

53/07)

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

Z.KARIMOV, X.BAXRONOV

***UMUMIY FIZIKA KURSIDAN
MASALALAR TO'PLAMI***

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi oliy o'quv yurtlararo ilmiy-uslubiy birlashmasi
faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengash tomonidan o'quv
qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.**

Toshkent-2008

53 (025)
72-25

53 (025)

OO'MTV №51-buyruq 28.02.2008y.

UDK 353(04)

Ushbu o'quv qo'llanma Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan fan dasturi asosida yozilgan bo'lib, texnik oliy o'quv yurtlari, TIMI va qishloq xo'jaligi institutlari talabalari, o'qituvchilari uchun mo'ljallangan. Unda umumiy fizika kursining bo'limlariga tegishli qisqacha nazariy ma'lumotlar, masalalarni yechish namunalari, masalalar shartlari va masala yechishda kerak bo'ladigan kattaliklar berilgan.

Данное учебное пособие подготовлено на основе программы утвержденной Министерством высшего и средне-специального образования Р.Уз.. Рассчитано для студентов ТИИМ, сельскохозяйственных и технических вузов, а также для преподавателей.

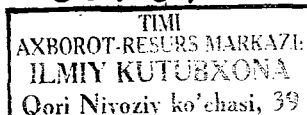
Содержит краткое теоретическую часть по разделам общего курса физики, примеры решения задач, условия задач, а также справочные данные.

Given educational grants is prepared on the basis of the program confirmed by the ministry of the Department Supreme and Medium-special Education R.Uz, also it is calculated for students TIMI, agricultural and technical high schools, and also for teachers. Contains brief theoretical part on sections to the common rate of physics, examples of solve the tasks, conditions of tasks, and also help data.

Professor G.I. Muhamedov tahriri ostida

Taqrizchilar: fiz.-mat. f. d., professor U. Abdurahmonov
fiz.-mat. f. n., dotsent M. Qurbonov
fiz.-mat. f. n., dotsent K. Q. Zokirov

©Тошкент ирригация ва мелиорация институти. Тошкент 2008 й.



SO'Z BOSHI

Fizika fanidan masalalar yechish, fizika fanini chuqur o'zlashtirish uchun amaliy mashg'ulotlardan biri bo'lib hisoblanadi. Bu esa talabalarni mustaqil ishlashga, bo'lib o'tayotgan hodisalarni tahlil qilishga va umumiy xulosa chiqarishga undaydi. Shu sababli, ushbu o'quv qo'llanmaning asosiy maqsadi, oliy bilimgohimizda o'qiydigan talabalar uchun fizika fanini o'rganishda yordam berishdir. Ma'lumki, ma'ruzalar o'qilganidan so'ng, ularga o'tilgan ma'ruza mavzularini yanada singdirish uchun hamda fanni chuqurroq o'zlashtirish uchun, fizika kursidan laboratoriya va sinov ishlarini bajarishda yengillik yaratish maqsadida, qo'llanmadagi masalalarni yechish namunalari, yechishda kerak bo'ladigan asosiy fizik formulalar hamda ba'zi fizik kattaliklarning son qiymatlari berilgan. Ushbu qo'llanmaning qo'l yozmasi bilan tanishib chiqib, qimmatli maslahatlar bergan kasbdoshlarga minnatdorchilik bildiramiz.

Mualliflar.

1- bob. MEXANIKANING FIZIK ASOSLARI

1-§. MODDIY NUQTA KINEMATIKASI

Koordinata boshidan nuqtaga o'tkazilgan vektorga, shu nuqtaning radius - vektori deb ataladi (1-rasm). Radius vektor $\vec{r}$ nuqtaning fazodagi vaziyatini bir qiymatni belgilaydi va u vaqtning funksiyasidir:

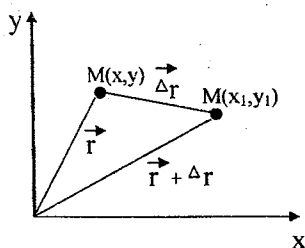
$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

Uning koordinata o'qlariga proyeksiyasi, nuqtaning dekart koordinatalariga teng.

$$r_x = x; \quad r_y = y; \quad r_z = z$$

Moddiy nuqta harakatining kinematik tenglamalari quyidagicha bo'ladi.

$$r_x = x(t); \quad r_y = y(t); \quad r_z = z(t)$$



1-rasm

1- rasmda $\Delta \vec{r}$ - ko'chish, ΔS - bosib o'tilgan yo'l.

