgan mayatnikning boshlang'ich amplitudasi $A_0=5$ sm bo'lib, $t=5$ min dan so'ng amplituda $A=0.5$ sm ga teng bo'lsa, mayatnikning so'nish logarifmik dekrementi topilsin.

13. Ma'lum vaqt oralig'ida massasi 0.2 kg bo'lgan jism bikrligi $K=32$ N/m prujinada $N=60$ marta tebranganda amplituda $n=2$ marta kamaygan bo'lsa, so'nuvchi tebranishning davri topilsin.

14. Massasi $m=0.5$ kg ga teng jism birligi $K=32$ N/m bo'lgan prujinada erkin tebranma harakat qilmoqda. Agar ikki to'liq tebranish

uchun ketgan vaqt davomida jismni tebranish amplitudasi $n=20$ marta kamaygan bo'lsa, erkin tebranishlar davri topilsin.

15. Moddiy nuqtaning $N=50$ tebranishdan so'ng tebranishlar amplitudasi $n=3$ marta kamaygan. Shartli tebranish davri $T=1$ s. So'nish ko'effitsiyenti va relaksasiya vaqti topilsin.

16. $m=0.2$ kg massaning jism bikrligi $K=50$ N/m bo'lgan prujinaga osilib moyga tushirilgan agar moyning ichki ishqalanish ko'effitsiyenti $r=0.5$ kg/s bo'lsa jismning tebranish chastotasi topilsin.

17. Moddiy nuqta $N=16$ to'liq tebranganidan so'ng uning amplitudasi $A_1=20$ sm dan $A_2=4$ sm gacha kamaygan. So'nish ko'effitsiyenti $\beta=0.1$ moddiy nuqtaning harakat qonuni hosil qilinsin.

18. Tebranayotgan moddiy nuqtaning harakat tenglamasi $x=0.3 e^{-0.2t} \cos 5t$, sm. Siljish maksimal bo'lgan vaqtni, moddiy nuqta to'xtagunga qadar o'tgan yo'lini tebranma sistemaning asilligi topilsin.

19. Fuko tajribasini shimoliy qutbda uzunligi $l=9.8$ m bo'lgan matematik mayatnik yordamida o'tkazishga qaror qilindi deb faraz qilaylik. Mayatnik tebranish tekisligi 4° ga burilishi uchun ketgan vaqt ichida tebranish amplitudasi $n=2$ marta kamayishi mumkin. Shu tajribaning o'tkazishga yaraydigan mayatnikning asilligi topilsin. Tajriba boshlangandan so'ng bir soat o'tgach, mayatnik tebranish amplitudasi necha marta kamayadi?

20. $m=0.01$ kg massasi $\omega_0=100$ s⁻¹ (chastota bilan) erkin tebranma harakat qilayotgan jism, so'nish ko'effitsiyenti katta bo'lgan muxitga ko'pirilgan, natijada jismni tebranish amplitudasi bir davr davomida $n=4$ marta kamaygan. Erkin tebranishlar chastotasi so'nuvchilikidan necha protsentga katta ekanligi va muxitning qarshilik ko'effitsiyenti aniqlansin.

21. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t_1=10$ s vaqt o'tgach, erkin tebranishlar amplitudasi $n_1=10$ marta kamaygan. Qanday vaqt o'tgandan so'ng, tebranishlar amplitudasi $n_2=100$ marta kamayadi?

22. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t_1=100$ g vaqt o'tgach, erkintebanishlar amplitudasi $n_1=2$ marta kamaygan. Qanday vaqt o'tgandan so'ng, tebranishlar amplitudasi $n_2=10$ marta kamayadi?

23. $t_1=16.1$ s davomida tebranishlar amplitudasi $n=5$ marta kamayadi. a) so'nish ko'effitsiyenti topilsin; b) qanday t_2 vaqt o'tgandan so'ng, tebranishlar amplitudasi; v) marta kamayadi?

24. $t=100$ s davomida tebranuvchi sistema 100 marta tebrandi. Shu vaqt oralig'ida tebranishlar amplitudasi 2.718 marta kamaydi. So'nish ko'effitsiyenti β va sistema asilligi nimaga teng.

25. Sistema $N=100$ ta tebranguncha qadar, uning amplitudasi $n=5$ marta kamaydi. Sistemaning asilligi Q topilsin.

26. Tebranma harakat qilayotgan sistemaning asilligi $Q=2$, erkin tebranishlar chastotasi $\omega=100 \text{ s}^{-1}$. Xususi tebranishlar chastotasi ω_0 topilsin.

27. $t=100 \text{ s}$ davomida sistema $N=100$ ta tebranma harakat qiladi. Shu vaqt oralig'ida uning amplitudasi "e" marta kamaydi. Tebranma harakatning logarifmik dekrementi nimaga teng?

28. Moddiy nuqtaning $N=100$ ta tebranishidan so'ng amplituda $n=3$ marta kamaydi. So'nishning logarifmik dekrementi va sistemaning asilligi topilsin.

29. Massasi $m=1 \text{ g}$ bo'lgan jism $\omega=3.14 \text{ s}^{-1}$ chastota bilan so'nuvchi tebranma harakat qilmoqda. $\tau=50 \text{ s}$ davomida jism 80% energiyasini yo'qotdi. So'nish koefitsiyenti, muxit qarshiligi va sistem asilligi topilsin.

30. Moddiy nuqtaning $N=30$ marta tebranishidan so'ng amplituda $n=7$ marta kamaydi. So'nishning logarifmik dekrementi va sistemaning asilligi topilsin.

31. Moddiy nuqta $A_0=8 \text{ sm}$ boshlang'ich amplituda bilan so'nuvchi tebranma harakat qilmoqda. Tebranish boshlanganda so'ng $t_1=2 \text{ min.}$ o'tganda tebranish amplitudasi $A=4 \text{ sm}$ gacha kamaydi. Tebranma harakat boshlangandan so'ng qancha vaqt o'tganda uning amplitudasi $A=6 \text{ sm}$ ga kamayadi?

32. So'nish logarifmik dekrementi $\delta=10^{-3}$ bo'lgan kameron $\nu=440 \text{ Gs}$ chastota bilan tebranma harakat qilmoqda. Tebranish energiyasi $n=10^6$ marta kamayishi uchun ketgan τ vaqt topilsin.

33. $l=24.7 \text{ sm}$ uzunlikdagi ipga osilgan sharcha so'nish logarifmik dekrementi $\delta=0.01$ bo'lgan so'nuvchi harakat qilmoqda. Qancha vaqtdan so'ng sharchaning tebranish energiyasi $n=9.4$ marta kamayadi?

34. 10 ta to'liq tebranishdan so'ng, nuqtaning tebranish amplitudasi $A_1=10 \text{ sm}$ dan $A_2=6 \text{ sm}$ gacha kamaygan sistemaning so'nish koefitsiyenti $\beta=0.2 \text{ s}^{-1}$. Siljishning vaqtga bog'liq tenglamasi yozilsin.

35. $A_0=20 \text{ sm}$ boshlang'ich amplituda bilan harakat qilayotgan mayatnikning amplitudasi to'liq 10 ta tebranishdan so'ng $A_1=1 \text{ sm}$ kamaygan. Agar tebranish davri $T=5 \text{ s}$ bo'lsa, so'nishning logarifmik dekrementi topilsin va tebranishning tenglamasi yozilsin.

36. Bikirligi $K=1.0 \cdot 10^2 \text{ N/m}$ bo'lgan prujinaga radiusi $R=3 \text{ sm}$ ga teng mis shar osilgan va moyga tushirilgan. Tebranma sistemaning xususi

tebranish chastotasi asilligi va tebranish to'xtaguncha ketgan vaqt topilsin.

37. Matematik mayatnik so'nishning logarifmik dekrementi $\delta_1=1.5$ bo'lgan muxitda tebranma harakat qilmoqda. Agar muxitning qarshiligi $n=2$ marta oshirilsa, uning logarifmik dekrementi qanday bo'ladi?

38. Vertikal spiral prujinaga radiusi $R=10^{-2}$ m bo'lgan po'lat sharcha osilgan. Uning tebranishini siklik chastotasi havoda $\omega_0=5$ s⁻¹ va biror suyuqlikdan $\omega=4.06$ s⁻¹ ga teng. Suyuqlikdagi boshlang'ich amplituda $A=5$ sm ga teng. Sharchaning siljish tenglamasi va suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.

39. Agar uzunligi $l=0.5$ m bo'lgan matematik mayatnikning to'liq mexanik energiyasi $n=4 \cdot 10^4$ marta kamayishi uchun $\tau=5$ min. vaqt ketgan bo'lsa, uning logarifmik dekrementi topilsin.

40. Kamertonning tebranish amplitudasi $\tau=1.5$ s davomida $n=100$ marta kamaydi. So'nish koeffitsiyenti topilsin.

41. So'nuvchi tebranma harakatning tenglamasi $x=A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$ m bo'lib, bu yerda $A_0=10$ sm, $\beta=2.8$ s⁻¹, $\omega=5.5$ s⁻¹. Vaqtning momentidan $t=0.7$ s keyingi tezlik logarifmik decrement δ , sistema asilligi Q topilsin.

42. So'nuvchi tebranma harakatning davri $T=4$ s logarifmik dekrementi $\delta=1.6$ boshlang'ich fazasi $\varphi_0=0$. $t=\frac{T}{4}$ vaqtda nuqtaning siljishi 4.5 sm ga teng. Tebranishning harakat tenglamasi yozilsin. $t=0$ momentdagi siljish topilsin.

43. So'nuvchi tebranma harakat tenglamasi $x=5e^{-25t} \sin \frac{\pi}{2} t$, m. Tebranma harakat qilayotgan nuqtaning vaqtni $t=0,1,2,3$ momentlaridagi tezligi topilsin.

44. Massasi $m=5$ gr. bo'lgan jism so'nuvchi tebranma harakat qiladi. $T=50$ s davomida jism o'zining 60% energiyasini yo'qotgan. Muxitning qarshilik koeffitsiyenti topilsin.

45. So'nuvchi tebranma harakat qilayotgan matematik mayatnikning amplitudasi t_1 vaqt davomida n marta kamaygan mayatnik uzunligi ℓ , a) so'nishning logarifmik dekrementi δ qanday? b) kuzatish boshlangandan so'ng qanday t_2 vaqtdan keyin sistemaning amplitudasi yana n marta kamayadi?

46. Mayatnikning boshlang'ich tebranish amplitudasi $A_0=3$ sm $t=10$ s o'tgandan so'ng $A=1$ sm bo'ldi. Qancha vaqt o'tgandan so'ng, tebranish amplitudasi $A=0.3$ sm bo'ladi?

47. Agar moyning ishqalanish koeffitsiyenti $q=0.5$ va prujina bikrligi $k=50$ N/m bo'lsa, prujinaga osilib, moyga tushirilgan $m=0.2$ kg massali jismning tebranish chastotasi topilsin.

48. $t_1=4$ s vaqt davomida so'nuvchi tebranma harakat qilayotgan moddiy nuqtaning amplitudasi $A_0=2$ sm dan $A_1=0.7$ sm gacha kamaygan. Qancha vaqt o'tgandan so'ng tebranish amplitudasi $A=0.4$ sm bo'ladi? Qancha vaqt o'tgandan so'ng tebranish energiyasi $n=10^4$ marta kamayadi?

49. Biror muxitda so'nuvchi tebranma harakat qilayotgan sistemaning energiyasi $t=2$ min. davomida $n=100$ marta kamaygan. Agar mayatnik massasi $m=0.1$ kg bo'lsa, muxitning qarshilik koeffitsiyenti topilsin.

50. Uzunligi $l=1.2$ m ga teng matematik mayatnik kichik qarshilikka ega bo'lgan muxitda tebranma harakat qilmoqda. Muxitning qarshiligi tebranish davriga ta'sir etmaydi deb hisoblab, $t=8$ min. tebranish amplitudasi $n=3$ marta kamaygan bo'lsa, davomida tebranishning so'nish koeffitsiyenti va logarifmik dekrementi topilsin.

51. Tebranish konturi induktivligi $L=4 \cdot 10^{-3}$ Gn g'altakdan sig'imi $C=2 \cdot 10^{-9}$ F kondensatordan va $R=2$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Boshlang'ich holda qoplamalardagi kuchlanish maksimal bo'lib, $U_0=0.5$ V ga teng. Kondensator qoplamalaridagi zaryadning vaqtga bog'liq tenglamasi yozilsin.

52. Tebranish konturi $C=2.2 \cdot 10^{-9}$ F sig'imli kondensatordan va diametri $d=0.5$ mm bo'lgan mis simga o'ralgan g'altakdan iborat. Ualtakning uzunligi $l=20$ sm. So'nishning logarifmik dekrementi topilsin.

53. Tebranish konturi $C=1.1 \cdot 10^{-3}$ F li sig'imdan va $L=5 \cdot 10^{-3}$ Gn induktivlikdan iborat. So'nishning logarifmik dekrementi $\delta=0.05$. So'nish tufayli kontur qancha vaqtdan so'ng o'zining energiyasini 99% yo'qotadi?

54. Tebranish konturi induktivligi $L=10^{-3}$ Gn g'altakdan sig'imi $C=4.0 \cdot 10^{-9}$ F ga teng kondensatordan va $R=4$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Bir davr davomida kondensator qoplamalaridagi potentsiallar farqi qanchaga kamayadi?

55. Agar $t_1=0.1$ s vaqt davomida potentsiallar farqining amplitudaviy qiymati $n=4$ marta kamaysa aktiv qarshiligi $R=28$ Om bo'lgan tebranish konturining induktivligi topilsin.

56. Tebranish konturi sig'imi $C=4 \cdot 10^{-5}$ F bo'lgan kondensatordan induktivligi $L=0.1$ Gs g'altakdan tashkil topgan. Agar bir davr davomida

kondensator qoplamalaridagi potentsiallar farqi $n=3$ marta kamaysa, konturning sig'imi qanday?

57. Tebranish konturi $C=27$ mkF sig'imi, $L=0.18$ Gn induktivlikdan va $R=24$ Om qarshilikdan iborat. Konturning tebranish davri va uning logarifmik dekrementi topilsin.

58. $C=500$ F sig'imi kondensator uzunligi $l=40$ sm kesim yuzasi $S=5$ sm², $N=1000$ ta o'ramlardan iborat g'altakka parallel ulangan. Tebranish davri topilsin.

59. Diametri $D=20$ sm dan bo'lgan ikki plastinkadan tashkil topgan kondensator, induktivligi $L=1$ mGn ga teng g'altak bilan parallel ulangan. Plastinkalar orasidagi masofa $d=1$ sm. Tebranish davri T topilsin.

60. Tebranish konturi sig'imi $C=8$ PF bo'lgan kondensator va $L=0.5$ Gn induktivlikka teng g'altakdan iborat. Agar konturdagi maksimal tokning qiymati $I=40$ mA bo'lsa kondensator qoplamalaridagi maksimal kuchlanishning qiymati U_0 farqi qanday?

61. Tebranish konturi $L=1.6$ mGn ga teng induktivlikdan va $C=0.04$ F sig'imdan iborat bo'lib, qisqichlar orasidagi maksimal kuchlanish $U_0=200$ V. Agar konturning qarshiligi juda kichik bo'lsa, undagi tokning maksimal qiymati I_0 qanday?

62. Kondensatorning sig'imi $C=2$ mkF bo'lgan tebranish konturida $\nu=1000$ Gs chastotali tovush to'lqinlarini hosil qilish uchun, unga qanday induktivlikka ega bo'lgan g'altakka ulash kerak? Konturning qarshiligi hisobga olinmasin.

63. Tebranish konturi $C=0.025$ mkF va sig'imi kondensator va $L=1015$ Gn induktivlikka teng g'altakdan iborat. Kondensator qoplamalaridagi zaryad miqdori $Q=2.5 \cdot 10^{-6}$ Kl. Vaqtning $t_1=\frac{T}{2}$ va $t_2=\frac{T}{8}$ uchun tok qiymati va potentsiallar farqi topilsin.

64. Tebranish konturi $C=100$ PF sig'imi kondensatordan, $L=64$ mkGn induktivlikka teng g'altakdan va $R=1.0$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Tebranishlarning xususiy chastotasi, tebranishlar davri va konturning asilligi topilsin.

65. $R=1$ Om qarshilikka bo'lgan tebranish konturining kondensatordagi kuchlanishning boshlang'ich qiymati $U_0=10$ V ga teng. Agar tebranish konturining kondensatoridagi energiya $W=ae^{-bt}$ J qonuniyat bilan kamaysa, kondensator sig'imi va induktivligining qiymati aniqlansin. Bu yerda $a=2 \cdot 10^{-5}$ s⁻¹, $b=500$ s⁻¹ ga teng.

66. Tebranish konturi $C=10^{-9}$ F sig'imdan va $L=4 \cdot 10^{-3}$ Gn induktivlikdan iborat. So'nishning logarifmik dekrementi $\delta = 0.005$. Kontur energiyasi $n=100$ marta kamayishi uchun ketgan vaqt topilsin.

67. Kondensator qoplamalaridagi kuchlanishning vaqt bo'yicha o'zgarishi $U=3.5e^{-0.005t} \cos 3.14 \cdot 10^{-4}$ (V) qonuniyat bilan yuz beradi. Kondensatorning boshlang'ich zaryadi. Kontur parametrlari topilsin.

68. Tebranish konturining boshlang'ich fazasi 0. Kontur qarshiligi hisobga olinmaganda, vaqtning $t = \frac{T}{8}$ momentida magnit maydon energiyasining elektr maydon energiyasiga nisbati topilsin.

69. Tebranish konturi sig'imi $C=1$ mkF bo'lgan kondensatordan, $L=10^{-3}$ Gn induktivli g'altakdan va $R=30$ Om qarshilikdan iborat. Konturdagi tebranishlarning so'nishini logarifmik dekrementi topilsin.

70. Tebranish konturi $L=0.29$ Gn induktiv g'altakdan $C=7$ mkF sig'imli kondensatordan va $R=40$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Tebranish konturining davri topilsin? Davr Tomson formulasi orqali hisoblangandagi xatolik necha protsentni tashkil qiladi?

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. Qanday tebranishlar so'nuvchi deb ataladi? Nima uchun so'nish vujudga keladi? So'nish koeffitsiyentini fizik ma'nosi nima va u qanday aniqlanadi? So'nuvchi tebranishlarni chastotasi qanday ifodalanadi? Erkin (so'nuvchi) tebranishlarning chastotasi qanday ifodalanadi?

2. Qanday tebranishlar majburiy deb ataladi? Ularning amplitudasi qanday aniqlanadi? Siljish bilan majburlovchi kuch o'rtasidagi fazalar farqi nimaga teng? Rezonans hodisasi deb nimaga aytiladi va u qachon vujudga keladi? Rezonans chastotasi nimaga teng?

3. Tebranish konturida aktiv qarshilik bo'lmaganda tebranish jarayonini tushuntiring. Zaryad, kuchlanish va tok kuchining oniy qiymatlari qanday o'zgaradi? Tebranish konturida erkin elektromagnit tebranishlar davri qanday aniqlanadi? Tebranish konturida energiya qanday o'zgaradi?

4. Mexanik va elektromagnit tebranishlar uchun erkin va majburiy tebranishlar differensial tenglamalari keltirib chiqarilsin.

5. So'nuvchi tebranishlarda zaryad, kuchlanish va tok kuchi qiymatlari vaqt bo'yicha qanday o'zgaradi? Tebranishning logarifmik dekrementi nimaga teng va uning fizik ma'nosi qanday? So'nish koeffitsiyentini tushuntiring.

6. Vektor diagramma orqali majburiy elektromagnit tebranishlarni tushuntiring. Majburiy tebranishlarda tokning maksimal qiymati nimaga teng? Kuchlanish, tok kuchi va zaryadlarning maksimal qiymatlari o‘zaro qanday bog‘langan?

7. Kuchlanish va tok kuchining rezonansi tushuntirilsin.

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Savelev I.V. “Umumiy fizika kursi”. T.2. §§92-98. Toshkent “O‘qituvchi” 1975 y.

2. Детлав А.А. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977, Т.2. § 1-7, §9-1, 2,34.

3. Сивухин Д.В., Обший курс физики, М. Наука, 1983 Т.2. § 40-45.

4. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., “O‘qituvchi”, 1981.

5. M.Ismoilov, M.YUnusov. Elementar fizika kursi. T., “O‘qituvchi”, 1990

6. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. II tom. M., “Prosv”.1971.

7. Гершензон Э.М., Малов Н.Н., Курс общей фзики. Электричество и магнетизм. М., “Просв”, 1980.

8. Mirzaxmedov B.M. va boshqalar. Fizika o‘qitish metodikasi kursidan o‘quv eksperimenti. T., “O‘qituvchi”, 1989.

15- MAVZU. MEXANIK VA ELEKTROMAGNIT TO'LIQLAR

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

"Mexanik to'liqlar" bo'limidan masalalar yechish uchun quyidagilarni bilish zarur:

- 1) To'liqin turlari.
- 2) Mexanik to'liqinning xarakterlovchi kattaliklarni va ularni o'zaro bog'lanishi.
- 3) To'liqlar interferensiyasi va difraksiyasi. Mexanik to'liqlarga xos bo'lgan narsa bu ularning tabiati va u yoki bu muxitda hosil bo'lish mexanizmidir.

Mexanik to'liqlarga ham boshqa tur to'liqlariga xos bo'lgan hodisalar: qaytish, sinish, interferensiya va boshqalar hodisalariga ham mansubdir.

Garmonik tebranishlar tezligi u bilan to'liqinning fazaviy tezligi $\bar{g}$ tushunchalari orasidagi farqning aniq bilish shart. Garmonik tebranma harakat tezligi $U=A\omega\cos(\omega t+\varphi_0)$. Bu nuqta tebranishini t - vaqtdagi oniy tezligi. To'liqinning fazaviy tezligi $\bar{g}$ esa o'zgarmas kattalikdir. To'liqinning biror fazasini muxitda tarqalish tezligi fazaviy tezligi deb ataladi.

To'liqin tarqalishida muxit zarralari ko'chmaydi, lekin energiya to'liqin yo'nalishi bo'yicha uzatiladi.

"Elektromagnit to'liqlar" bo'limi bo'yicha masalalar yechish elektromagnit maydoni, elektromagnit induksiya qonuni tebranish konturidagi protsesslar haqidagi tushunchalarga, Maksvell tenglamalariga asoslangan.

Masalalarni yechish namunalari

1-masala.

Ingichka elastik shnur bo'ylab ko'ndalang to'liqin $\nu=15$ mHz tezlik bilan tarqalmoqda. Shnur nuqtalarining tebranish amplitudasi $A=2$ sm, davri esa $T=1.2$ s.

- 1) To'liqin uzunligi - λ . 2) Tebranish fazasi - φ . To'liqin siljishi -y, manbadan $x=45$ m masofada vaqtning $t=4$ s momentida to'liqinning

tarqalish tezligi ϑ va tezlanishi a - topilsin. 3) To'liqin manbaidagi $x_1=20$ m va $x_2=30$ m masofalarda to'liqin nurining yo'nalishida joylashgan ikki nuqta tebranishlarining fazalar farqi $\Delta\varphi$ topilsin.

Yechilishi: 1. To'liqin uzunligi bir davr ichida to'liqin bosib o'tgan masofaga teng: $\lambda=v\cdot T$, bu yerda v - faza tezligi. qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz

$$\lambda=15 \text{ m/c} \cdot 1.2 \text{ c}=18 \text{ m}.$$

2. Nuqtaning siljish, tebranish fazasi, tezligi, tezlanishi, to'liqin tenglamasi orqali topiladi. $Y=A\sin\omega(t-\frac{x}{\vartheta})$, bu yerda: Y - tebranayotgan nuqtaning to'liqin manбайдan nuqtagacha siljish masofasi, v - faza tezligi, x - o'qi bo'ylab to'liqin t - vaqtda yetib borgan masofada nuqtaning tebranish fazasini topamiz:

$$\varphi = \omega\left(t - \frac{x}{\vartheta}\right) \quad \text{yoki} \quad \varphi = \frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{\vartheta}\right) \quad \text{va} \quad \varphi = \frac{2\pi}{1.2}\left(4 - \frac{45}{15}\right) = 1.67\pi.$$

(1)-ga qo'yamiz. $Y=2\sin\cdot 1.67\pi=-1.73 \text{ sm}$.

$$\text{Tezlik} \quad \vartheta = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos\omega\left(t - \frac{x}{\vartheta}\right) = \frac{2\cdot 3.14\cdot 2}{1.2} \cos 1.67\pi = 0.05 \text{ m/s}.$$

$$\text{Tezlanish} \quad a = \frac{dy}{dt} = A\omega^2 \sin\omega\left(t - \frac{x}{\vartheta}\right) = 0.02\left(\frac{2\cdot 3.14\cdot 2}{1.2}\right)^2 \sin 1.67\pi = 0.475 \text{ m/s}^2.$$

3. Fazalar farqi

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x = \frac{2\pi}{18}(30 - 20) = 1.1\pi.$$

2-masala.

$\lambda=1.7 \text{ sm}$ to'liqin uzunligiga moslangan qo'zg'almas rezonator tomon chastotasi $\nu_0=18 \text{ kGs}$ tovush manbai, qanday tezlik bilan yaqinlashganda, rezonatorida tebranishlar hosil bo'ladi? Xavo temperaturasi $T=290 \text{ K}$.

Yechilishi: Dopler prinsipiga asosan rezonator qabul qiluvchi tovush to'liqinining chastotasi tovush manbai va qabul qilgich asbobning tezligi ϑ_m va ϑ_q ga bog'liq. Uni quyidagi formuladan topamiz

$$\nu = \frac{\vartheta + U_q}{\vartheta - U_m} \nu_0, \quad (1)$$

$$U_q=0, \quad \nu = \frac{\vartheta}{\vartheta - U_m} \nu_0, \quad U_m = \vartheta\left(1 - \frac{\nu_0}{\nu}\right). \quad (2)$$

(2)-da tovush tezligi v va chastotasi ν berilmagan.

Tovush tezligi (havoda) gazlarda gazlarni tabiatiga va muxitning temperaturasi bog'liq

$$g = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}} . \quad (3)$$

Manbadan keladigan to'liqin rezonatorlarda ν -chastotasi tebranish hosil qilishi uchun, manbani chastotasi rezonator chastotasi bilan mos kelishi shart (odatdagi rezonans hodisasi),

bu yerda: λ_{rez} - rezonator qabul qilishi mumkin bo'lgan to'liqin uzunligi. ν va ν ifodalarini (3) va (4) dan (2) ga qo'yamiz

$$U_m = g \left(1 - \frac{\nu_0 \lambda_{rez}}{g} \right) = g - \nu_0 \lambda_{rez} ;$$

yoki

$$U_m = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}} - \nu_0 \lambda_{rez} , \quad \gamma = 1.4.$$

$\mu = 0.029$ kg/mol , $T = 290$ K larni oxirgi formulaga qo'yib $R = 8.31 \cdot 10^3$ J/k.mol U_m ni topamiz $T = 290$ K, $U_m = 36$ m/s.

3-masala.

Yassi sinusoidal elektromagnit to'liqin $t = 1$ min. vaqt orasida, to'liqinga tarqalish yo'nalishiga tik bo'lgan $S = 10 \text{ m}^2$ yuza orqali tashib o'tgan energiya topilsin. Elektr maydonning kuchlanganligi amplitudasi $E_0 = 1$ V/m. To'liqin davri esa T .

Yechilishi: To'liqin yo'nalishiga tik yuza birligidan vaqt birligi ichida elektromagnit to'liqinining tashib o'tadigan energiyani Poyting vektori yordamida topiladi:

$$\vec{P} = [\vec{E} \cdot \vec{H}] . \quad (1)$$

$\vec{E}$ va $\vec{H}$ vaqt oralig'ida sinus qonuni bo'yicha o'zgaradigan kattaliklar bo'lgani uchun (1) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$P = E_0 \sin \omega t \cdot H_0 \sin \omega t = E_0 H_0 \sin^2 \omega t . \quad (2)$$

Energiya oqimi vektorining zichligi

$$P = \frac{dW}{dt} \cdot \frac{1}{S} .$$

(2)-dan S - yuzadan o'tadigan energiya

$$dW = P \cdot S \cdot dt = E_0 H_0 \sin^2 \omega t dt . \quad (3)$$

Elektron maydoni va magnit maydoni energiyalarining zichliklari teng.

$$\frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2} = \frac{\mu \mu_0 H^2}{2} , \quad (4)$$

$\epsilon = 1, \mu = 1$ deb olib; (4) - dan $H = E \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} .$

N_0, E_0 larni amplituda qiymatlari o‘zaro bog‘langanligidan, (3)-ni quyidagicha yozamiz:

$$dW = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 S \cdot \sin^2 \omega t dt.$$

Keltirilganlardan t vaqt oralig‘ida tashib o‘tilgan energiya

$$W = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 S \int_0^t \sin^2 \omega t = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E^2 S \left(\frac{t}{2} - \frac{\sin^2 \omega t}{4\omega} \right).$$

Masala shartida ω - berilmagani uchun quyidagi shartdan ($T \ll t$ dan) topamiz. $\sin 2\omega t / 4\omega$ ni $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ligidan foydalanib quyidagicha yozamiz:

$$\frac{\sin 2\omega t}{4\omega} = \frac{1}{8\pi} T \sin\left(\frac{4\pi t}{T}\right) \leq \frac{T}{8\pi}, \quad (5)$$

$T \ll t$ ligidan (5)-dagi ($\sin 2\omega t / 4\omega$)-ni hisobga olmasak bo‘ladi.

U holda $W = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 S t.$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Tebranish manbai $\gamma=200$ Hz chastotali yassi tovush to‘lqinini hosil qila oladi. Manbani tebranish amplitudasi $A=4$ mm. Boshlang‘ich vaqtda manba nuqtalarini siljishi maksimal bo‘lsa tebranish tenglamasi $\xi(x,t)$ yozilsin. Tovush tezligining $v=300$ m/s deb olib, so‘nish protsessi hisobga olinmasin.

2. To‘g‘ri chiziq ustida bir biridan $\Delta x=0.25$ m masofada ikki nuqta joylashgan. Shu to‘g‘ri chiziq bo‘ylab $v=100$ m/s tezlik bilan to‘lqin tarqalmoqda. Tebranish davri $T=0.01$ s. Shu nuqtalardagi tebranishlarni faza farqi aniqlansin.

3. Yassi chopar tovush to‘lqinining tenglamasi $E=60\cos(1800t-5.3x)$ mkm (t -sekundlarda x -metrlarda). Muhit zarrachalarining siljish amplitudasi to‘lqin uzunligi ga nisbati topilsin.

4. Elastik shnur bo‘ylab ko‘ndalang to‘lqin $v=15$ m/s tezlik bilan tarqalmoqda. Shnurning tebranish davri $T=1.2$ s. Manbadan $\ell=45$ m masofa da yotgan nuqtaning vaqtni $t=4$ s momentdagi tezligi $v=5.2$ m/s. Shnur nuqtalarining tebranish amplitudasi aniqlansin.

5. Davri $T=0.01$ s bo‘lgan to‘lqin to‘g‘ri chiziq bo‘ylab $v=40$ m/s tezlik bilan tarqalmoqda. Shu to‘g‘ri chiziqda fazalar farqi $\Delta\varphi = 3/2\pi$ bo‘lgan ikki nuqta oralig‘i Δx –topilsin.

6. Tebranishlar manbadan to‘g‘ri chiziq bo‘ylab amplitudasi $A=15$ sm bo‘lgan to‘lqin tarqalmoqda. Manbadan $\ell=0.8$ to‘lqin uzunligiga teng

masofada $t=0.8$ tebranish davriga teng vaqt momentida nuqtaning siljish x -ning kattaligi topilsin.

7. Chastotasi $\nu=25$ Hz tezligi $v=15$ m/s. Elastik to'ldiqning bir-biridan $\Delta x=15$ sm masofada joylashgan nuqtalardagi tebranishlarni fazalar farqi $\Delta\varphi$ topilsin.

8. Vibrator tarqalayotgan to'ldiqning tezligi $v=340$ m/s, davri $T=0.01$ s. To'ldiq nurining yo'nalishi bo'ylab oralig'lari $\Delta\ell=3,4,8$ m bo'lgan nuqtalardagi tebranishning fazalar farqi - $\Delta\varphi$ topilsin. Tebranish nuqtalarining amplitudasi bir xil $A=1$ sm. Boshlang'ich momentida siljish $x=0$ bo'lganda shu nuqtalarning siljishi topilsin.

9. Bir nurda joylashgan va tebranishlar manbaidan $\ell_1=12$ m va $\ell_2=14.7$ m masofada bo'lgan ikki nuqta $\Delta\varphi=3/2 \pi$ rad fazalar farqi bilan tebranmoqdalar. Agar manbaning tebranish davri $T=10^{-2}$ s bo'lsa, shu muxitda tebranishlarning tarqalish tezligi aniqlansin.

10. Agar bir-biridan $\Delta x=10$ sm masofada joylashgan nuqtalarning fazalar farqi $\Delta\varphi=\pi/4$ ga teng bo'lsa, $\nu=6000$ Hz chastotada to'ldiq qanday tezlik bilan tarqaladi?

11. So'nmas tebranishlarning tenglamasi $x=4\sin 600 \pi t$ ko'rinishda berilgan. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t=0.01$ s o'tgach, tebranishlar manbaidan $\ell=75$ sm masofada joylashgan nuqtaning muvozanat holatdan siljishi aniqlansin. Tebranishlarning tarqalish tezligi $v=300$ m/s.

12. Agar $v=10$ m/s tezlik bilan to'ldiq tarqalayotgan to'ldiq chiziqdagi ikki nuqtaning tebranishlarining fazalarini farqi $\Delta\varphi=\pi$ bo'lsa, shu nuqtalar orasidagi masofa Δx topilsin. Tebranishlarning davri $T=0.2$ s.

13. Yassi tovush to'ldiqni $\nu=200$ Hz chastotali tebranishlar manbaidan vujudga keltirilmoqda. Manbaning tebranish amplitudasi $A=4$ mm. $t=0.1$ s momentda manbadan $x=100$ sm masofada joylashgan muxit nuqtalarining $\xi(x, t)$ siljish aniqlansin. Tovush to'ldiqning tezligi $v=300$ m/s. So'nish e'tiborga olinmasin.

14. Manba tebranishlarining tenglamasi $x=3\sin 20\pi t$ sm. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t=0.1$ s vaqt o'tgach, tebranishlar manbaidan $\ell=5$ sm masofada joylashgan nuqtaning siljishi aniqlansin. To'ldiqning tarqalish tezligi $v=200$ m/s.

15. So'nmas to'ldiq biror nuqtasining harakat tenglamasi $x=0.05\cos 2\pi t$ ko'rinishga ega. To'ldiq tarqalayotgan to'ldiq chiziqda, berilgan nuqtadan $\ell_1=15$ sm va $\ell_2=30$ sm masofada joylashgan

nuqtalarning harakat tenglamalari yozilsin. To'liqinning tarqalish tezligi $v=0.6$ m/s.

16. Chastotasi $\nu=440$ Hz bo'lgan yassi to'liqin manбайдan $\ell=4$ m masofada, to'liqin tarqalish yo'nalishiga tik ravishda devor joylashgan. Chopar to'liqin bilan devordan qaytgan to'liqlarning qo'shilishi natijasida hosil bo'ladigan turg'un to'liqinning birinchi uchta do'ngliklardan to'liqin manbaigacha bo'lgan masofalar aniqlansin. To'liqin tezligi $v=440$ m/s.

17. Yassi tovush to'liqin davri $T=3$ sm, amplitudasi $A=0.2$ mm: to'liqin uzunligi esa $\lambda=1.2$ m ga teng. Tebranishlarning boshlang'ich fazasini nolga teng deb olib, tebranishlar manбайдan $x=2$ m masofada joylashgan muxit nuqtalari uchun: 1) vaqtning $t=7$ s momentidagi siljish; 2) vaqtning shu momenti uchun tezlik v va a topilsin.

18. Rezinali shnur bo'ylab to'liqin $\nu=2$ Hz da tarqala boshlaydi. Bir-biridan $\Delta x=0.2$ m masofada joylashgan shnurdagi nuqtalarning tebranishlarini fazalar farqi $\Delta\phi=5/8$ P ga teng. To'liqin necha sekunddan so'ng to'liqin manбайдan $r=3.2$ m masofada joylashgan shnur nuqtasiga yetib boradi?

19. So'nmas tebranishlarning tenglamasi $x=\sin 2.5Pt$ ko'rinishga ega. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t=1$ s o'tgach, tebranishlar manбайдan $\ell=20$ m masofada joylashgan nuqtaning tezlanishi a topilsin.

20. Yassi to'liqin to'g'ri chiziq bo'ylab $v=20$ m/s tezlik bilan tarqalmoqda. To'liqin manбайдan $\ell_1=12$ m va $\ell_2=15$ m masofada, shu to'g'ri chiziqda joylashgan ikki nuqta $A=0.1$ m amplitudaga va $\Delta\phi=0.75$ P fazalar farqiga ega. Vaqtning $t=1.2$ s momenti uchun shu nuqtalarning siljishi topilsin.

21. Yassi to'liqinining tenglamasi $\xi=A\cos(\omega t-kx)$, bu yerda $A=0.5$ sm; $\omega=628$ s⁻¹; $k=2$ m⁻¹. Aniqlansin. 1) To'liqin uzunligi λ va tebranishlar chastotasi. 2) To'liqinning faza tezligi v . 3) Muhit zarrachalari tezligi va tezlanishlarining maksimal qiymatlari.