Moddiy nuqtaning o'rtacha tezligi:

$$\vec{g}_{o'r} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{yoki} \quad g_{o'r} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Ko'chish vaqti Δt cheksiz kamayganda $\Delta \vec{r}$ ning Δt ga nisbatan intiladigan limitga moddiy nuqtaning oniy tezligi deyiladi:

$$\vec{g} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \text{yoki} \quad g = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt}$$

Moddiy nuqtaning tezlanishi:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{g}}{\Delta t}; \quad \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{g}}{\Delta t} = \frac{d\vec{g}}{dt}$$

To'g'ri chiziqli tekis harakatda: $\vartheta = \frac{S}{t} = \text{const}$, $a=0$

Tekis o'zgaruvchan harakatda moddiy nuqtaning tezlanishi, tezligi va bosib o'tgan yo'li formulalari:

$$a = \frac{\vec{\vartheta} - \vec{\vartheta}_0}{t}, \quad \vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_0 + at, \quad S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$$

bunda, a -tezlanish (tekis tezlanuvchan harakatda $a>0$, sekinlanuvchan harakatda $a<0$), ϑ_0 - boshlang'ich va ϑ - oxirgi tezliklar.

Tekis va tekis o'zgaruvchan harakatda moddiy nuqtaning koordinatasi:

$$x = x_0 + \vartheta_0 t, \quad x = x_0 + \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$$

bunda, x_0 - boshlang'ich $t=0$ holatdagi moddiy nuqtaning koordinatasi.

h balandlikdan erkin tushayotgan jismning harakat tenglamasi va tezligi:

$$h = \vartheta_0 t + \frac{gt^2}{2}, \quad \vartheta = \vartheta_0 + gt$$

Yuqoriga tik otilgan jism uchun:

$$h = \vartheta_0 t - \frac{gt^2}{2}, \quad \vartheta = \vartheta_0 - gt$$

Egri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtaning tezlanishi tangensial $\vec{a}_\tau$ (urinma) va normal $\vec{a}_n$ (markazga intilma) tezlanishlar yig'indisidan iborat (2-rasm):

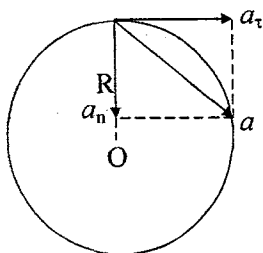
$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

yoki skalyar ko'rinishda

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

bunda $\vec{a}_\tau = \frac{d\vec{v}}{dt}$ va $\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \vec{n}$

bunda, v - chiziqli tezlik, $\vec{n}$ - markazga yo'nalgan birlik vektori,
 R – trayektoriyaning egrilik radiusi.



2-rasm

2-§. AYLANMA HARAKAT KINEMATIKASI

Aylanma harakat qilayotgan moddiy nuqtaning burchak tezligi.

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

Burchak tezlanishi:

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$$

Tekis o'zgaruvchan aylanma harakatda, burchak tezlanish va burchak tezlik:

$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{t}, \quad \omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

bunda, ω_0 - boshlang'ich, ω - oxirgi burchak tezliklar.