22. Ko'ndalang to'liqin $v=15$ m/s tezlik bilan elastik shnur bo'ylab tarqalmoqda. Shnur nuqtalarning tebranish davri $T=1.2$ s. To'liqin nurida joylashgan va to'liqin manбайдan $x_1=20$ m va $x_2=30$ m masofada bo'lgan nuqtalarning tebranishlarini fazalar farqi topilsin.

23. Quyidagi $\xi=A\cos(\omega t-kx)$ ifoda, $\omega=k v$ bo'lganda, $\frac{d^2\xi}{dx^2}=\frac{1}{v^2}\frac{d^2\xi}{dt^2}$ to'liqin tenglamasini qanoatlantirishini ko'rsating.

24. Havoda $\nu=2$ kHz chastota va $A=1.7$ mkm amplituda bilan tarqalayotgan yassi to‘lqin tenglamasi tuzilsin. Tovushning havodagi tezligi $\upsilon=340$ ms.

25. Bir jinsli elastik muxitda $y=A\cos(\omega t-kx)$ ko‘rinishdagi yassi to‘lqin tarqalmoqda. Vaqtning $t=0$ momenti uchun y va υ_y kattaliklarni x ga bog‘lanish chizmasini tasvirlang.

26. Nuqtalar $\nu=1.5$ kGs chastota bilan tebranayotgan muxitda tarqalayotgan yassi to‘lqinning tenglamasi tuzilsin. Berilgan chastotaga mos keluvchi to‘lqin uzunligi $\lambda=15$ sm. Muvozanat holatdan muxit nuqtalarining maksimal siljishi to‘lqin uzunligidan $n=200$ marta kichikdir.

27. Yassi yuguruvchi to‘lqin tenglamasi $y=5\sin(1380t-6x)$ ko‘rinishga ega, bu yerda: y zarrachalarning siljishi (sm); t -vaqt (S); x -to‘lqin tarqalayotgan o‘q bo‘ylab masofa (m). Bir-biridan $\Delta x=35$ sm masofada joylashgan nuqtalar tebranishining fazalar farqi aniqlansin.

28. Agar tebranma konturdagi kondensator sig‘imi $S=10^{-1}$ F va tebranishlarda undagi maksimal kuchlanish $U_m=100$ V, konturdagi maksimal tok $I_m=0.628$ A bo‘lsa, tebranma kontur qanday to‘lqin uzunlikga moslangan?

29. Konsentrik kabelda tashqi va ichki simlar oralig‘i dielektrik singdiruvchanligi $E=4.6$ ga teng bo‘lgan dielektrik bilan to‘ldirilgan bo‘lsa, kabelda elektromagnit to‘lqinlarining taralish tezligi υ topilsin. Kabeldagi yo‘qotishlar e‘tiborga olinmasin.

30. Tebranma konturga tokning o‘zgarishi $I=0.3\sin 15.7t$ tenglamaga bo‘ysunadi. Kontur tarqalayotgan elektromagnit to‘lqinning uzunligi aniqlansin.

31. Glitsiringa botirilgan ikkita parallel simlar chastotasi $\nu=4.2\cdot 10^8$ Hz bo‘lgan elektromagnit tebranishlar generatori bilan induktivligi orqali bog‘langan. Glitserinning dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon=26$. Uning magnit singdiruvchanligi $\mu_0=1$. Simlardagi turg‘un to‘lqinlarning do‘ngliklari orasidagi masofa aniqlansin.

32. Tebranma kontur sig‘imi $C=48$ mkF bo‘lgan kondensatordan, induktivligi $L=24$ mGn ga teng g‘altakdan va $R=20$ Om li aktiv qarshilikdan tashkil topgan. Agar g‘altakning aktiv qarshiligi e‘tiborga olinmasa, konturda tarqalayotgan to‘lqinning uzunligi qanchaga o‘zgaradi?

33. Har birini sig‘imi $C_0=10$ mkF bo‘lgan va o‘zaro parallel ulangan ikkita kondensatordan, induktivligi $L=10$ mGn ga teng g‘altakdan va

$R=40$ Om aktiv qarshilikdan tashkil topgan tebranma kontur qanday to'ldirilgan uzunlikka rezonanslanishi mumkin?

34. Kabelni ichik va tashqi o'tkazgichlarining orasi dielektrik bilan to'ldirilgandan so'ng unda elektromagnit to'liqlarni tarqalish tezligi 20% ga kamaydi. Dielektrik elektr qabul qiluvchanligi aniqlansin.

35. Agar simlarni uzunligi $\ell=10$ m bo'lib, ular kerosinga tushirib qo'yilsa ikki simli liniyani xususiy tebranishlarning eng kichik chastotasi topilsin.

36. Tebranma konturdagi kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar ayirmasini vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi $U=50\cos 10^4\pi t$ V ko'rinishga ega. Kondensator sig'imi $C=0.1$ mkF. Shu konturga mos keluvchi to'ldirilgan uzunlik topilsin.

37. Induktivligi $L=30$ mkHz g'altak qoplamalarining orasi $d=0.1$ mm va yuzasi $S=0.01$ m² bo'lgan yassi kondensatorga ulangan. Agar kontur $\lambda=750$ m to'ldirilgan uzunlikka moslangan bo'lsa, qoplamalar orasini to'ldirgan muxitni dielektrik singdiruvchanligi aniqlansin.

38. Chastotasi $\nu=500$ Hz bo'lgan tovushning bir davri oralig'ida to'ldirilgan uzunligi $\lambda=375$ m ga teng nechta elektromagnit tebranish bo'ladi.

39. Induktivlik g'altagida $\Delta t=0.6$ s da tok $\Delta I=1$ A ga o'zgarsa, unda $\varepsilon=0.2$ mV EYUK induksiyanadi. G'altakdan va $C=14.1$ nF sig'imga ega bo'lgan kondensatordan tashkil topgan tebranma konturi bo'lgan generator hosil qilayotgan radio to'ldirishni to'ldirilgan uzunligi λ topilsin.

40. Yassi elektromagnit to'ldirilgan $\varepsilon=3$ va $\mu=1$ bo'lgan bir jinsli va izotrop muxitda tarqalmoqda. To'ldirishning elektron maydoni kuchlanganligi amplitudasi $E_m=10$ V/m. To'ldirishning magnit maydoni kuchlanganligi amplitudasi A_m va to'ldirishning faza tezligi topilsin.

41. Yassi akustik to'ldirishning siljish va tezligini suvdagi amplitudaviy qiymatlari mos ravishda $\xi_0=5 \cdot 10^{-4}$ m va $\nu_0=1.38$ ms ga teng. Siljish va tezlikni to'ldirilgan tenglamalari tuzilsin. Tebranish boshlangandan so'ng $T/4$ vaqt o'tgach, tebranishlar manbaidan $x=\lambda/6$ masofada joylashgan nuqtaning siljishi va tezligi topilsin.

42. Agar to'ldirishlar tarqalayotgan muxitda koordinatalar boshi shunday tanlab olinsaki, u muxit nuqtalarini siljish do'ngligi bilan ustma-ust tushsin, x o'qi esa to'ldirilgan tarqalish yo'nalishi bilan mos tushsin, u holda x masofada muxit nuqtalarini siljishi $\xi=2 \cdot 10^{-3} \cos \frac{\pi x}{3} \sin 110 \pi t$ m tenglama bilan ifodalanadi. Yuguruvchi to'ldirishlar tenglamasi tuzilsin.

Zarrachalar tezliklari ekstremal qiymatga ega bo'lgan nuqtalar koordinatalari aniqlansin.

43. $\xi=0.1\cos(6280t-18.5x)$ tenglamaga ega bo'lgan tovush to'lqin uchun: 1) muxit zarrachalari tezligi amplitudasi v_m ; 2) zarrachalar tezligi amplitudasi v_m ni to'lqini tarqalish tezligiga nisbati aniqlansin.

44. Miltiq o'qi $v=20$ m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Qo'zg'almas kuzatuvchi oldidan o'tayotgan o'q chiqarayotgan tovushning chastotasi necha marta o'zgaradi? Tovushning havoda tarqalishi tezligi $v_T=333$ m/s.

45. Dengiz qirg'og'idagi kuzatuvchi paraxod gudogini eshitadi. Kuzatuvchi va paraxod qo'zg'almas holatda bo'lganlarida, kuzatuvchi qabul qilayotgan tovush chastotasi

$v=420$ Hz. Paraxod harakatlanib, kuzatuvchiga yaqinlashayotgan bo'lsa, qabul qilinuvchi tovush chastotasi $v=430$ Hz. Agar paraxod harakatlanib, kuzatuvchidan uzoqlashayotgan bo'lsa, qabul qilinuvchi tovush chastotasi $v=415$ Hz. Birinchi va ikkinchi holda paraxod tezligi topilsin, agar tovushning havo tezligi $v_T=338$ m/s bo'lsa.

46. Parovoz gudogining asosiy toni chastotasi $v=550$ Hz. Parovoz kuzatuvchi tomon $v=54$ km/soat tezlik bilan yaqinlashayotgan bo'lsa, kuzatuvchi gudok tovushi qanday chastotada qabul qilinadi?

47. Ko'rshapalak o'zidan 45 kHz chastotali ultratovush tarqatib, 6 m/s tezlik bilan devorga perpendikulyar ravishda harakat qilayapti. Qanday v_1 va v_2 ikki chastotali tovushni ko'r shapalak eshitayapti? Tovushning havodagi tezligi $v_T=340$ m/s.

48. O'zidan $v_o=600$ Hz chastotali tovush tarqalayotgan manba, qo'zg'almas kuzatuvchi yonidan 45 m/s tezlik bilan o'tib bormoqda. Kuzatuvchi manba unga yaqinlashayotganda va undan uzoqlashayotganda qabul qiluvchi chastotalar bir-biridan qanchaga farq qiladi? Havoning temperaturasi 290 K.

49. $v=120$ km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan poyezd $\tau_o=5$ s davomida signal beradi. Qo'zg'almas kuzatuvchi poyezd signali qanday vaqt davomida qabul etadi, agar poyezd undan uzoqlashayotgan bo'lsa. Tovushning tarqalish tezligi $v_T=348$ m/s deb hisoblansin.

50. Qo'zg'almas kuzatuvchi yonidan uchib o'tgan o'qning tovushining chastotasi 4 marta o'zgaradi ($v_1/v_2=4$). Agar tovush havodagi tezligi $v_T=333$ m/s bo'lsa, o'q qanday tezlik bilan harakatlanmoqda?

Talabalarning mustaqil ishlari uchun sinov savollari

1. To‘lqin deb nimaga aytiladi? Qanday to‘lqinlar turini bilasiz va ular qanday muxitda vujudga keladi?
2. To‘lqinni xarakterlovchi fizik kattaliklar va ularning o‘zaro bog‘lanishi.
3. Dopler effektini mohiyati nima?
4. To‘lqin bilan qanday kattalik uzatiladi?
5. To‘lqin protsesslariga mansub bo‘lgan hodisalarni tushintiring. Bu hodisalarni qanday sharoitda kuzatish mumkin?
6. Tovush to‘lqinlarining hosil bo‘lishini tushintiring, ularni qanday kattaliklar xarakterlaydi?
7. Elektromagnit to‘lqinlarining hosil bo‘lishi va ularni xarakterlovchi fizik kattaliklar?
8. Elektromagnit to‘lqinlar energiyasining xajm zichligi nimaga teng?
9. Umov-Poyting vektorining fizik ma‘nosi tushuntiring.
10. Chopar elektromagnit to‘lqinlarining intensivligi nimalarga bog‘liq?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. “Umumiy fizika kursi”. T.2. §§92-98. Toshkent “O‘qituvchi” 1975 y.
2. Детлав А.А. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977, Т.2. § 1-7, §9-1, 2,34.
3. Сивухин Д.В., Общий курс физики, М. Наука, 1983 Т.2. § 40-45.
4. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., “O‘qituvchi”, 1981.
5. M.Ismoilov, M.YUnusov. Elementar fizika kursi. T., “O‘qituvchi”, 1990
6. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. II tom. M., “Prosv”.1971.
7. Гершензон Э.М., Малов Н.Н., Курс общей фзики. Электричество и магнетизм. М., “Просв”,1980.
8. Mirzaxmedov B.M. va boshqalar. Fizika o‘qitish metodikasi kursidan o‘quv eksperimenti. T., “O‘qituvchi”, 1989.

16- MAVZU. TO'LQIN OPTIKASI

To'lqinning shakli to'lqin sirti, to'qin fronti bilan xarakterlanadi

To'lqin sirti deb bir fazada tebranayotgan nuqtalarning geometric o'rniga aytiladi. **To'lqin fronti** deb to'qin yetib kelgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi. **To'lqin uzunligi** deb, bitta nurda yotgan bir xil fazada tebranayotgan qo'shni nuqtalar orasidagi masofaga aytiladi. Bir davr ichida to'lqin bosib o'tgan masofa **to'lqin uzunlik** deyiladi.

$$\lambda = gT = \frac{g}{\nu}$$

Tovushning tarqalish tezligi

Tovush to'lqinlari ham barcha to'lqinlar singari ham qanday moddada cheklangan tezlik tarqaladi. Uning tarqalish tezligi, to'g'ri chiziqli tekis harakatning yo'l formulasidan aniqlanadi.

$$g = \frac{S}{t}$$

Tovushning intensivligi deb, tovush to'lqinlarining yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan bir birlik yuza orqali vaqt birligi ichida o'tgan tovush energiyasiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

$$I = \frac{W}{St}$$

bunda, W -tovush to'lqinining energiyasi, S -to'lqin o'tgan yuza, t -to'lqin o'tish vaqti

Intensivlikning tayinli bir minimal qiymatida odam tovushni eshitmay qoladi; bu minimal intensivlik I_0 -ga **eshitish bo'sag'asi** deyiladi.

$$L = klg \frac{l}{l_0}$$

Yorug'likning sinish qonunlari

Ikki muhit chegarasidan o'tishida yorug'lik yo'nalishining o'zgarishiga **yorug'lik sinishi** deyiladi.

- tushgan nur, qaytgan nur, nur tushgan nuqtaga o'tkazilgan perpendikulyar va singan nur bir tekislikda yotadi;
- tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

$$n_{2,1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

To'la ichki qaytish nur optik zichligi katta bo'lgan muhitdan, optik zichligi kichik bo'lgan muhitga o'tganda $\beta > \alpha$ bo'ladi. Tushish burchagi

α ning ma'lum qiymatida $\beta = 90^\circ$ bo'ladi. Bu hodisaga **to'la ichki qaytish** deyiladi.

$$n_{2,1} = \frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \sin \alpha_0 \quad \text{yoki} \quad n_{2,1} = \frac{1}{\sin \alpha_0}$$

da to'la ichki qaytish kuzatiladi.

Prizmada nurning yo'li

$$\gamma = \alpha + \beta - \varphi$$

γ – nurning og'ish burchagi

Prizmaga tushgan nur uning asosiga og'adi. Parallel plastinada nurning yo'li

$$x = \frac{d \sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta} \quad x\text{-nurning siljishi}$$

Linzalar

Bir yoki ikki tomoni sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jismga **linza** deyiladi. O'rta qismi chetki qismiga nisbatan qalin bo'lgan linzalarni **qavariq** (yupqa bo'lganlarini **botiq**) **linzalar** deyiladi.

Sferik sirtlar markazlari va linza markazidano'tuvchi o'qqa *bosh optik o'q* deyiladi. F-linza fokusi, D-linza optik kuchi

$$[D] = \frac{1}{F} = \frac{1}{m} = 1 \text{ dioptriya (dptr)}, \quad D = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

n-linza yasalgan moddaning nur sindirish ko'rsatkichi, R_1 va R_2 -linza sirtining egrilik radiuslari

Linzada tasvir yasash uchun 2ta nur chiziladi:

a) predmetdan bosh optik o'qqa parallel;

b) predmet uchidan linza markazi tomon

$$\pm \frac{1}{F} = \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} \quad \text{linza formulasi.}$$

Tasvir haqiqiy bo'lsa(+) ishora, mavhum bo'lsa(-) ishora olinadi.

$$k = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{b}{a} \quad \text{linzaning chiziqli kattalashtirishi deyiladi.}$$

$d(a)$ -predmetdan linzagacha bo'lgan masofa; $f(b)$ -linzadan tasvirgacha masofa; h -predmet balandligi; H -tasvir balandligi

Lupa yig'uvchi linzadan iborat.

$$k = \frac{L_0}{F} \quad L_0 = 25 \text{ sm} \text{ -eng yaxshi ko'rish masofasi}$$

$$\frac{1}{L_0} + \frac{1}{f} = D_1 + D; \quad \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} = D_1; \quad \frac{1}{L_0} - \frac{1}{d_1} = D \quad \textbf{Ko'zoynak}$$

D_1 -o'quvchi ko'zining optik kuchi, d_1 -o'quvchi ko'zini zo'riqtirmasdan o'qiydigan masofa. D -ko'zoynakning optik kuchi.

Mikroskopning kattalashtirishi $K = \frac{hD_0}{F_1 F_2}$

h -okular va obektiv orasidagi masofa

F_1 va F_2 -obektiv va okularning fokus masofasi

Bir xil chastotali va fazalar farqi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlar kogerent to'lqinlar deyiladi.

$\Delta l = l_2 - l_1$ -to'lqinlarning bosib o'tgan yo'llar farqi

a) kuchaytirish(maksimum) sharti $\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda$

b) susaytirish (minumum) sharti $\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

λ –yorug'likning to'lqin uzunligi; $k=0; \pm 1; \pm 2 \dots$.butun sonlar

$r_m = \sqrt{\left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda_0 R}$ - yorug' halqalar radiusi

$r_m = \sqrt{m \lambda_0 R}$ -qorong'u halqalar radiusi

Yorug'lik nuri difraksion panjaraga tushganda undan og'adi. Difraksiyalangan nur uchun $d \sin \varphi = n\lambda$ n -difraksion maksimumlartartib raqami.

Agar $n=k$ bo'lsa ($k=0,1,2$) uchrashgan nurlar bir-birini kuchaytiradi,

$n = \frac{2k+1}{2}$ bo'lsa susaytiradi.

$\vartheta = \frac{c}{n}; \quad \lambda = n \cdot \lambda_0; \quad \vartheta = v\lambda$

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Interferensiyaga bog'liq bo'lgan masalalarda kogerent to'lqinlarni hosil qilish usullarini tahlil qilish va to'lqinlarni kuchaytirish va susaytirish shartlarini qarab chiqish kerak. Yupqa plastinkalarda interferensiyani kuzatayotganda zichligi katta bo'lgan muhitdan yorug'lik qaytgandan qo'shimcha yo'l farqi hosil bo'lishini esdan chiqarmaslik kerak. Bu yo'l farqi to'lqin uzunligini yarmiga tengdir.

Yorug'lik difraksiyasiga taaluqli masalalarni yechishda Gyuygens-Frenel prinsipiga binoan to'siqlardan o'tgan ikkilamchi nurlar

interferensiyasini aniqlashdan iborat. Frenelning zonalar metodini qo'llash hisoblashni yengillashtiradi.

Qutblanish hodisasiga taaluqli bo'lgan masalalarda, qutblangan yorug'likni hosil qilish usulini hamtahlil qilish kerak. Yorug'likni dielektrik sirtidan qaytgan hollarda, Bryuster qonunida muxitning nisbiy sindirish ko'rsatkichi ishtirok etishini hisobga olish kerak. Qutblangan yorug'lik hosil qilishda ikkilamchi nur sindirish hodisasini qo'llansa, masalalar yechishda Malvo qonunidan foydalanish kerak.

Masalalarni yechish namunalari

1-masala.

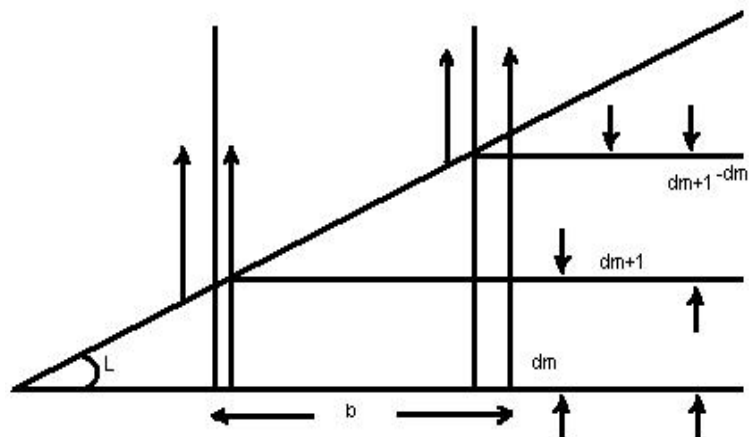
Yupqa shisha ponaga to'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lgan nurlar dastasi normal tushmoqda (1-rasm). Qaytgan nurlarda ikki qo'shni qora interferensiya yo'llari orasidagi α masofa $v=0.5$ mm. Pona sirlari orasidagi burchak topilsin. Pona materialining sindirish ko'rsatkichi $n=1$ (6-rasm) **Yechilishi:**

Pona qirrasiga tushgan nurlar ponaning yuqori va pastki qirralaridan qaytadi. Bu nurlar o'zaro kogerent. Shuning uchun pona sirtida pona qalinligiga keluvchi yo'l chiziqlari hosil bo'ladi. Pona sirlari orasidagi burchak kichik bo'lgan uchun qaytgan 1 va 2 nurlarni parallel deb hisoblasa bo'ladi. Qora yo'l chiziqlar quyidagi shart asosida topiladi.

$$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

bunda $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Δ - nurlar yo'l farqi



6-rasm

ikki nur orasidagi yo‘l farqi shu nurlarning optik yo‘l farqi $2d_{\kappa}\sqrt{n^2 - \sin^2 i}$ bilan to‘lqin uzunligining yarmi $\frac{1}{2}\lambda$ ni yig‘indisiga teng bo‘ladi.

qo‘shimcha yo‘l farqi zichligi kattaroq bo‘lgan muhitlardan qaytganda hosil bo‘ladi.

$$2d_m\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{1}{2}\lambda = (2m+1)\frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

Masala shartiga ko‘ra $i=0$, demak $\sin i=0$ (2) tenglamani soddalashtirsak

$$2d_m n = (m+1)\lambda \quad (3)$$

$(m+1)$ qo‘shni nur chiziqlari uchun ham huddi

$$2d_{m+1} = (m+1)\lambda \quad (4)$$

shu tenglama o‘rinlidir.

Rasmdan

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_{m+1} - d_m}{e} \quad (5)$$

ekanligi aniqlanadi. 3 va 4 tenglamalardan d_{m+1} va d_m larning qiymatlari aniqlab (5) formulaga kelimiz α burchak juda kichik bo‘lgan uchun

$$\alpha = \frac{\frac{(m+1)\lambda}{2n} - \frac{m\lambda}{2n}}{e} = \frac{\lambda}{2ne} \quad (6)$$

(6) formuladagi kattaliklar o‘rniga qiymatlarini qo‘yib, α ni topamiz.

$$\alpha = \frac{5 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 1.6 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3}} = 3 \cdot 10^{-4} = 62''$$

2-masala.

Difraksion panjara to‘lqin uzunligi $\lambda=0.7$ mkm bo‘lgan monoxramatik yorug‘lik nuri tushmoqda. Panjara davri $d=2$ mkm difraksiya maksimumlari soni nechta?

Yechilishi: Difraksion maksimum tartibi uchun ifoda difraksion panjaraning asosiy formulasidan topiladi.

$$d \sin \varphi = m\lambda, \quad (1)$$

bu yerda d - panjara davri, φ - panjaraga o‘tkazilgan normal bilan difraksion maksimum yo‘nalishi orasidagi burchak, α - monoxramatik yorug‘lik to‘lqin uzunligi, m - difraksion panjara tartibi 1-formuladan

$$m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda} \quad (2)$$

birdan katta bo‘lmasligi uchun (2) - formuladan

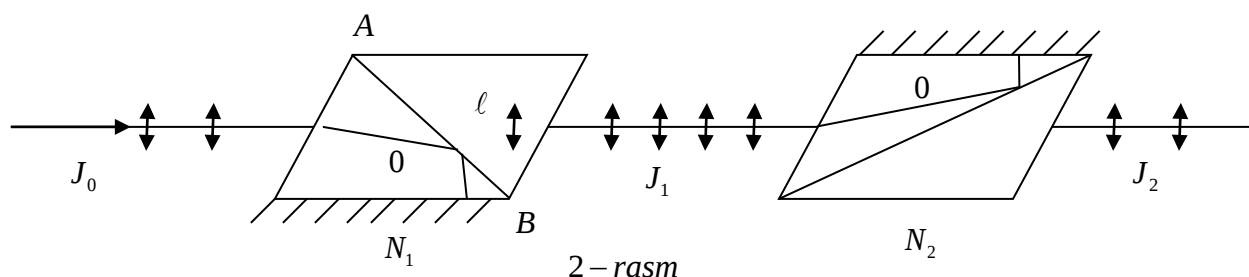
$$m \leq \frac{d}{\lambda}, \quad (3)$$

(3) - formuladagi kattaliklarning qiymatlarini qo'yib, $m \leq \frac{2}{0.7} = 2.86$ ekanligini aniqlaymiz. Difraksion panjara doimiysi butun son ekanligini hisobga olib, $m_{\max}=2$.

3-masala.

Ikki N_1 va N_2 nikol prizmalar shunday joylashganki, polarizatorlarning tekisliklari orasidagi α - burchak $\alpha=60^\circ$. Tabiiy yorug'likni intensivligi necha marta kamayishini aniqlang:

- 1) bitta N_1 nikol prizmadan o'tganda;
- 2) ikkita nikoldan o'tganda; nikolda yorug'likning yutilish koefitsiyenti



$K=0.05$. Yorug'likni sochilishi e'tiborga olinmasin.

Tabiiy nur, nikol prizmasining qirrasiga tushib, oddiy va nooddiy nurlarga ajraladi (2-rasm). Ikkala nur ham bir xil intensivlikda va to'liq qutblangan. Nooddiy nurning tebranish tekisligi rasm tekisligida joylashgan. Oddiy nurning tebranish tekisligi chizma tekisligiga ko'ndalang joylashgan.

Oddiy nur to'liq ichki qaytish tufayli nikolning qoraytirilgan qirrasiga tushadi va unda to'liq yutiladi. Noodiy nur prizmalardan o'tib yutilishi tufayli, o'z intensivligini kamaytiradi.

1. Birinchi prizmadan o'tgan yorug'lik intensivligi

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0 (1 - k),$$

nisbiy intensivlik esa

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{I_0}{\frac{1}{2} I_0 (1 - k)} = \frac{2}{1 - k} \quad (1)$$

Formuladagi kattaliklarni son qiymatlarini qo'yib nisbiy intensivlikni topamiz

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{2}{1-0,05} = 2,1,$$

shunday qilib, yorug'lik birinchi prizmadan o'tgandan so'ng uning intensivligi 2.1 marta kamayadi.

2. Intensivligi I_1 bo'lgan yassi qutblangan yorug'lik nuri ikkinchi prizмага tushadi va yana oddiy hamda nooddiy nurlarga ajraladi. Ularning intensivliklari har xil qiymatga ega. Oddiy nur prizmada to'liq yutiladi. Prizmadan o'tgan nooddiy nur intensivligi Malyus qonunidan topiladi:

$$I_2 = I_0 \cos^2 \alpha \quad (2)$$

Ikkinchi prizmadan o'tishda nurning yutilishini hisobga olsak

$$I_2 = I_1(1-k) \cos^2 \alpha$$

bo'ladi. α burchak I_1 nurning tebranish tekisligi bilan I_2 nurning tebranish tekisliklari orasidagi burchak.

Ikkala prizmadan o'tgan nurning intensivligi

$$\frac{I_0}{I_2} = \frac{I_0}{I_1(1-k) \cos^2 \alpha} \quad (3)$$

$\frac{I_0}{I}$ (1) formula bilan almashtirib

$$\frac{I_0}{I_2} = \frac{2}{(1-k)^2 \cos^2 \alpha} \quad (4)$$

formulaga kelamiz. (4) formuladagi kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib, $\frac{I_2}{I_0}$ -ni topamiz.

$$\frac{I_2}{I_0} = \frac{2}{(1-0.05)^2 \cos^2 60} = 8.86.$$

Shunday qilib, ikki prizmadan o'tgan yorug'likning intensivligi 8,86 marta kamayadi.

4-masala.

Tabiiy yorug'lik nuri suyuqlikda turgan silliqlangan shisha plastinka sirtiga tushmoqda. Shisha plastinka sirtidan qaytgan yorug'lik nuri tushayotgan nur bilan 97° ni tashkil qiladi. Agar qaytgan yorug'lik nuri to'la qutblangan bo'lsa suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi n ni toping.

Yechilishi: Bryuster qonuniga ko'ra

$$\operatorname{tg} \beta = n_{21},$$

bu yerda n_{21} yorug'lik nuri qaytayotgan muhitni (shishani) birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi,

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{n_2}{n_1},$$

masalani shartiga ko'ra qaytgan nur tushayotgan nurga nisbatan φ burchakka burilgan. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'lganligi sababli

$$\beta = \frac{\varphi}{2}, \text{ demak,}$$

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\varphi}{2} \right) = \frac{n_2}{n_1}, \quad n_1 = \frac{n_2}{\operatorname{tg} \left(\frac{\varphi}{2} \right)} = 1.33.$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Yung tajribasidagi ikki tirqish orasidagi masofa 1 mm. Tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m. Ikki maksimum yorug' yo'lkalar orasida masofa 1.5mm. Monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.

2. Frenel ko'zgulari yordamida hosil qilingan yorug'lik manbaining mavhum tasvirlari orasidagi masofa 0.5 mm. Ulardan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m. To'lqin uzunligi 0.6 mkm. Ekranda hosil bo'lgan ikki interferension maksimumlar orasidagi masofa topilsin.

3. Sovun pardasiga ($n=1.3$) yorug'likni oq nur dastasi normal ravishda tushmoqda. Agar qaytgan nurda parda yashil ko'rinsa ($\lambda=0.55$ mkm), pardaning eng kichik qalinligi qanday bo'lishi kerak?

4. $\lambda=0.6$ mkm to'lqin uzunlikdagi parallel nurlar dastasi $\varphi=30^\circ$ burchak ostida sovun pardasiga tushmoqda ($n=1.3$). Pardaning qanday eng kichik qalinligida interferensiyasi tufayli qaytgan nurlar maksimal susaygan bo'ladi?

5. Yassi qavariq linza, qavariq tomoni bilan tekis shisha ustida joylashgan. qaytgan nur ($\lambda=0.6$ mkm) hosil qilgan birinchi tartibli yorug'lik interferension halqa ko'ringan joyda havo qatlamining qalinligi topilsin.

6. Yung tajribasida tirqishlardan ekrangacha bo'lgan masofa 1.5 m ga teng. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi 0.6 mkm. Agar uzunligi 1 sm kesmada 8 ta qora yo'llar joylashsa, tirqishlar orasidagi masofa topilsin.

7. Yung tajribasidagi ikki tirqish orasidagi masofa 0.5 mm, to'lqin uzunligi 550 mkm. Agar ikki qo'shni minimumlar orasidagi masofa 1 mm bo'lsa, tirqishlardan ekrangacha bo'lgan masofa topilsin.

8. Shisha plastinka ustiga yassi-qavariq linza qavariq tomoni bilan qo'yilgan. Linza yuqori tomondan $\lambda=600$ nm to'lqin uzunligiga ega bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Agar qaytgan nurdagi 6-qora Nyuton halqasining radiusi $r=2.4$ mm bo'lsa, linzaning egrilik radiusi topilsin.

9. Nyuton halqalarini kuzatish uchun radiusi $R=160$ sm bo'lgan yassi qavariq linza ishlatildi. Qaytgan nurlarda kuzatilgan 4 va 9 qora halqalarning radiuslari topilsin. Tushayotgan nur to'lqin uzunligi $\lambda=625$ nm.

10. Yassi qavariq linza radiusi $R=4$ m. Agar qaytgan nurda kuzatiladigan 5 yorug' halqaning radiusi $r_5=3.6$ mm bo'lsa, tushayotgan nur to'lqin uzunligi λ topilsin.

11. Agar Yung tajribasida yashil rangdagi ($\lambda_1=500$ nm) yorug'lik filtrini λ qizil ($\lambda_2=650$ nm) rangdagi yorug'lik filtri bilan almashtirilsa, ekrandagi qo'shni interferensiyon yo'llar orasidagi masofa qancha marotaba o'zgaradi.

12. Yung tajribasida tirqishlar $\lambda=600$ nm to'lqin uzunlikdagi monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan. Tirqishlar orasidagi masofa $d=1$ mm va tirqishlardan ekrangacha bo'lgan masofa $L=3$ m. Birinchi 3 ta yorug' halqalarning o'rni topilsin.

13. Frenel ko'zgulari yordamida tajribada, $d=0.5$ mm mavhum yorug'lik manbalari orasidagi masofa $L=5$ m. Yashil yorug'likda interferensiya yo'llari orasidagi masofa $x=5$ mm. Yashil nur to'lqin uzunligi topilsin.

14. Oq nur sovun pardasiga ($n=1.33$) $i=45^\circ$ burchak ostida tushadi. Sovun pardasining qanday eng kichik qalinligida u qaytgan yorug'likda sariq ($\lambda=600$ nm) rangda bo'ladi?

15. Nyuton halqalarini kuzatish qurilmasiga normal tushayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi $\lambda=0.6$ mkm. qaytgan yorug'likda kuzatilayotgan to'rtinchi qorong'i halqa o'rnida linza va shisha plastinka orasidagi havo qatlamining qalinligi topilsin.

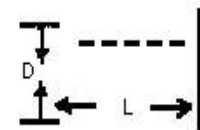
16. Lloyd taklif qilgan sxemada tirqishidan o'tgan nur ekranda qo'zg'almas qaytgan nur bilan interferensiyalashadi. Tirqishdan ko'zgu sirtigacha masofa $L=1$ m, yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm. Interferensiyon yo'l kengligi x topilsin.

17. Qalinligi $d=367$ nm bo'lgan pardaga parallel oq yorug'lik dastasi i burchak ostida tushmoqda. Pardaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.4$. Nurning tushish burchagi a) 30° va b) 60° ga teng bo'lsa, pardadan qaytgan yorug'lik qanday rangda bo'ladi?

18. Tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligi bir yarim marta kattalashsa, m-Nyuton halqasining radiusi necha marta kattalashadi?

19. Yung tajribasida tirqishlar orasidagi masofa $d=1.5\text{ mm}$, tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa $L=2\text{ m}$. Tirqishga $\lambda=637\text{ nm}$ to'lqin uzunlikdagi yorug'lik tushmoqda. Ekranda hosil bo'lgan interferensiya yo'llari orasidagi masofa aniqlansin.

20. Ikki kogerent optik yorug'lik manbalari orasidagi masofa $d=0.5\text{ mm}$. Manbalardan tarqalayotgan monoxramatik yorug'likning to'lqin uzunligi $\lambda=0.5\text{ mkm}$. Manbalari $l=30\text{ sm}$ masofa ekran joylashgan. Ikki qo'shni interferension maksimumlar orasidagi masofa topilsin. RASM.



21. Agar interferensiya manzarasi $N=100$ yo'lga burilgan bo'lsa, Maykolson interferometrida ko'zguning siljishi topilsin. Yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda=546\text{ nm}$.

22. Qaytgan yorug'likda kuzatilayotgan birinchi va ikkinchi qora Nyuton halqalari orasidagi masofa $r_1=9\text{ mm}$ va $r_2=10\text{ mm}$ halqalar orasidagi masofa topilsin.

23. Yupqa shisha pona sirtiga normal yo'nalishida ($\lambda=600\text{ nm}$) monoxramatik yorug'lik tushmoqda. Qaytgan yorug'likdagi qo'shni interferensiya minimumlari orasidagi masofa $d=4\text{ mm}$ bo'lsa, pona sirlari orasidagi burchak topilsin. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$.

24. Nyuton halqalari to'lqin uzunligi $\lambda=589\text{ nm}$ bo'lgan yorug'likda hosil bo'lgan. qaytgan yorug'likda kuzatiladigan birinchi va ikkinchi yorug' halqalar orasidagi masofa $\Delta r=0.5\text{ mm}$ bo'lsa, yassi qavariq linzaning egrilik radiusi topilsin.

25. Shisha pona sirtiga normal yo'nalishda $\lambda=582\text{ nm}$ to'lqin uzunlikdagi yorug'lik dastasi tushmoqda. Pona burchagi $\alpha=20^\circ$. Ponaning 1 sm uzunligida qancha qora interferension halqalar joylashgan? Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$.

26. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilma monoxramatik yorug'lik bilan yoritilgan. qaytgan yorug'likda hosil qilingan qo'shni qora halqalar radiuslari 4 mm va 4.33 mm . Linzaning egrilik radiusi 6.4 m . halqalarni tartib nomeri va yorug'lik to'lqin uzunligi topilsin.

27. Nyuton 5 va 25 yorug'lik halqalarining orasidagi masofa 9 mm . Linzaning egrilik radiusi 15 mm . Qurilmaga normal holda tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligi topilsin. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib borilmoqda.

28. Sindirish ko'rsatkichi $n=1.33$ bo'lgan sovun pardasidan qaytish natijasida hosil bo'lgan interferension halqa yorug' yoki qorong'u bo'lishini aniqlang. Parda havoda joylashgan va qalinligi $d=0.2\text{ ga}$ teng.