Aylana bo'ylab tekis o'zgaruvchan harakatda burilish burchagining vaqtga bog'lanish tenglamasi:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad \text{agar } \omega_0 = 0 \text{ bo'lsa, } \varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad \text{va } \omega = \varepsilon t$$

bo'ladi. Tekis aylanishda: $\omega = \frac{\varphi}{t}$

Burchak tezligi ω bilan aylanish davri, T orasidagi bog'lanish formulasi:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad \nu = \frac{1}{T}, \quad \omega = 2\pi \nu \quad \nu - \text{aylanish chastotasi.}$$

Moddiy nuqtaning burilish burchagi: $\varphi = 2\pi N$
 bu erda N - to'la aylanishlar soni.

Bosib o'tilgan masofa bilan burilish burchagi orasida quyidagicha bog'liqlik mavjud

$$\Delta S = R \cdot \Delta \varphi.$$

Chiziqli va burchak tezliklar orasidagi bog'lanish tenglamasi:

$$\vartheta = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{R \cdot \Delta \varphi}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = R \cdot \omega$$

Demak,

$$\vartheta = \omega \cdot R$$

bu yerda R - aylana radiusi.

Moddiy nuqtaning normal tezlanishi bilan burchak tezlanishi orasidagi bog'lanish formulasi:

$$a_n = \frac{\vartheta^2}{R} = \omega^2 R = \vartheta \cdot \omega$$

Moddiy nuqtaning tangensial va burchak tezlanishlari orasidagi bog'lanish formulasi:

$$a_\tau = \varepsilon R$$

U holda to'liq tezlanish:

$$a = R \cdot \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} \quad \text{ga teng.}$$

3-§. MODDIY NUQTA DINAMIKASI

Nyutonning ikkinchi qonuni, umumiy holda quyidagi ko'rinishda yoziladi:

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

Bu yerda, $m\vec{g}$ - moddiy nuqta impuls; Agar tashqi kuch $F=0$ bo'lsa

$\frac{d(m\vec{g})}{dt} = 0$ ham, nolga teng bo'ladi. Bundan impulsni saqlanish qonuni, $m\vec{g} = \text{const}$ kelib chiqadi.

Agar, massa o'zgarmas ($m = \text{const}$) bo'lsa, u holda Nyutonning ikkinchi qonuni quyidagicha yoziladi:

$$\vec{F} = m \cdot \frac{d\vec{g}}{dt} = m \cdot \vec{a} \quad \text{bunda } \vec{a} - \text{tezlanish.}$$

Agar, massa o'zgarib tursa, ($m \neq \text{const}$) bo'lsa, Nyutonning ikkinchi qonuni quyidagicha yoziladi:

$$\vec{F} = m \cdot \frac{d\vec{g}}{dt} + \vec{g} \cdot \frac{dm}{dt}$$

bu yerda $\frac{dm}{dt}$ vaqt birligida jism massasining kamayishi.

Agar, jism harakati davomida ta'sir etuvchi kuch o'zgarmas bo'lsa, impulsning dt vaqt ichida o'zgarishi, kuchning ta'sir etish vaqti ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$dp = Fdt \quad \text{yoki} \quad m\vec{g}_2 - m\vec{g}_1 = F \cdot \Delta t$$

bu yerda, $\vec{g}_1$ va $\vec{g}_2$ boshlang'ich va oxirgi tezliklar.

Nyutonning uchinchi qonuni:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad \text{yoki} \quad m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$$

bu yerda, F_1 va F_2 ikki jism orasidagi o'zaro ta'sirlanish kuchlari, m_1 va m_2 - birinchi va ikkinchi jismlar massasi.

Ikki moddiy nuqta uchun impulsning saqlanish qonuni quyidagi

ko'rinishda boladi:

$$m_1 \vec{g}_1 + m_2 \vec{g}_2 = m_1 \vec{g}_1' + m_2 \vec{g}_2'$$

bu yerda, g_1 va g_2 - moddiy nuqtalarning to'qnashgunga qadar tezliklari, g_1' va g_2' - moddiy nuqtalarning to'qnashgandan so'ng, olgan tezliklari.

Mexanikada uchraydigan kuchlar:

1. Elastiklik kuchi $F = -kx$

bunda, k - elastik koeffitsiyenti (prujinaning bikrligi), x - absolyut deformasiya.