29. To'lqin uzunligi $\lambda=6\cdot 10^{-7}\text{ m}$ bo'lgan $i=30^\circ$ burchak ostida sovun pardasi tushadi. Qaytgan yorug'likda pardada interferension yo'llar

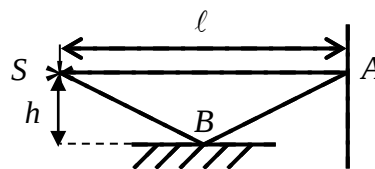
kuzatiladi. qo'shni yo'llar orasidagi masofa $\Delta x = 4 \text{ mm}$. Sovun pardasining sindirish ko'rsatkichi $n = 1.33$. Sovun pardasi sirlari orasidagi burchak topilsin.

30. Yupqa ponasimon plastinkada yorug'lik normal tushish natijasida qaytgan yorug'lik interferension yo'llar hosil bo'ladi. Qo'shni qorong'u yo'llar orasidagi masofa $\Delta x = 5 \text{ mm}$. Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi $n = 1.5$. Plastinka qirralari orasidagi burchak topilsin.

31. Nyuton 3-yorug' halqasini radiusi $R_3 = 1.1 \text{ mm}$ bo'lsa, halqalarni kuzatish uchun ishlatilayotgan yassi-qavariq linzaning F fokus masofasi topilsin. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n = 1.6$, yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda = 589 \text{ nm}$. halqalar qaytgan yorug'likda kuzatiladi.

32. To'lqin uzunligi $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$ qaytgan ko'k rangdagi yorug'lik yassi-qavariq linzaga tushish natijasida Nyuton halqalari kuzatiladi. Uchinchi yorug' halqa radiusi $R_3 = 1.6 \text{ mm}$. Ko'k rang yorug'lik filòrini qizil randagi filòr bilan almashtirilganda, 5 yorug' halqa radiusi $R_5 = 1.77 \text{ mm}$ ga teng bo'lgan. Linzaning egrilik radiusi va qizil nurning to'lqin uzunligi λ_2 topilsin.

33. Ekrandagi A nuqtaga monoxromatik yorug'lik manbai S dan ($\lambda = 0.5 \text{ mkm}$) ikki nur tushmoqda. 1-nur to'g'ridan to'g'ri manbadan tushmoqda, 2-nur esa ko'zguning B nuqtasidan qaytib A ga tushadi (4-rasm). Manbadan ko'zgugacha bo'lgan masofa $h = 2 \text{ mm}$ va manbadan ekrangacha bo'lgan masofa $l = 1 \text{ m}$. A nuqtada yorug'likni kuchaytirish yoki susayishi yuz beradimi?

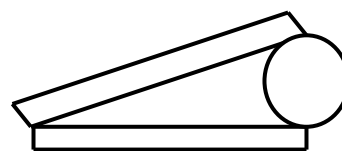


4 – rasm

34. Sirt yupqa parda bilan qoplangan qalin shisha plastinkaga normal ravishda to'lqin uzunligi $\lambda = 0.6 \text{ mkm}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Pardaning sindirish ko'rsatkichi $n_2 = 1.4$. Qaytgan nur interferensiya tufayli maksimal susaygan. Pardaning qalinligi d topilsin.

35. Oq nur sovun pardasiga normal ravishda tushmoqda. Sovun pardasining sindirish ko'rsatkichi $n = 1.33$. Qaytish natijasida $\lambda_1 = 630 \text{ nm}$ to'lqin uzunlikda interferension maksimum va unga eng yag'in maksimum $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$ to'lqin uzunlikda kuzatilmoqda. Parda qalinligi topilsin.

36. Yaxshi sillqlangan ikki yassi plastinkalar orasiga diametri 0.5 mm bo'lgan sim o'tkazgich joylashtirilgan plastinka uchlari mustahkam qilib mahkamlangan. Plastinkalar tekisligi normal ravishda yoritilgan. 10 cm uzunlikdagi plastinkada kuzatuvchi interferension manzarani kuzatadi. Interferensiya



5 – rasm

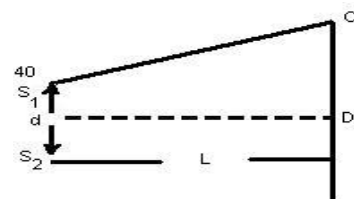
yo'llari orasidagi masofa 0.6 mm. Yorug'likni to'lqin uzunligi topilsin. (5-rasm)

37. Maykelson interferometrda ikkala yorug'lik dastalariga uzunligi 10 sm bo'lgan silindrlar joylashtirildi. Silindr uchlari shaffof yassi parallel plastinkalar bilan berkitilgan. Silindrlardan avval havo so'rib olinib, so'ngra ulardan biriga vodorod gazi kiritilganda, interferensiyalar manzarani 47.5 yo'lga surilgani kuzatiladi. Vodorodning sindirish ko'rsatkichi qanday? Tajriba $\lambda=590$ nm to'lqin uzunligida bajarilgan.

38. To'lqin uzunligi $\lambda=0.55$ mkm bo'lgan nur $i=15^\circ$ burchak ostida shisha pona sirtiga tushmoqda shishani sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$. Pona uchidagi burchak $\alpha=1^\circ$. Qaytgan nurlarda kuzatiladigan interferensiyada minimumlar orasidagi masofa topilsin.

39. Sindirish ko'rsatkichi $n=1.3$ bo'lgan yassi parallel pardasiga normal ravishda oq yorug'lik dastasi tushmoqda. Yorug'likning to'lqin uzunligi $\lambda=0.6$ mkm pardaning qalinligi qanday bo'lganda, maksimal shaffof bo'ladi?

40. Havoda ikki kogerent manba orasidagi masofa $d=0.15$ mm (6-rasm). Manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa $l=4.8$ m. Ekraning S nuqtasiga keluvchi nurlarning optik yo'l farqi topilsin, agar $OC=X=16$ mm bo'lsa. RASM.



41. Fazoning bir nuqtasiga optik yo'l farqi 2 mkm ga teng bo'lgan kogerent yorug'lik nurlari tushmoqda. $\lambda=560$ nm to'lqin uzunlikdagi yorug'likning shu nuqtada kuchayishimi yoki susayishimi kuzatiladi?

42. Frenel ko'zgulari yordamida $\lambda=80$ nm to'lqin uzunlikdagi monoxromatik yorug'likning mavhum manbalari hosil qilingan. Ulardan ekrangacha bo'lgan masofa $l=3.2$ mm. Ekran markazidan $X=28$ mm masofada 3-chi qorong'u interferensiya yo'li joylashgan. Mavhum tasvirlar orasidagi masofa topilsin.

43. Orasidagi masofa 0.32 mm bo'lgan 2 kogerent - oq yorug'lik manbalari ingichka tirqish ko'rinishiga ega. Tirqishlardan interferensiya manzarasi kuzatiladigan ekrangacha bo'lgan masofa 3.2 m. Ikkinchi interferensiyalar spektrda qizil ($\alpha_1=760$ nm) va binafsha ($\alpha_2=400$ nm) chiziqlari orasidagi masofa topilsin.

44. Sindirish ko'rsatkichi $n=1.54$ va uchidagi burchak $i=5^\circ$ bo'lgan kvars pona $\lambda=600$ nm monoxromatik to'lqin uzunlikdagi monoxromatik nurlar bilan yoritilgan interferensiyalar yo'llar orasidagi masofa topilsin.

45. Nyuton halqalari hosil qilingan qurilmadagi linzaning egrilik radiusi $r=6,4$ m. 640 nm to'lqin uzunlikdagi yorug'lik perpendikulyar holda

tushmoqda. Linza va plastinka orasi suv bilan to'ldirilgan ($n=1.33$). Ikkinchi yorug' halqa diametri topilsin.

46. Lloyd tajribasi o'tkaziladigan qurilmada qaytaruvchi sirt sifatida ikki plastinkadan foydalanilgan. Yorug'lik manbai sifatida shisha markazidan $d=1$ mm masofada joylashgan parallel tirqish olingan. Ekran tirqishidan $l=4$ m masofada joylashgan. Yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda=700$ nm. Markaziy yo'l o'rtasidan uchinchi yorug' yo'lgacha bo'lgan masofa topilsin.

47. Yung tajribasida ekran qanday masofaga surilganda yangi interferensiya manzarasida 5-yorug' yo'l, interferensiya manzarasidagi 3-yo'l bilan ustma ust tushadi?

48. Interferensiya manzarasini hosil qilayotgan nurlarning birini yo'lga qalinligi $d=12$ mkm bo'lgan shisha plastinka joylashtirilgan. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$. Shisha $\lambda=750$ nm to'lqin uzunlikdagi perpendikulyar ravishda tushadi. Interferensiya manzarasi nechta yo'lga suriladi?

49. Optik yo'l farqi $\Delta x=1.8$ mkm teng bo'lganda ko'rinadigan yorug'lik maksimal kuchayadigan xamma to'lqin uzunliklari topilsin. ($0.76=0.38$ mkm).

50. Ikki yassi parallel plastinkalar orasida $\alpha=30^\circ$ burchakli havo opna hosil qilgan. Plastinkalardan biriga normal ravishda $\lambda=0.6$ mkm to'lqin uzunlikdagi monoxromatik yorug'lik tushadi. Plastinkalar bir-biriga tokka chiziqdan qanday masofada qaytgan yorug'likda kuzatiladigan ikkinchi yorug' va yo'l hosil bo'ladi?

Tekshirish uchun savollar

1. To'lqinlar superpozitsiyasi prinsipi nimadan iborat? Qanday to'lqinlarga kogerent to'lqinlar deyiladi. To'lqinlar interferensiyasi nima?

2. Qanday shartlar bajarilganda interferensiyaning maksimum va minimumlari kuzatiladi?

3. Nima uchun ikki o'zaro bog'liq bo'lmagan yorug'lik manbalaridan interferensiya manzarasi kuzatilmaydi? Optikada kogerent yorug'lik manbalari qanday hosil qilinadi? Kogerent to'lqinlarning hosil qilishni qanday usullarini bilasiz?

4. Yupqa plyonkada yorug'lik interferensiyasi qanday yuz beradi? Nyuton halqalari qanday vujudga kelishini tushuntiring. O'tgan va qaytgan nurlardagi interferensiyalar manzaralarning farqi nimadan iborat?

5. Yorug'lik difraksiyasi nima? Gyuygens prinsipi nimadan iborat? Frenel - bu prinsipiga qanday qo'shimcha kiritdi?

6. Frenelning zonalar metodi nimadan iborat? Bu metod yordamida yorug'likning to'g'ri chiziqli tarqalish, oddiy to'siqlardagi difraksiya qanday tushuntiriladi?

7. Fraungofer difraksiyasi nima? Bir tirqishdan va difraksion panjaradan difraksion manzaralar qanday ko'rinadi? Bu manzaralarda maksimum va minimumlar qanday holatlarda kuzatiladi?

8. Tabiiy nur qutblangan nurdan nima bilan farq qiladi? Ikki muxit chegarasidan qaytgan nurning qutblanish darajasi nimaga bog'liq bo'ladi? Bryuster qonuni tariflang.

9. Qanday moddalarda ikki nur sindirish hodisasi sodir bo'ladi? Oddiy va nooddiy nurlar bir-biridan nima bilan farq qiladi? Mallyus qonunining ma'nosi qanday?

10. Qanday moddalarda qutblanish tekisligini burilishi yuz beradi? Qutblanish tekisligining burilish burchagi nimaga bog'liq?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Savelev I.V. "Umumiy fizika kursi". T.2. §§92-98. Toshkent "O'qituvchi" 1975 y.

2. Детлав А.А. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977, Т.2. § 1-7, §9-1, 2,34.

3. Сивухин Д.В., Общий курс физики, М. Наука, 1983 Т.2.§40-45.

4. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., "O'qituvchi", 1981.

5. M.Ismoilov, M.YUnusov. Elementar fizika kursi. T., "O'qituvchi", 1990

6. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. II tom. M., "Prosv".1971.

7. Гершензон Э.М.,Малов Н.Н., Курс общей фзики. Электричество и магнетизм. М., "Просв",1980.

8. Mirzaxmedov B.M. va boshqalar. Fizika o'qitish metodikasi kursidan o'quv eksperimenti. T., "O'qituvchi", 1989.

17- MAVZU. YORUG'LIKNING XUSUSIYATLARI

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Bu bo'limdagi masalalar issiqlik nurlanishiga va fotonlarning moddalar bilan o'zaro ta'siriga (yorug'lik bosimi) yoki alohida elektronlar bilan ta'siriga (fotoeffekt, Kompton hodisasi) ga bag'ishlangan bo'lib, bu hodisalar energiyaning va impulning saqlanishi qonunlariga bo'ysinadi. Impul saqlanish qonunining fotoni modda bilan o'zaro ta'siriga tadbiqui natijasida yorug'lik bosimi uchun $P = \frac{\epsilon_0}{c}(1 + \rho)$ formula hosil bo'ladi; energiyaning saqlanish qonuni foton atom tarkibidagi elektron bilan o'zaro ta'siri uchun yozilgan energiyaning saqlanish qonuni $h\nu = A + T$ fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini beradi, bu qonunlarni birgalikda fotonni erkin elektron bilan o'zaro ta'siriga qo'llanilishi $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$ Kompton tenglamasini beradi.

Yorug'lik bosimi tenglamasi, sirtga yorug'lik normal holda tushgandagina to'g'ri bo'ladi.

Stefan-Bolöman $R_{\sigma} = \sigma T^4$ va Vins $\lambda_0 T = b$ qonunlari faqat absolyut qora jism uchun ta'aluqliqlidir. Absolyut qora bo'lmagan jismlar uchun $R_{\sigma}^1 = aR_{\sigma} = a_T \sigma T^4$ tenglama o'rinlidir, bu formulalarda: at nurlanish ko'effitsiyenti $a_T = \frac{R_{\sigma}}{R_{\sigma}^1} R_e$ jism energetik nurlanishi, R_e -shu temperaturadagi absolyut qora jism energetik nurlanish.

Masalalarni yechish namunalari

1-masala.

Elektr isitgichning sarf qiluvchi quvvati $N=500$ Vt. diametri $A=5$ sm li ochiq tirqish bo'lganda, ichki sirtning temperaturasi $T=700^{\circ}\text{C}$. Sarflanadigan quvvatning qanday qismi isitgich devorlari orqali sochiladi?

Yechilishi: Isitgichning issiqlik muvozanat holatida barcha sarflangan quvvat N tashqariga, tirqish orqali va devorlar orqali nurlanadi, ya'ni $N = \phi_1 + \phi_2$ (1) bu tenglamada 1; 2 mos ravishda tirqish va devor

orqali nurlanish oqimida masala shartida α ni topish talab qilinadi. (1)

$$\text{tenglamadan } \alpha = \frac{N - \phi_1}{N} = 1 - \frac{\phi_1}{N} \quad (2).$$

Tirqish orqali nurlanishni absolyut qora jism nurlanishi deb qarab, Stefan-Bolöman qonuni orqali $\phi_1 = R_\sigma \cdot S = \sigma T^4 \cdot \frac{\pi d^2}{4}$ (3) tenglamaga kelimiz

$$(2) \text{ va } (3) \text{ tenglamalardan } \alpha = 1 - \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\sigma T^4}{N} \quad (4) \text{ tenglamaga qo'yib}$$

hisoblaymiz: $\alpha=0.8$.

2-masala.

Agar Seziy sirti binafsha yorug'lik bilan yoritilayotgan bo'lsa ($\lambda=400 \text{ nm}$), fotoeffektning qizil chegarasi topilsin. Elektronlarning maksimal tezligi $v_m=0.65 \text{ Mm/s}$.

Yechilishi: Seziy sirti fotoeffektning qizil chegarasi uchun to'g'ri keluvchi o'to'liq uzunlikdagi yorug'lik bilan yoritilganda fotoelektronlarning tezligi, ya'ni kinetik energiyasi 0 ga teng bo'ladi. Shu sababli, qizil chegara uchun fotoeffekt tenglamasi $E=A+T$ ko'rinishiga ega bo'ladi.

$$\varepsilon_0=A \quad \text{yoki} \quad \frac{hc}{\lambda_0} = A \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} \quad (1)$$

Seziy uchun chiqish ishi Eynshteyn tenglamasini foydalanib topiladi.

$$A = \varepsilon - T = \frac{hc}{\lambda} - \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

(2) tenglamaga kattaliklar qiymatlarini qo'yib A topiladi. $A=3.05 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ bu qiymatni (1)-tenglamaga qo'yib, λ_0 ni topamiz $\lambda_0=640 \text{ nm}$.

3-masala.

Kompton effekti natijasida fotonning elektron bilan to'qnashishi tufayli $\theta=90^\circ$ ostida sochiladi. Sochilgan fotonning energiyasi $\varepsilon=0.4 \text{ MeV}$. Sochilgunga qadar fotonning energiyasi topilsin.

Yechilishi: Fotonning boshlang'ich energiyasini aniqlash uchun Kompton formulasidan foydalanamiz.

$$\lambda' - \lambda = \Delta\lambda = 2 \frac{h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

(1) - tenglamani quyidagicha o'zgartiramiz: (1) λ' va λ o'to'liq uzunliklarni mos ravishda ε' va ε energiyalarga o'tkazamiz, ya'ni tenglamadan foydalanamiz; 2) Tenglamani o'ng qismidagi surat va

maxrajini "S" ga ko'paytiramiz. Natijada $\frac{hc}{\varepsilon_1} - \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{hc}{m_0 c^2} \cdot 2 \sin \frac{2\theta}{2}$ (2)

ko'rinishga kelamiz. (2) tenglamani hc ga qisqartib kerakli energiyani topamiz.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon' m_0 c^2}{m_0 c^2 - \varepsilon' \cdot 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}} = \frac{\varepsilon' E_0}{E_0 - 2\varepsilon' \sin^2 \frac{\theta}{2}} \quad (3)$$

bu tenglamada $E_0 = m_0 c^2 = 0.51 \text{ MeV}$ elektronning holatdagi energiyasi (3)-tenglamaga kattaliklarni qiymatlarini qo'yib, E ni hisoblaymiz
 $E = 1.85 \text{ MeV}$.

4-masala.

To'lqin uzunligi $\lambda = 663 \text{ nm}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik dastasi yassi ko'zgu sirtiga normal holda tushmoqda. Energiya oqimi $\Phi = 0.6 \text{ Vt}$. Sirtga ta'sir etuvchi bosim kuchi F va $t = 5 \text{ s}$ davomida sirtga tushayotgan fotonlar soni topilsin.

Yechilishi: Sirtga ta'sir etuvchi bosim kuchi $F = P$, (1) bunda P - yorug'lik bosimi, S - sirt yuzasi. Yorug'lik bosimi (2) $P = \frac{E}{C}(\rho + 1)$ (2)

tenglama orqali aniqlanadi. (2) va (1) tenglamalardan (3) $F = \frac{ES}{C}(\rho + 1)$

s-yorug'likni vakuumdagi tezligi. Masala shartidan q_1 ga teng va (3) tenglamaga kattaliklarni son qiymatlarini qo'yib F ni hisoblab topamiz. T

vaqtda sirtga tushayotgan fotonlar soni $N = \frac{\phi \cdot t}{\varepsilon}$ (4) formula yordamida

aniqlanadi. (4) tenglamada foton energiyasini to'lqin uzunlik orqali ifodalasak, quyidagi ko'rinishga kelamiz

$$N = \frac{\phi \cdot t \cdot \lambda}{FAC} \quad (5)$$

(5) - tenglamadagi kattaliklarini qo'yib, N ni hisoblaymiz.

5-masala.

Energiyasi $\varepsilon = 0.75 \text{ MeV}$ bo'lgan foton elektronga $\theta = 60^\circ$ ostida urilib sochilib ketdi. Foton to'qnashguncha elektronning energiyasi va impulsni e'tiborga olmaslik darajasida kichik ekanligini nazarda tutib: 1) sochilgan fotonning energiyasi; 2) to'qnashuvdan keyingi elektronning energiyasi topilsin.

Yechilishi: 1) Kompton formulasidan foydalanib sochilgan fotonning energiyasini topamiz:

$$\lambda' - \lambda = \frac{2\pi h}{mc}(1 - \cos \theta)$$

va λ larni λ' va ε orqali ifodalab

$$\frac{2\pi hc}{\varepsilon'} - \frac{2\pi hc}{\varepsilon} = \frac{2\pi h}{mc}(1 - \cos \theta)$$

$$\text{bundan } \frac{1}{\varepsilon'} - \frac{1}{\varepsilon} = \frac{1 - \cos \theta}{mc^2}; \quad \varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)(1 - \cos \theta) + 1} = 0,43 \text{ MeV}.$$

2) To'qnashuvdan keyingi elektronning energiyasi, energiyani saqlanish qonuniga ko'ra tushayotgan va qaytgan fotonlarni energiyalarini ayirmasiga tengdir

$$T = \varepsilon - \varepsilon' = 0.32 \text{ MeV}.$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Yuzasi $S=4 \text{ sm}^2$ bo'lgan isitgich tirqishidan $t=1\text{s}$ da $F=22.7 \text{ J}$ energiya nurlanadi. Nurlanishni absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblab, isitgichning temperaturasi aniqlansin.

2. Absolyut qora jism temperaturasi $t_1=727^\circ\text{C}$ dan $t_2=1727^\circ\text{C}$ gacha o'zgargan. Bu holatda nurlanayotgan energiya necha marta o'zgaradi?

3. Elektr isitgichning sarf qiluvchi quvvati $N=500 \text{ Vt}$. Diametri $d=5 \text{ sm}$ tirqish ochiq bo'lganda uning ichki sirtini temperaturasi $=700^\circ\text{S}$. quvvatning qanday qismi devorlari orqali sochiladi.

4. Yer nurlanish tufayli har minutda 1 m^2 yuzadan $F=5.4 \text{ kJ}$ energiya yo'qtadi. Absolyut qora jism qanday temperaturada shunday energiyani nurlanganligi tufayli yo'qotar ekan?

5. Quyosh sirtidagi temperaturani $T=6700 \text{ K}$ deb hisoblab, uning $S=1 \text{ m}^2$ yuzasidan

$t=1 \text{ min.}$ da qancha energiya nurlanishini hisoblang. Quyosh absolyut qora jismdek nur chiqaradi deb olinsin.

6. Uy temperaturasi ($t=20^\circ\text{S}$) da radiusi $Q=10 \text{ sm}$ bo'lgan absolyut Qora sharning nurlash quvvati topilsin.

7. Absolyut qora jism temperaturasi $t=127^\circ\text{S}$. Temperatura ko'tarilishi natijasida uning nurlashi 3 marta oshdi. Temperatura qanchaga ko'tarilgan.

8. Nurlanish spektirida energiyaning maksimumga to'g'ri keluvchi to'liqin uzunlik $\lambda_0=0.58$ mkm jismning energetik nurlanish qobiliyati R_e topilsin.

9. Absolyut qora jismga yaqin bo'lgan quyoshni nurlanish spektri, monoxromatik nurlanishini maksimum intensivligi $\lambda_0=0.48$ mkm to'liqin uzunlikga to'g'ri keladi: har sekundda quyosh massasining kamayishi topilsin. Quyosh radiusi $Q=7 \cdot 10^8$ m.

10. Yuzasi $S=100 \text{ sm}^2$ bo'lgan kulrang jism har minutda $\phi=2,0 \cdot 10^4$ Vb energiya nurlatadi. Jism temperaturasi $T=1000$ K. Jismning yutilish koeffesiyenti topilsin.

11. Absolyut qora jismning monoxromatik nurini maksimum intensivligi $\lambda_0=0.6$ mkm to'liqin uzunlikga to'g'ri keladi. Jismning temperaturasi va uning intensivligi topilsin.

12. Absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyati $R_e=10 \text{ kVt/m}^2$ bo'lganda, uning temperaturasi T topilsin.

13. Eritish pechining tirqishidan nurlanish energiya oqimi $F=34$ Vt. Agar tirqish yuzasi $S=6 \text{ sm}^2$ bo'lsa pech temperaturasi topilsin.

14. Agar eritish pechning temperaturasi $T=1.2$ kK bo'lganda yuzasi 8 sm^2 teng ko'rish tirqishdan $t=1$ min. da nurlanayotgan energiya miqdori topilsin.

15. Temperaturasi $T=1000$ K bo'lgan absolyut qora jismning $S=1 \text{ sm}^2$ yuzasidan $t=1$ min. da nurlanish energiyasi hisoblansin.

16. Absolyut qora jism nurlanishning maksimum energiyasi $\lambda=0.6$ mkm to'liqin uzunlikga to'g'ri keladi. Jism temperaturasi T topilsin.

17. Absolyut qora jismning nurlanish spektrini 1 nm ga to'g'ri keluvchi energetik nurlanganligini maksimal spektral zichligi (Q) max hisoblansin. Jism temperaturasi $T=1$ k.

18. Silius yulduzining yuqori qatlamini temperaturasi $T=100000$ K. Uning $S=1 \text{ km}^2$ yuzasidan nurlanayotgan energiya oqimi aniqlansin.

19. Jism temperaturasi radiasion perometr bilan o'lchanganda $T_{\text{rad}}=1.4$ kK ga teng chiqqan, ammo uning haqiqiy temperaturasi $T=3.6$ kK kulrang jismning yutish qobiliyati A topilsin.

20. Agar ko'zga ko'rinuvchi yorug'lik sohasida, absolyut qora jismning monoxromatik nurlanishning intensivlik maksimumi qizil chegaradan (0.76 mkm) binafsha (0.38 mkm) gacha surilsa uning temperaturasi qanchaga o'zgarishi topilsin.

21. Nurlanishi absolyut qora jism nurlanishiga to'g'ri keluvchi quyoshni nur chiqara olish qobiliyatining maksimumi 0.48 mkm to'liqin

uzunlikga to'g'ri keladi. 1 m^2 quyosh sirtidan bir sekundda qanday miqdorida energiya nurlanadi?

22. Ayusolyut qora jismni integral nurlanishning quvvati $5.5 \cdot 10^7$ nurlanishning maksimumi to'g'ri keluvchi to'lqin uzunlik $\lambda = 0.56 \text{ mkm}$ ga teng. Nur chiqarayotgan sirtini yuzasi topilsin.

23. Absolyut qora jism nurlanishning maksimum intensivligi 1.0 mkm to'lqin uzunligi to'g'ri keladi. Agar jismning integral nurlanish intensivligi to'rt marta ortgan bo'lsa, intensivligi maksimumi qanday to'lqin uzunlikka suriladi?

24. Qotayotgan qalay nurlanishning integral intensivligini absolyut qora jism nurlanishning integral intensivligiga nisbati 0.6 . qalayning $S = 1.0 \text{ m}^2$ yuzasidan

1.0 sekundda qancha energiya nurlaydi. Uning temperaturasi 232°S .

25. Absolyut qora jism temperaturasi 2000°K . Agar ikkinchi absolyut qora jismni maksimal nurlanishiga to'g'ri keluvchi to'lqin uzunlik birinchi jismni mos to'lqin uzunligidan 0.5 mkm ga kichik bo'lsa, ikkinchi jismning temperaturasi aniqlansin.

26. Absolyut qora jism temperaturasi 1% ga organda uning nisbiy nurlanish qobiliyati

$\Delta R_e/R_e$ ni olishi topilsin.

27. Absolyut qora jismning qobiliyati ikki marotaba ortishi uchun uning termodinamik temperaturasini necha barobar oshirish kerak?

28. Agar isitgich, yuzasi $S = 1 \text{ m}^2$ bo'lgan tirqishdan quvvati $N = 34.6 \text{ Vt}$ ga teng energiya nurlasa, uning temperaturasi topilsin. Nurlanishni absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.

29. Berilgan temperaturada qotayotgan qo'rg'oshinning energetik yorituvchanligini absolyut qora jismning energetik yorituvchanligiga nisbati $K = 0.6$ ga teng. qo'rg'oshinning energetik yorituvchanligi topilsin.

30. Quvvati 25 vatt bo'lgan elektr lampochka spiralining temperaturasi $T = 2450^\circ\text{K}$. Berilgan temperaturada uning energetik yorituvchanligini absolyut qora jismning energetik yorituvchanligiga nisbati $K = 0.3$. Spiralning nurlovchi yuzasi aniqlansin.

31. Radiasion pirometr orqali o'lchanganda qizil volôram lentasini temperaturasi $T_{\text{rad}} = 2.5 \text{ kK}$ bo'lgan. Volframning yutish qobiliyati chastotaga bog'liq bo'lmasdan $A_t = 0.36$ ga teng. Uning haqiqiy temperaturasi topilsin.

32. Yorqin qizg'ish arktur yulduzining energetik yorituvchanligini spektral zichligi maksimumi $\lambda_0 = 580 \text{ nm}$ to'lqin uzunlikka keladi. Yulduz

absolyut qora jism kabi nur chiqaradi deb hisoblab sirtning temperaturasi topilsin.

33. Absolyut qora jism temperaturasi o'zgarishi natijasida, uning energetik yorituvchanligini spektral zichligi maksimumi $R_1=2400$ nm dan $R_2=800$ nm ga siljiydi. Jismning energetik yorituvchanligi va energetik yorituvchanligining maksimal spektral zichligi qanday va qanchaga o'zgaradi?

34. Yorug'lik kuchi etolonining temperaturasi qolayotgan platinani temperaturasi 1063°S ga teng va u tezlik (hamma to'lqin uzunlikdagi to'lqinlarni nurlovchi) nurlatgich bo'lib, yuzasi $S=0.5305$ mm² ga teng. Nurlatgichning quvvat N topilsin.

35. Atmosfera quyoshdan kelayotgan nurli energiyani 10% yutadi. Yer sirtida $S=0.5$ ga yuza qabul qilayotgan energiya miqdori topilsin. Quyosh gorizont bilan $\varphi=30^\circ$ burchak hosil qiladi. Quyosh nurlanishini absolyut jism nurlanishi deb qaralsin.

36. Temperaturasi odam tanasining temperaturasi $t=37^\circ\text{S}$ ga teng bo'lgan absolyut qora jismni energetik yoritilganligini spektral zichligi maksimumi qanday to'lqin λ uzunlikga to'g'ri keladi?

37. Jism sirti $T=103$ K temperaturagacha qizitilgan. So'ngra, shu sirtni bir yarmi $T=100$ K ga qizdiriladi, ikkinchi yarmi esa $T=100$ K ga sovutiladi. Shu jism sirtining energetik yoritilganligini R_e necha marta o'zgaradi?

38. Qoraytirilgan sharcha $T_1=300$ K dan $T_2=293$ K gacha soviydi. Uning energetik yoritilganlik spektri zichligini maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunlik qanchaga o'zgaradi?

39. Nurlanish tufayli bir yil davomida quyoshning massasi qanchaga kamayadi. Qanday vaqt davomida quyosh massasi ikki marta kamayadi? Quyosh sirtining temperaturasi $T=5800$ K. quyosh nurlanishini o'zgarmas deb hisoblang.

40. Radiusi $R=2$ sm bo'lgan qoraytirilgan sharchani temperaturasini atrofdagi muxit temperaturasidan $T=27$ K ga yuqori ushlab turish unga qanday N quvvat sarflash kerak. Atrofdagi muhitning temperaturasi $T=293$ K. Issiqlik faqat nurlanishga sarflanadi deb hisoblang.

41. Absolyut qora jism $T_1=2900$ K temperaturaga ega. Jismni sovushi natijasida energetik yoritilganlik spektral zichligini maksimum to'lqin uzunligi $\Delta\lambda=9$ mkm ga o'zgaradi. Jismni T_2 temperaturasi topilsin.

42. Yuzasi $S=2 \text{ sm}^2$ bo'lgan qurum sirtidan $T=400 \text{ K}$. Haroratda $t=5 \text{ min}$ vaqt davomida $W=83 \text{ J}$ energiya nurlanmoqda. Qurumning qoralik koeffitsiyenti topilsin.

43. Mufel isitgich $N=1 \text{ kVt}$ Quvvat sarflaydi. $S=25 \text{ sm}^2$ yuzali tirq ish ochiq paytida uning ichki sirtining harorati $T=1.2 \text{ kK}$. Isitgichning tirqish absolyut qora jism kabi nurlaydi deb hisoblab, quvvatning qanday devor orqali sochiladi.

44. Yer harorat $T=280 \text{ k}$ bo'lgan kulrang jism kabi nurlaydi deb hisoblash mumkin. Agar Yer sirtining nurlanilishi $R_e=325 \text{ kJ sm}^2$ soat bo'lsa, uning qoralik koeffitsiyenti topilsin.

45. Biror bir haroratda radiusi $R=10 \text{ sm}$ bo'lgan sharning nurlanishini quvvati $N=1 \text{ kVt}$. Sharni qoralik koeffitsiyenti $a=0.25$ ga teng kulrang jism deb hisoblab, uning harorati T topilsin.

46. Sirt yuzasi $S=200 \text{ sm}^2$ bo'lgan kulrang jism bir sekunda $W=836 \text{ J}$ energiya nurlaydi. Jismni monoxromatik yutish koeffitsiyenti $a=0.73$. Jism harorati topilsin. jism kulrang deyiladi, agar hamma to'lqin uzunliklar uchun uning monoxromatik yutish koeffitsiyenti bir xil bo'lsa.

47. Yer atmosferasi chegarasida quyosh nurlariga perpendikulyar ravishda joylashgan $SQ1 \text{ sm}^2$ yuza, quyoshdan 1 min. davomida 8.36 J energiya qabul qiladi. quyosh radiusi Yerdan $\varphi=15^\circ$ burchak ostida ko'rinmoqda. Nurlanishi o'z spektral tarkibi bo'yicha absolyut nurlanishni integral intensivligi aniqlansin.

48. Absolyut qora jism harorati $T=1000 \text{ K}$. Aniqlang: 1) monoxromatik nurlanish intensivligining maksimumi qanday to'lqin uzunlikga to'g'ri keladi? 2) monoxromatik nurlanishning maksimal intensivligini, 3) integral nurlanishning intensivligini.

49. Elektr lampochkaning volôram spiralini diametri $d=0.3 \text{ mm}$, uzunligi $l=5 \text{ sm}$. Kuchlanishi $U=127 \text{ V}$ bo'lgan tarmoqqa ulanganda, lampochka orqali $I=0.31 \text{ A}$ tok o'tadi. Spiral harorati aniqlansin. Muvozanat o'rnatilgandan so'ng, spiralda ajralayotgan hamma issiqlik nurlanish orqali yo'qoladi. Berilgan haroratda volôram va absolyut qora jismning energetik yorug'lik sochaolish qobiliyatlarini nisbati $k=0.31$.

50. Qizigan metall sirtining nurlanish quvvati $N=0.67 \text{ kVt}$. Sirt harorati $T=2500 \text{ K}$, yuzasi $S=10 \text{ sm}^2$. Agar bu sirt absolyut qora bo'lganda, u qanday nurlanish quvvatiga ega bo'lardi?

Tekshirish uchun savollar

1. Issiqlik nurlanishi nima tufayli vujudga keladi va u qanday xususiyatlarga ega?
2. qanday jism absolyut qora deb ataladi? Uning nurlanishi qanday qonunlar orqali ifodalanadi?
3. Absolyut qora jism nurlanish spektrida energiya qanday, taqsimot funksiya qanday ko‘rinishga ega?
4. Fotoeffekt hodisasi nimadan iborat va u kvant nazariya bo‘yicha qanday tushuntiriladi?
5. Fotoeffekt uchun Stoletov qonuni va Eynshteyn tenglamasi yozilsin.
6. To‘xtatuvchi potensial farqi nima?
7. Kompton effekti nimadan iborat? Tushayotgan nurlanish to‘lqin uzunligini o‘zgarishi qanday aniqlanadi?
8. Nima uchun yorug‘lik nuri sirtga bosim ko‘rsatadi? Bu bosim qanday aniqlanadi?

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

1. Savelev I.V. “Umumiy fizika kursi”. T.2. §§92-98. Toshkent “O‘qituvchi” 1975 y.
2. Детлав А.А. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977, Т.2. § 1-7, §9-1, 2,34.
3. Сивухин Д.В., Общий курс физики, М. Наука, 1983 Т.2. § 40-45.
4. Axmadjonov O. Fizika kursi. Elektr. T., “O‘qituvchi”, 1981.
5. M.Ismoilov, M.YUnusov. Elementar fizika kursi. T., “O‘qituvchi”, 1990
6. G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. II tom. M., “Prosv”.1971.
7. Гершензон Э.М.,Малов Н.Н., Курс общей фзики. Электричество и магнетизм. М., “Просв”,1980.
8. Mirzaxmedov B.M. va boshqalar. Fizika o‘qitish metodikasi kursidan o‘quv eksperimenti. T., “O‘qituvchi”, 1989.

18- MAVZU. KVANT MEXANIKASI VA ATOM FIZIKASI

Kvant fizikasi asoslari

1900-yilda nemis fizigi M.Plank atomlar elektromagnit energiyani alohida porsiyalar-kvantlar shaklida nurlantirishi haqidagi gipotezani ilgari surdi.