2. Ishqalanish kuchi $F_{\text{ishq}} = \mu N$

bunda N - normal bosim kuchi, μ - ishqalanish koeffitsiyenti.

3) Og'irlik kuchi $P = mg$ bunda, g - erkin tushish tezlanishi.

4) Gravitasion kuch

$$\vec{F} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

bunda, γ - gravitasiya doimiysi.

Agar, jism yer sirtidan h - balandlikda bo'lsa:

$$F = \gamma \frac{mM}{(R+h)^2}$$

Yer sirtidan h - balandlikda erkin tezlanish:

$$g = \gamma \frac{M}{(R+h)^2}$$

Ikki moddiy nuqtalarning o'zaro tortishish potensial energiyasi:

$$E_p = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$$

bunda, m_1 va m_2 - moddiy nuqtalarning massalari, r - ular orasidagi masofa.

Birinchi kosmik tezlik:

$$g_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}} = \sqrt{gR}$$

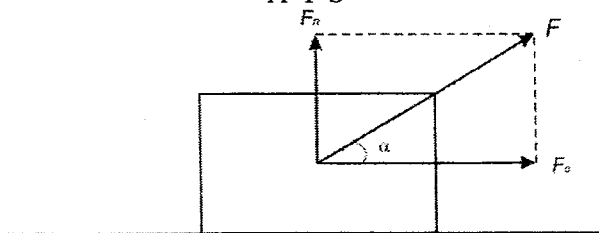
4-§. MEXANIK ISH VA ENERGIYA

O'zgarmas kuch ta'siri ostida, S masofani bosib o'tgan jismning bajargan ishi:

$$A = F \cdot S \cos \alpha$$

bunda, α - kuch yo'nalishi bilan ko'chish orasidagi burchak, $\alpha = 0$ uchun:

$$A = F \cdot S$$



3-rasm.

O'zgaruvchan kuch, F ning S masofada bajargan ishi:

$$dA = F \cdot dS \cdot \cos \alpha$$

$$A = \int F_n ds = \int F \cdot \cos \alpha \cdot ds$$

Vaqt birligida bajariladigan ish bilan o'lchanadigan fizik kattalikka quvvat deyiladi:

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

O'rtacha quvvat:

$$N = \frac{dA}{dt}$$

Agar, vaqt birligida bajarilgan ish o'zgarmas bo'lsa, ilgarilanma harakatlanayotgan jismning kinetik energiyasi:

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

Yer sirtidan h -balandlikdagi jismning potentsial energiyasi: $E_p = mgh$

Oralarida faqat konservativ kuchlar ta'sir etadigan berk sistemaning to'la mexanik energiyasi o'zgarmaydi (mexanik energyaning saqlanish qonuni):

$$E = E_k + E_p$$

Agar, sistemaga ishqalanish kuchi ta'sir etsa, uning to'liq energiyasi o'zgaradi:

$$A_{\text{tutk}} = E_2 - E_1 = (E_{k2} + E_{n2}) - (E_{k1} + E_{n1})$$

Gorizontal tekislikda harakatlanayotgan jism uchun:

$$A = \frac{m\vartheta_2^2}{2} - \frac{m\vartheta_1^2}{2} = \frac{m}{2}(\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2)$$

5-§. QATTIQ JISM -AYLANMA HARAKATINING DINAMIKASI

Agar, qattiq jism biror o'zgaras Z o'q atrofida aylana olsa, u holda kuchning jismni shu o'q atrofida aylantira olish qobiliyati, kuchning o'qqa nisbatan momenti deb ataluvchi kattalik bilan harakterlanadi:

$$\vec{M}_z = \left[\vec{r} \vec{F} \right]_z$$

M - vektorning moduli, aylanish o'qiga perpendikular tekislikka tushirilgan kuch proyeksiyasining kuch, yelkasiga, y'ani ko'paytmasiga teng:

$$M = F\ell$$

Qo'zg'almas o'qqa nisbatan moddiy nuqtaning inersiya momenti deb, moddiy nuqta massasining, shu o'qqacha bo'lgan masofaning kvadratiga ko'paytmasi bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi.

$$J = mR^2$$

Qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti:

$$J = \sum_{i=1}^n \Delta m_i \cdot R_i^2$$

bu yerda, Δm_i i-zarrachaning massasi, R_i^2 - aylanish o'qidan i-zarrachagacha bo'lgan masofa.

Qattiq jism inersiya momentining integral ko'rinishi:

$$J = \int R^2 dm \quad \text{yoki} \quad J = \rho \int R^2 dv$$

bunda, ρ - bir jinsli jismning zichligi, dv - jism zarrachasining hajmi.

Ba'zi bir jismlarning og'irlik markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momentlari:

a) ℓ - uzunlikdagi ingichka sterjen inersiya momenti:

$$J_0 = \frac{1}{2} m \ell^2$$

b) disk inersiya momenti

$$J_0 = \frac{1}{2} m R^2$$

m - disk massasi, R - uning radiusi.

c) sharning markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J_0 = \frac{2}{5} m R^2$$

m-shar massasi, R - shar radiusi

Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuni:

$$M = \frac{dL}{dt} = \frac{d(J\omega)}{dt}$$

Inersiya momenti J o'zgarmas bo'lgan jism uchun aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi:

$$M = J \cdot \epsilon$$

bunda, M - jismga ta'sir etuvchi kuchlarning natijaviy kuch momenti, J-aylanish o'qiga nisbatan jismning inersiya momenti, ϵ - burchak tezlanishi.

Inersiya momentining (J) burchak tezlikga (ω) ko'paytmasi bilan o'lchanadigan kattalikka impuls momenti deyiladi:

$$L = J\omega$$

L- impuls momenti, ω - burchak tezligi.

Og'irlik markazidan o'tmagan ixtiyoriy o'qqa nisbatan jismning inersiya momenti, Shteyner teoremasiga asosan aniqlanadi:

$$J = J_0 + md^2$$

bunda, J_0 - jismning inersiya markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti, d - ixtiyoriy o'q bilan inersiya markazidan o'tuvchi o'q orasidagi masofa.

Aylanma harakatdagi jismning kinetik energiyasi:

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

Aylanma harakatdagi jismning bajargan ishi:

$$dA = M d\phi$$

bunda, M - kuch momenti, ϕ - burilish burchagi.

Ilgarilanma va aylanma harakatda bo'lgan jismning to'la kinetik energiyasi (masalan dumalayotgan shar):

$$E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

Aylanma harakatdagi jismning bajargan ishi, uning kinetik energiyasining o'zgarishiga teng:

$$A = \frac{J\omega_2^2}{2} - \frac{J\omega_1^2}{2}$$

6-§. MEXANIK TEBRANMA HARAKATLAR

Garmonik tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$x = A \sin(\omega \cdot t + \varphi) \text{ yoki } x = A \cos(\omega \cdot t + \varphi)$$

bunda, x - tebranayotgan nuqtaning muvozanat holatidan siljish masofasi, A - tebranish amplitudasi, ω - siklik chastota, t - tebranish vaqti, $(\omega t + \varphi)$ - tebranish fazasi, φ - boshlang'ich fazasi, yani $t = 0$ bo'lgan vaqtdagi faza.