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \text{ -kvant energiyasi } h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \text{ -Plank doimiysi}$$

$$\nu - \text{chastota}; c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} - \text{yorug'lik tezligi}$$

Yorug'lik ta'sirida moddadan elektron urib chiqarilishiga fotoeffekt deyiladi. Bu hodisani birinchi bor 1887-yil G.Gers tomonidan ochilgan. So'ngra A.G.Stoletov tomonidan o'rganilgan. Fotoeffekt nazariyasi 1905-yil Eynshteyn yorug'lik faqat nurlanish jarayonida porsiyalab emas, balki tarqalishda va yutilishda ham kvantlar holida bo'ladi degan hulosaga keldi. Shunga ko'ra

$$h\nu = A + \frac{m_0^2 c^2}{2} \text{ -fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi.}$$

$$A = eU \text{ -elektronning metall dan chiqish ishi;}$$

$$\frac{m_0^2 c^2}{2} \text{ -metall dan chiqqan elektronning kinetik energiyasi}$$

$$h\nu \geq A \text{ -fotoeffekt kuzatilishi sharti; } \nu_q \geq \frac{A}{h} \text{ -fotoeffekt qizil chegarasi}$$

U-to'suvchi potensial

Foton. Yorug'lik kvant(zarra)lari **fotonlar** deyiladi.

$$1. \text{Foton energiyasi } E = h\nu = \frac{h\omega}{2\pi}; \quad \hbar = 1.05 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$2. \text{Foton massasi } m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} \text{ . Fotonning tinchlikdagi massasi nolga teng.}$$

$$3. \text{Foton impulsi } p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

l_0 -tinch holatdagi jism uzunligi;

l - v tezlik bilan harakatlanayotgan jismning uzunligi;

Harakatlanuvchi sistemada vaqt o'tishi bilan sekinlashadi.

$$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

t_0 -tinch yurgan sistemada o'tayotgan vaqt;

t-harakatlanayotgan sistemada o'tayotgan vaqt.

Inersial sanoq sistemasiga nisbatan harakatlanayotgan jismning massasi ortadi.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$$

m_0 -tinch turgan jism massasi;

Inersial sanoq sistemasiga nisbatan harakatlanayotgan jismning impulse ortadi.

$$p = m g = \frac{m_0 g}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$$

Tezliklarni o'rganishning relyativistik qonuni

$$g = \frac{g_2 + g_1}{1 + \frac{g_1 g_2}{c^2}} \quad \text{yoki} \quad g_2 = \frac{g - g_1}{1 - \frac{g_1 g}{c^2}}$$

Massa va energiya orasidagi bog'lanish

$E_0 = m_0 c^2$ -jismning tinch holatdagi energiyasi

$E = m c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$ -zarraning to'la energiyasi

$$E_k = E - E_0 = m c^2 - m_0 c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} - 1 \right) \text{ -zarrachaning kinetik}$$

energiyasi

$h\nu = m_0 c^2$; $p = \frac{m_0 c^2}{c} = \frac{h\nu}{c}$ -foton impulsi.

$m_0 = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{p}{c}$ -fotonning massasi.

Jism ΔT -temperaturada qizdirilsa, uning massasi Δm -ga ortadi.

$$W = Q \Rightarrow cm\Delta T = \Delta m c^2 = \lambda m = Lm = mgh = \frac{m g^2}{2} = \frac{kx^2}{2} = qm$$

$$\Delta m = \frac{cm\Delta T}{c^2} = \frac{\lambda m}{c^2} = \frac{Lm}{c^2} = \frac{mgh}{c^2} = \frac{m g^2}{2c^2} = \frac{kx^2}{2c^2}$$

c-solishtirma issiqlik sig'imi

Harakatdagi jism zichligi ortishi

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - \frac{g^2}{c^2}}.$$

Bor postulatları

1. Elektronlar yadro atrofida faqat maxsus statsionar orbitalarda harakatlanadilar. Statsionar orbitalarda electron o'zidan energiya chiqarmaydi va yutmaydi.
2. Elektronlar bir statsionar orbitadan ikkinchisiga o'tganda energiya yutadi yoki chiqaradi.
3. Yutilgan yoki chiqarilgan energiya diskret qiymatlarga ega.

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n \quad h = 6.64 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

ν_{kn} - nurlanib chiqqan yoki yutilgan nur chastotasi

E_k - k statsionar orbitadagi elektron energiyasi;

E_n - n statsionar orbitadagi elektron energiyasi

$$r_n = \frac{nh}{2\pi m v} \text{ - n orbitadagi elektronning aylanish radiusi}$$

Lazerlar

1955-yilda fizikada yangi soha-kvant elektrodinamikasi paydo bo'ldi. Uning rivojlanishi MAZER lar deb ataluvchi kvant generatorlarining yaratilishiga olib keldi. MAZER inglizcha (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) degan so'zidan olingan bo'lib, majburiy nurlanish yordamida mikroto'lqinlarni kuchaytirish degan ma'noni anglatadi.

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

1. α - yemirilish ${}_Z^X \rightarrow \text{Yadro } 2e \text{ ga teng musbat zaryadni yo'qotadi.}$ Massasi 4 atom massa birligiga kamayadi. Natijada element davriy sistemada bitta katak orqaga siljiydi.
2. β - yemirilish. yadro zaryadi $1e$ musbat zaryadga ortadi, massasi o'zgarmaydi. Natijada element davriy sistemada bitta katak orqaga siljiydi.
3. γ - yemirilish. Yadro zaryadi va massasini o'zgartirmaydi.

Radioaktiv yemirilish qonuni. Radioaktiv moddada atomlar yadrolarining teng yarim yemiriladigan vaqtga yarim yemirilish davri deyiladi.

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

Masalalarni yechish uchun uslubiy ko'rsatmalar

Bu bo'lim masalalarini yechayotganda kvant mexanikasida har bir zarrachaga ma'lum to'liq funksiyasi bilan yoziladigan to'liq mos kelishini va uni to'liq uzunligi De-Broyl formulasi orqali topilishini nazarda tutmoq darkor. De-Broyl to'liq uzunligi zarrachani impulsiga bog'likdir, shuning uchun hisoblashlarda zarrachani tezligini topishga e'tibor berish kerak. Harakat tezligi kichik bo'lganda zarrachani impulsini klassik mexanika qonunlaridan foydalanib topish mumkin, katta tezliklarda esa, relyativistik effekt, ya'ni massasi tezlikka bog'liqligidan foydalanish kerak. De-Broyl to'liqlarida ham hamma to'liqlar kabi interferensiya hodisalarini kuzatilishi kerak. Bu hodisalar oldingi bo'limlarda ko'rilgan.

Geyzenberg noaniqliklar munosabatlari faqat juft kattaliklar uchun o'rinli bo'lib, zarrachani impulsi bilan koordinatlarni yoki zarrachani energiyasi bilan shu energetik holatda bo'lish vaqtlarini aniqlashni chegaralaydi.

Mikrozarrachalarni holatini Shredinger tenglamasini yechimi orqali ifodalovchi to'liq funksiyasi statik ma'noga egadir ya'ni to'liq funksiyasining kvadrati zarrachani shu holatda bo'lish ehtimolligini ifoda etadi. To'liq funksiyasining ko'rinishi zarracha harakatlanayotgan potensial maydon shakliga bog'liqdir. Chunki to'liq funksiyasi zarrachani impulsiga va bu esa zarrachaning kinetik energiyasi bilan bog'liqdir. Bu yerda zarrachani kinetik energiyasi zarracha to'la energiyasidan maydonni ko'rilayotgan nuqtasidagi potensial energiya qiymatini ayirmasidan topiladi. Mikrozarrachani potensial o'radagi harakatini misoli qilib elektronni atomdagi harakatini olishimiz mumkin. Shredinger tenglamasini vodorod atomi uchun yechimi Bor nazariyasida topgan natijalar bilan bir xildir. Lekin ko'p elektronli atomlar uchun Bor nazariyasini qo'llab bo'lmaydi. Atomdagi elektronni to'liq funksiyasi uchta fizikaviy harakteristikasiga (energiya, orbita impuls momenti va spin xususiy impuls momenti) bog'liq bo'lib, bu to'rtta kvant soni orqali yoziladi. Ko'p elektronli atomlarda elektron Pauli prinsipiga bo'ysinadi.

Masalalarni yechish namunalari

1-masala.

Boshlang'ich tezligini e'tiborga olmasa bo'ladigan elektron tezlashtiruvchi U potensial farqidan o'tdi. Ikki xil hol uchun De-Broyl to'liq uzunligi hisbolansin.

1) $U_1=51$ V; 2) $U_2=510$ keV

Yechilishi: De-Broyl to'liqin uzunligi zarrachani impulsiga bog'liqdir.

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (1)$$

Bu yerda h - Plank doimiyliigi.

Agarda zarrachani mexanik energiyasi ma'lum bo'lsa uni impulsini topish mumkin. Impulsni kinetik energiya bilan bog'lanishi norelyativistik va relyativistik holatlar uchun har xil ko'rinishdadir.

Norelyativistik hol uchun

$$P = \sqrt{2m_0W_k} \quad (2)$$

bu yerda m_0 - zaryachaning tinch holatdagi massasi.

Relyativistik hol uchun

$$P = \frac{1}{c} \sqrt{(2W_0 + W_k)W_k} \quad (3)$$

bu yerda W_0 - zarrachani tinch holatdagi massasi.

(2) va (3) formulalarni nazarda tutib norelyativistik holat uchun:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0W_k}} \quad (4)$$

Relyativistik hol uchun

$$\lambda = \frac{h}{\frac{1}{c} \sqrt{(2W_0 + W_k)W_k}} \quad (5)$$

Potensiallari $U_1=51$ V va $U_2=510$ kV bo'lgan maydondan o'tgan elektronlarni kinetik energiyalarini elektronni tinch holatdagi massasi bilan taqqoslab (4) yoki (5) formuladan foydalanishni topamiz va De-Broyl to'liqinini uzunligini hisoblaymiz.

Potensiallar farqi U bo'lgan maydondan o'tgan elektronning kinetik energiyasi.

Birinchi holda $W_1=eU_1=51 \text{ eV} = 0.51 \cdot 10^{-4}$ Mev bu energiya elektronni tinch holdagi energiyasi $E_0=m_0C^2=0.51$ Mev dan juda kichikdir, demak bu holda (4) formulani qo'llash mumkin.

Masalani biroz soddalashtirish uchun $W=10^{-4}m_0C^2$ deb olamiz. (4) formulaga qo'yib

$$\lambda_1 = \frac{h}{\sqrt{2m_0 \cdot 10^{-4} \cdot m \cdot c^2}} = \frac{10^2 h}{\sqrt{2m_0} C}$$

Bu yerda $\frac{h}{m_0c}$ kompton to'liqin uzunligi λ dir, demak $\lambda_1 = \left(\frac{10^2}{\sqrt{2}}\right)\lambda$ lekin

$\lambda=0,00243$ NM,

$$\lambda_1 = \frac{10^2}{2} \cdot 0.00243 \text{ nm} = 0.171 \text{ nm}$$

Ikkinchi holda kinetik energiya

$$W_2 = eU_2 = 510 \text{ keV} = 0.51 \text{ MeV},$$

Ya'ni elektronni tinch holatdagi energiyasiga teng. Demak bu holda relyativistik (5) formuladan foydalanish kerak. Bunda $W_2 = 0.51 \text{ MeV} = m_0 c^2$ ligidan foydalanib (5) formuladan

$$\lambda_1 = \frac{h}{\frac{2}{c} \sqrt{(2m_0 c^2 + m_0 c^2) m_0 c^2}} = \frac{h \cdot c}{\sqrt{3} m_0 c^2}$$

yoki $\lambda_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \lambda$

$$\lambda\text{-ni qiymatini qo'yib. } \lambda_2 = \frac{0.00243}{3} \text{ nm} = 0.0014 \text{ nm}$$

2-masala.

Vodorod atomida elektronning kinetik energiyasi $W_k = 10 \text{ eV}$ ga teng. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib atomni eng kichik (minimal) o'lchamlarini hisoblang.

Yechilishi: Koordinata va impuls uchun noaniqliklar munosabatlari:

$$\Delta x \Delta P \geq \hbar \quad (1)$$

bu yerda Δx - zarrachani koordinatasini noaniqlikligi ΔP - zarrachani impulsini noaniqlikligi:

$\hbar$ - Plank doimiysini 2π ga nisbati.

Noaniqliklar munosabatidan chiqadigan xulosa shundan iboratki bunda fazoda zarrachani o'rnini qanchalik aniqlamoqchi bo'lsak, uning impulsini shunchalik aniqlash qiyin bo'ladi, o'z navbatida energiya va vaqt ham shundaydir. Atomni chiziqli o'lchamlari l ga teng bo'lsin, bunda elektron $\Delta x = \frac{l}{2}$ o'lchamidagi noaniqlikka ega bo'ladi.

Bu holda noaniqliklar munosabati (1) quyidagicha ko'rinishda bo'ladi.

$$\frac{l}{2} \cdot \Delta P_x \geq \hbar \quad (2)$$

bunda

$$\frac{l}{2} \geq \frac{\hbar}{\Delta P_x} \quad (3)$$

ΔP_x impuls noaniqlikligi impuls P qiymatidan katta bo'lmasligi kerak, ya'ni $\Delta P_x \ll P$ Impuls P kinetik energiya W_k bilan quyidagicha bog'langan

$$P = \sqrt{2mW_k}$$

$\Delta P_{x_{HH}} = \sqrt{2mW_k}$ bilan almashtiramiz (bunda l ni Qiymati o'zgarmaydi).
Noaniqlikdan tenglikka o'tib

$$\ell_{\min} = \frac{2\hbar}{\sqrt{2mW_k}}$$

Son qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblaymiz

$$\ell_{\min} = \frac{2 \cdot 1.05 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^7}} = 1.24 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

3-masala.

$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi}{\ell} x$ to'liqin funksiyasi, cheksiz chuqur bo'lgan va

kengligi l ga teng bo'lgan potensial o'radagi zarrachani holatini aniqlaydi. Zarrachani $\Delta l = 0,01 l$ intervaldagi bo'lish ehtimolligini ikki xil hol uchun toping: 1) potensial o'rani devori yaqinida ($0 \leq x \leq \Delta l$): 2) potensial o'rani o'rta qismida

$$\frac{\ell}{2} = \frac{\Delta \ell}{2} \leq x \leq \frac{\ell}{2} + \frac{\Delta \ell}{2}$$

Yechilishi: Zarrachani dx (x dan $x+dx$ gacha) intervalda topish ehtimoli to'liqin fuyeksiyasining kvadratiga proporsionaldir, ya'ni

$$d\omega = |\psi(x)|^2 dx$$

Birinchi holda topilishi kerak bo'lgan ehtimollik 0 dan $0.01 l$ gacha bo'lgan chegarada integrallash yo'li bilan topiladi.

$$\omega = \frac{2}{\ell} \int_0^{0,01\ell} \sin^2 \frac{\pi}{\ell} x dx \quad (1)$$

Bu yerda ψ - funksiya kompleks bo'lmaganligi uchun moduli bo'yicha olinmayapti, ya'ni modul tushirib qoldirilgan.

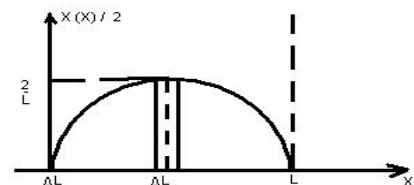
X ning o'zgarish soxasi ($0 \leq x \leq 0.01 l$) bo'lgani uchun, ya'ni $\frac{\pi}{\ell} x \ll 1$ bo'lgani uchun quyidagi kattalik o'rinlidir

bu ifodani nazarda tutsak (1) formulamiz quyidagi ko'rinishga keladi

$$\omega = \frac{2}{\ell} \int_0^{0,01\ell} \left(\frac{\pi}{\ell} x \right)^2 dx = \frac{2\pi^2}{\ell^3} \int_0^{0,01\ell} x^2 dx$$

integrallasak. $\omega = \frac{2\pi^2}{3} \cdot 10^{-6} = 6.6 \cdot 10^{-6}$

Ikkinchi holda integrallamasak ham bo'ladi, chunki funksiyaning modulini kvadrati funksiyaning maksimumi yaqinida berilgan intervalda (



IQ0.01 l) o'zgarishdan qoladi. Bu holda qidirilayotgan ehtimollik

$$\omega = \left| \psi\left(\frac{\ell}{2}\right) \right|^2 \Delta x$$

$$\text{yoki } \omega = \frac{2}{\ell} \sin\left(\frac{\pi}{\ell} \cdot \frac{\ell}{2}\right)^2 \cdot \Delta \ell = \frac{2}{\ell} \cdot 0.01\ell = 0.02$$

4-masala.

Vodorod atomidagi elektron 4-energetik satxdan 2-energetik satxga o'tdi. 1) Bunda atomdan chiqqan fotonning energiyasini toping, 2) Vodorod atomini orbital magnit momentini o'zgarishini toping.

Yechilishi: 1) Fotonning energiyasini topish uchun to'lqin uzunligini topamiz kerak buni esa vodorodga o'xshash atomlar uchun formuladan foydalanamiz:

$$\frac{1}{\lambda} = RZ^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (1)$$

bu yerda λ - fotonning to'lqin uzunligi

R- Ridberg doimiyligi

Z - Nisbiy birliklarda yadroni zaryadi
(vodorod uchun ZQ1)

n_1 - Elektron o'tgan orbitani nomeri

n_2 - Elektron qaysi orbitadan o'tgan, orbitasini nomeri.

Fotonning energiyasi W- quyidagi formula orqali topiladi

$$W = \frac{hc}{\lambda}$$

(1) formulani har ikki tomonini (hc) ga ko'paytirib foton energiyasini topamiz:

$$W = RhcZ^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Rhc - kattalik vodorod atomini ionlashtirish I_0 qiymatini beradi demak

$$W = I_0 Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

hisoblashni sistemaga kirmagan o'lchov birligida bajaramiz bunda: $I_0=13.6\text{eV}$ ga teng. $z=1$ (vodorod atomini zaryadi nisbiy zaryadni o'lchov birligi elektron zaryadiga tengdir va u 1 ga teng)

$$n_1=2; \quad n_2=4$$

$$\text{demak } W = 13.6 \cdot 1^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) \text{eV} = 13.6 \cdot \frac{3}{6} = 2.55\text{eV}$$

2) orbital magnit momentini uni orbital impuls momenti L bilan bogʻlanishi orqali yaʼni giromagnetik nisbat orqali topish mumkin,

yaʼni
$$\Gamma = \frac{P_m}{L} = \frac{\ell}{2m}$$

bu yerda e - elektronning zaryadi, m - uning massasi. Bu yerdan

$$P_m = L = \frac{\ell}{2m} \quad (2)$$

Orbital impuls momenti L Borning P-postulatidan topiladi, yaʼni impuls momenti Plank doimiyligiga karrali boʻladi:

$$L = \hbar \cdot n$$

bu ifodani (2) ga qoʻyib

$$P_m = \frac{\ell}{2m} \hbar \cdot n$$

yoki $P_m = \mu_0 n$: bu yerda μ_0 - Bor magnetoni orbital magnit momentini oʻzgarishini ($n_2=4$) va ($n_1=2$) satxlar orasidagi farq deb olamiz:

$$\Delta P_m = P_{m2} - P_{m1} = \mu_0 n_2 - \mu_0 n_1 = \mu_0 (n_2 - n_1)$$

Bor magnetoni $\mu_0 = 0.927 \cdot 10^{-23}$ J/Tl ni va boshqa son qiymatlarini qoʻyib

$$\Delta P_m = 0.927 \cdot 10^{-23} (4-2) = 1.854 \cdot 10^{-23} \text{ J/Tl.}$$

Mavzuga oid topshiriqlar

1. Potensiallar farqi: 1) 200 V; 2) 100 kV boʻlgan maydondan oʻtgan λ -zarrachalarni De-Broyl toʻlqin uzunligi topilsin.

2. Kinetik energiyasi $W_k = 1$ eV boʻlgan elektronni De-Broyl toʻlqin uzunligi topilsin.

3. Rentgen nurini qisqa toʻlqin uzunligini $\lambda = 0.2 \cdot 10^{-10}$ m. Antikatodga urilayotgan elektronlarning De-Broyl toʻlqin uzunligi topilsin.

4. Elektronning tezligi $v = 0.8$ m/s. Elektronni De-Broyl toʻlqin uzunligi topilsin.

5. Elektronni De-Broyl toʻlqin uzunligi $\lambda = 1.3$ nm. Elektronni tezligini toping.

6. Elektronni De-Broyl toʻlqin uzunligi 1 nm dan 0.5 nm gacha kamaydi. Elektronni energiyasi qanchaga oʻzgardi.

7. Qoʻzgʻatilgan vodorod atomining energiyasi 0.85 eV. Shu orbitadagi elektronni De-Broyl toʻlqin uzunlii topilsin.

8. Vodorod atomida ikkinchi Bor orbitasida turgan elektronning De-Broyl toʻlqin uzunligi topilsin. Orbitani radiusi 0.212 nm.

9. Elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi $0.5 \text{ \AA}$ ga teng. Elektroni qanday tezlashtiruvchi potensialni o'tganligi topilsin.

10. Elektronning kinetik energiyasi $W=0.51 \text{ MeV}$. Agarda elektronning kinetik energiyasi ikki marta ortsa De-Broyl to'liqin uzunligi necha marta o'zgaradi.

11. De-Broyl to'liqin uzunligi kompton to'liqin uzunligiga teng bo'lsa. Elektronning kinetik energiyasi topilsin.

12. Bir xil tezlashtiruvchi potensial $U=100 \text{ V}$ dan o'tgan elektron va protonning De-Broyl to'liqin uzunliklari topilsin.

13. Elektron $W=100 \text{ eV}$ kinetik energiyaga ega. De-Broyl to'liqin uzunligi ikki marta kamayishi uchun kerak bo'lgan kinetik energiya miqdori topilsin.

14. Massasi $m=1 \text{ g}$ va tezligi $v=10 \text{ m/s}$ bo'lgan zarrachani De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. Bu holda zarrachani to'liqin xususiyatlarini e'tiborga olish kerakmi yoki yo'qmi.

15. Elektronni kinetik energiyasi uning tinch holatdagi energiyasini ikkilanganligiga teng ($W_k=2m_0c^2$). Shunday elektron uchun De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.

16. Katta tezlik bilan harakat qilayotgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi $\lambda=1.21 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ bo'lsa uning massasi topilsin.

17. Tezlashtirilgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi $\lambda=1.2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Elektronni shunday tezlashtirish uchun zarur bo'lgan potentsiallar farqi va impulsi (harakat miqdori) topilsin. Elektron massasini tezlikka bog'liqligi e'tiborga olinsin.

18. 6000 m/s tezlik bilan harakat qilayotgan elektron bo'ylama tezlashtiruvchi va kuchlanganligi 500 Vm bo'lgan bir jinsli maydonga kirdi. Elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi 1 m ga teng bo'lishi uchun elektron maydonda qancha masofaga boradi?

19. Elektron radiusi 0.5 sm bo'lgan aylana bo'ylab kuchlanganligi $3.3 \cdot 10^3 \text{ A/m}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida aylanmoqda. Tezlikni o'zgarishi bilan massa o'zgarishini e'tiborga olmasdan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.

20. Kinetik energiyasi $W=13.6 \text{ eV}$ (vodorod atomining ionlashish energiyasi) bo'lgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. Topilgan λ to'liqin uzunligini vodorod atomining diametri bilan solishtiring. Elektronning vodorod atomidagi harakatida uni to'liqin xususiyatlarini e'tiborga olish kerakmi, yo'qmi? Vodorod atomining diametrini ikkilangan Bor radiusi deb olinsin.

21. α - zarrachalarning yadrodan sochilishi (Rezerford tajribalari) tekshirishda mo'ljallagan masofani taxminan $d \approx 0.1$ nm. Bu tajribada α - zarrachalarning to'liqin xususiyatlari e'tiborga olinmagan. α - Zarrachalarning energiyasi $W = 7.7 \text{ MeV}$ bo'lsa shu muloxaza to'g'ri bo'ladimi?

22. 300° K temperaturada o'rtacha arifmetik tezlikka ega bo'lgan vodorod atomi uchun De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.

23. Kinetik energiyasi elektronning tinch holatidagi energiyasiga teng bo'lgan hol uchun protonning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. Tezlikni ortishi bilan massasni o'zgarishi e'tiborga olinmasin.

24. De-Broyl to'liqin uzunligi huddi $T = 0^\circ \text{ C}$ bo'lganda neytronning o'rtacha arifmetik tezligi kabi bo'lgan elektronning tezligi topilsin.

25. Massasi tinch holatdagi massadan 1% farq qilishi ma'lum bo'lgan harakatlanayotgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.

26. De-Broyl to'liqin uzunligi Nuklonning o'lchami bilan bir xil, $d = 10^{-15}$ m bo'lgan protonning kinetik energiyasi (MeV) larda qanday bo'lishi kerak? Proton massasini tezlikkaga bog'liqligi e'tiborga olinsin.

27. Zaryadlangan zarrachaning tezligi yorug'lik tezligini 0.8 ga va De-Broyl to'liqin uzunligi $\lambda = 10^{-15}$ m teng. Uning tinch holatdagi massasi topilsin. U qanday zarracha?

28. Qo'zg'atilmagan vodorod atomida elektronni radiusi $r = 0.053$ nm. Bor nazariyasidan foydalanib birinchi orbitada harakatlanayotgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi va uning chiziqli tezligini toping.

29. Elektron nur dastasi $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida monokristallning tabiiy qirradi yuzasiga tushmoqda. Kristallning panjara doimiysi $d = 0.24$ nm. Tushish burchagiga teng bo'lgandagi qaytish burchagida elektronning maksimal sochilishi qanday (minimal) eng kichik tezshaltiruvchi potensialda sodir bo'ladi? (Elektronning tezligi ortganda massasini o'zgarishi e'tiborga olinmasin).

30. Nikel kristallini sirtiga $\alpha = 60^\circ$ burchak ostida bir-biriga parallel bo'lgan elektron nur dastasi tushmoqda. Agarda birinchi tartibli interferension qaytish hosil bo'layotgan bo'lsa, tushayotgan elektronlarning tezligini toping. Kristallning panjara doimiysi $d = 0.24$ nm. (Elektron massasini tezlikka qarab o'zgarishi e'tiborga olinmasin).

31. Issiqlik neytronlari ($T = 300 \text{ K}$) uchun De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. neytronning kristall bilan ta'sirlashishida to'liqin xususiyatlari e'tiborga olish kerakmi? Kristallda atomlar orasidagi masofa $d = 0.5$ nm.

32. Kislorod molekullari va radiusi $r=0,1$ mkm va zichligi $\rho=2000$ kg/ m³ bo'lgan zarrachalarning De-Broyl to'lqin uzunligi $\lambda=100$ nm bo'lsa bu molekula va zarrachadagi elektronning kinetik energiyasi topilsin.

33. Potensiallar farqi $U=40$ kV bo'lgan trubkada hosil bo'ladigan rentgen nurlarining to'lqin uzunligi De-Broyl to'lqin uzunligiga teng bo'lgan protonning kinetik energiyasi topilsin.

34. Elektron nur dastasi nikel monokristalini sirtiga normal ravishda tushmoqda. Kristall sitriga o'tkazilgan normal bilan $\theta=55^\circ$ hosil qilgan burchakda elektronlarning tezligi

$v=8$ Mm/s bo'lgan qaytgan elektronning to'rtinchi tartibli maksimumi kuzatilmoqda. Bu qaytishga mos keluvchi tekisliklar orasidagi masofa topilsin.

35. $U=10$ kV tezlashtiruvchi potensialdan o'tgan ingichka elektron nur dastasi yupqa polikristall alyumin folgadan o'tib ekranga difraksion manzarani hosil qilgan. Kristall sitridan qaytgan uchinchi tartib radiusi $r=1.6$ sm halqaga mos keladi. Folgadan elektrongacha bo'lgan masofa $l=10$ sm. alyuminning kristall panjara doimiysi d - topilsin.

36. Ingichka neytron nur dastasi alyumin monokristallini tabiiy qirrasiga $\theta=5^\circ$ burchak ostida tushmoqda. Shu qirraga parallel bo'lgan atom tekisliklarini orasidagi masofa $d=0.20$ nm. Shu yo'nalishda birinchi tartibli maksimum hosil qiluvchi neytronlarning energiyasi hisoblansin.

37. Eni $a=1$ mkm bo'lgan ingichka tirqishga tezligi $v=3.65$ Mkm/s parallel elektron nur dastasi yo'naltirilgan. Elektronni to'lqin xususiyatlarini nazarda tutib. Difraksion manzarada birinchi tartibli ikkita maksimum orasidagi masofa X - topilsin. Tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa $L=10$ sm.

38. Kengligi $v=0.10$ mm bo'lgan to'g'ri burchakli ingichka tirqishga diafragramaga normal yo'nalishda monoenergiyali elektronlar nur dastasi tushmoqda. Tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa $l=50$ sm va markaziy difraksion manzaraning kengligi $x=8.0$ mkm bo'lsa, elektronlarning tezligi topilsin.

39. Potensiallar farqi $U=25$ V gacha tezlashtirilgan parallel elektron nur dastasi ikki tirqishli to'g'ri burchakli diafragramaga tushmoqda. Tirqishlar orasidagi masofa $d=50$ mkm. Tirqishdan $l=100$ sm masofa bo'lgan ekranda hosil bo'ladigan difraksion maksimumlar orasidagi masofa x - topilsin.

40. Bir karra ionlashtirilgan, qo'zg'atilgan geliy atomining uchinchi orbitasida nechta De-Broyl to'liq uzunligi joylashadi?

41. Geyzenbergning noaniqliklar munosabtlaridan foydalanib elektron va protonni tezliklarini aniqlashda eng kichik qiladigan xatolikni baholang. Bunda bu zarrachalarni massalari markazlarining koordinatalari $\Delta x = 1$ mkm noaniqlik bilan aniqlik bilan aniqlanishini e'tiborga oling.

42. Vodorod atomida $v = 2 \cdot 10^6$ m/s bilan harakatlanayotgan elektronni, agarda tezlikni noaniqligi $\Delta v = 0.1$ v bo'lsa, uning koordinatasini noaniqligi Δx topilsin. topilgan noaniqlikni, Bor nazariyasi orqali vodorod atomini asosiy holati uchun topilgan diametr d bilan solishtiring. Bu holda traektoriya mantiqqa egami yoki ega emasmi.

43. Kinetik energiyasi $W_k = 10$ eV elektron diametri $d = 1$ mkm bo'lgan zarracha ichidadir. Elektronning nisbiy tezlikni noaniqligini baholang.

44. Harakatlanuvchi zarrachaning koordinatasini noaniqligi De-Broyl to'liq uzunligiga teng deb olinsa, bunda impulning nisbiy noaniqligi $\frac{\Delta P_\kappa}{P_\kappa}$ qanday bo'ladi?

45. Elektron kengligi $l = 0.2$ nm bo'lgan potensial o'rada turibdi. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib elektronni shu potensial o'rada oladigan eng kam energiyasini baholang.

46. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib vodorod atomidagi elektronni eng past energetik sathini baholang. Atom diametrini $d = 0.1$ nm deb oling.

47. Noaniqlik munosabati bilan foydalanib elektron va protoni impulnini aniqlashdagi eng kichik xato ΔP ni baholang. Bunda massalar koordinatlari $\Delta x \pm 0.01$ mm noaniqlik bilan belgilangan.

48. Qo'zg'atilgan atomning yashash vaqti $\tau = 1$ ns, to'liq uzunligi $\lambda = 0.1$ nm. Nurlanish energiyasini eng katta aniqligi (ΔE) qanday bo'ladi?

49. Atom to'liq uzunligi $\lambda = 800$ nm bo'lgan foton chiqarmoqda. Nurlanish davomliligi $\tau = 10$ ns. Nurlanishning to'liq uzunligini qanday aniqlik ($\Delta \lambda$) bilan aniqlash mumkin?

50. Elektronning potensial o'radagi eng minimal energiyasi $W_{\min} = 10$ eV. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib bir o'lchamli potensial o'rani kengligi l ni toping.

Tekshirish uchun savollar

1. Vodorod atomi spektrida qanday qonuniyatlar kuzatiladi? Formulasini umumiy ko‘rinishi qanday ko‘rinishda?

2. Rezerfordning atom modeli qandaydir? Bu modelni klassik elektrodinamika bilan mos kelmaydigan soxasi nimada?

3. Bor postulatlarini tushuntiring. Vodorod atomi uchun Bor nazariyasi. Bu nazariyani kamchiliklari nimada?

4. De-Broyl gipotezasi nima? De-Broyl to‘lqin uzunligi qanday topiladi? Zaryadlangan zarrachalarni kvantomexanik tushunchalari klassik tushunchalardan qanday farq qiladi? De-Broyl to‘lqinini ma’nosi nimada?

5. Geyzenberg noaniqliklari munosabati nima? Zarrachalarning impulsi va koordinatasi hamda energiya va vaqt oralaridagi bog‘lanish noaniqliklar munosabatlarida qanday bo‘ladi?

6. To‘lqin funksiyasi nima? To‘lqin funksiyasini fizik ma’nosi qanday? Qanday tenglama yechimini beradi? Erkin zarracha uchun Shredinger tenglamasi qanday yoziladi?

7. Cheksiz chuqur potensial o‘radagi mikrozarra uchun Shredinger tenglamasini yozing. Mikrozarrahaning energiyasi impulsi va to‘lsin sonini kvantlanish qoidasini tushuntiring.

8. Chuqurligi chekli bo‘lgan potensial o‘ra uchun Shredinger tenglamasini yozing. Agarda mikrozarrahaning energiyasi potensial o‘rani balandligidan kichik bo‘lsa, mikrozarrahaning to‘lqin funksiyasi potensial o‘ra chegarasida va potensial o‘ra ustida qanday ko‘rinishga ega bo‘ladi? Mikrozarrahaning energiyasi potensial o‘ra balandligidan katta bo‘lsa, bu funktsiya qanday ko‘rinishda bo‘ladi?

9. Potensial baryerni shaffofligi nimadir? Tunel effektini tushuntiring?

10. Vodorod atomidagi elektron uchun Shredinger tenglamasini yozing. Elektronning to‘lqin funksiyasi qanday fizikaviy tushunchalarga bog‘liq. Energiyani va impuls momentini kvantlanish qoidalariga bog‘lik. Energiyani va impuls momentini kvantlanish qoidasi qanday ko‘rinishda yoziladi? Elektronni spini nima? Kvant sonlarini fizik ma’nosini tushuntiring?

11. Ko‘p elektronli atomlarda elektronlar energetik sathlar bo‘yicha qanday taqsimlangan? Pauli prinsipini ta’riflang va tushuntiring.

FOYDALANISH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN ADABIYOTLAR

- 1.I.V. Savelev. “Umumiy fizika kursi”. T.2. §§92-98. Toshkent “O‘qituvchi” 1975 y.
- 2.A.A. Детлав. Яворский Б.М., Милковская Л.Б., Курс физики. М. Высшая школа, 1977, Т.2. § 1-7, §9-1, 2,34.
3. Д.В Сивухин. Общий курс физики, М. Наука, 1983 Т.2. § 40-45.
4. O.Axmadjonov. Fizika kursi. Elektr. T., “O‘qituvchi”, 1981.
5. M.Ismoilov, M.YUnusov. Elementar fizika kursi. T., “O‘qituvchi”, 1990
- 6.G.S.Landsberg tahriri ostida. Elementar fizika kursi. II tom. M., “Prosv”.1971.
- 7.Э.М. Гершензон, Н.Н. Малов. Курс общей физики. Электричество и магнетизм. М., “Просв”,1980.
8. B.M.Mirzaxmedov va boshqalar. Fizika o‘qitish metodikasi kursidan o‘quv eksperimenti. T., “O‘qituvchi”, 1989.
- 9.A.Mustafaqulov va boshqalar Elektrotexnika materiallari.O‘quv qo‘llanma.Toshkent «Turon-Iqbol» nashryoti-2015.

MUNDARIJA

	Soʻz boshi.....	4
1-mavzu	Moddiy nuqta kinematikasi.....	6
2-mavzu	Moddiy nuqta dinamikasi.....	26
3-mavzu	Tabiatda kuchlar. Butun olam tortishish qonuni.....	34
4-mavzu	Mexanik ish va quvvat. Kuch momenti va inersiya momenti.....	38
5-mavzu	Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi. Oʻrtacha kvadratik tezlik.....	46
6-mavzu	Ideal gaz holat tenglamasi. Izojarayonlar.....	57
7-mavzu	Koʻchish hodisalari. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.....	71
8-mavzu	Jismlarning elektrlanishi.....	84
9-mavzu	Elektr maydonida oʻtkazgich va dielektriklar.....	100
10-mavzu	Oʻzgarmas elektr toki.....	115
11-mavzu	Elektromagnitizm. Bio-Savar-Laplas qonuni. Amper va Lorens kuchi	132
12-mavzu	Magnit oqimi. Elektromagnit induksiya qonuni	152
13-mavzu	Xususiy mexanik tebranishlar.....	171
14-mavzu	Mexanik va elektromagnit tebranishlar.....	185
15-mavzu	Mexanik va elektromagnit toʻlqinlar.....	199
16-mavzu	Toʻlqin optikasi.....	209
17-mavzu	Yorugʻlikning xususiyatlari.....	223
18-mavzu	Kvant mexanikasi va atom fizikasi.....	132
	Mundarija.....	247

A.A.Mustafaqulov, S.O. Eshbekova

N.M. Jo'rayeva, J. K. Ibragimov

**UMUMIY FIZIKA FANIDAN AMALIY MASHG'ULOTLAR
UCHUN O'QUV QO'LLANMA**

Muharrir F. Muhammadiyeva

Sahifalovchi A. Ergashev

Nashriyot litsenziyasi: AI 009 20.07.2018.

Bosishga ruxsat etildi 27.09.2019. Format 60x84 1/16.

Garnitura Times. Ofset qog'ozi. Rizograf bosma usuli

Shartli bosma tabog'i 15,4 Nashr bosma tabog'i 26

Adadi 100. Buyurtma № U/