Davr, chastota va davriy (siklik) chastotalar o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$T = \frac{1}{\nu}, \quad \nu = \frac{1}{T}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

Agar, $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ bo'lsa, garmonik tebranma harakat qilayotgan moddiy nuqtaning tezlik va tezlanishi:

$$v = x' = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = x'' = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

Garmonik tebranishlarning differensial tenglamasi: $x'' = -\omega^2 x$

Matematik mayatnikning tebranish davri:

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

l - mayatnik uzunligi, g - erkin tushish tezlanishi.
Fizik mayatnikning tebranish davri.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgd}}$$

bunda, J - jismning tebranish o'qiga nisbatan inersiya momenti, m - uning massasi, d - osilish nuqtasidan inersiya markazigacha bo'lgan masofa.

$$L = \frac{J}{md}$$

fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi.

m - massali nuqtaning garmonik tebrantirayotgan kuch:

$$F = m \cdot a = -\frac{4\pi^2 A}{T^2} m \sin(\omega t + \varphi) = -\frac{4\pi^2 m}{T^2} x = -kx$$

bunda,

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Bu yerda, T elastiklik kuchi ($F=-kx$) ta'sirida tebranayotgan nuqtaning tebranish davri, k - deformatsiya koeffitsienti bo'lib, son jihatidan bir birlik siljishni vujudga keltiruvchi kuchga teng.

Garmonik tebranma harakatda bo'lgan jismning kinetic(1), potentsial(2) va to'la (3) energiyalari;

$$E_k = \frac{m g^2}{2} = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

$$E_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \cos^2(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

$$E = E_k + E_n = \frac{m A^2 \omega^2}{2} = \frac{2\pi^2 m A^2}{T^2} \quad (3)$$

So'navchi tebranma harakat tenglamasi:

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda, A_0 - boshlang'ich ($t=0$ vaqtdagi) amplituda, t vaqtdagi amplituda

$$A = A_0 e^{-\beta t}$$

β - so'nish koefitsienti: e - natural logarifm asosi.

So'navchi tebranishlarning davri:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}, \quad \beta = \frac{r}{2m}$$

r - qarshilik koefitsienti.

Bir davr ichida amplitudaning kamayishi, ya'ni so'nish dekrementi:

$$\frac{A_n}{A_{n+1}} = e^{\beta t}$$

So'nish logarifmik dekrementi:

$$\delta = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} = \beta t$$

Bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan, chastotalari bir xil bo'lgan ikkita tebranishlar qo'shilishi natijasida murakkab tebranish hosil bo'ladi:

$$x = x_1 + x_2 = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + A_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$$

bunda, natijaviy tebranishlar amplitudasi va fazasi quyidagicha bo'ladi:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

va

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

Biror muhitda m massali moddiy nuqtaning tashqi davriy $F = F_0 \cos \omega t$ kuch ta'siridagi majburiy tebranish tenglamasi:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda, majburiy tebranish amplitudasi:

$$A = \frac{F_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}}$$

Majburiy tebranma harakatning differensial tenglamasi:

$$x'' + 2\beta x' + \omega_0^2 x = F_0 \cos \omega t$$

bunda, β - tebranishning so'nish koeffitsienti, ω_0 - xususiy chastota, ω - majburiy chastota, F_0 - majbur etuvchi kuchning amplituda qiymati.

7-§. SUYUQLIK MEXANIKASI

Suyuqlik va gaz oqimining uzluksizlik tenglamasi:

$$S_1 \vartheta_1 = S_2 \vartheta_2 \quad \text{yoki} \quad S \vartheta = \text{const}$$

bunda, S_1 va S_2 truba kesim yuzlari ϑ_1 va ϑ_2 oqim tezliklari.

Ideal suyuqlik yoki gazning to'la bosimi uchun Bernulli qonuni:

$$\frac{\rho \vartheta_i^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho \vartheta_1^2}{2} + \rho g h_2 + P_2$$

bunda, P - statik bosim, $\rho g h$ - gidrostatik (suyuqlik ustunining) bosim, $\rho v^2/2$ - dinamik bosim, ρ - suyuqlik yoki gaz zichligi, h_1 va h_2 - truba uchlarining gorizontga nisbatan balandligi.

Horizantal oqim nayi (truba) uchun:

$$\frac{\rho \vartheta^2}{2} + p = \text{const}$$

Yopishqoq suyuqlik ichida harakatlanuvchi sharsimon jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchi (Stoks qonuni):

$$F_{\text{ishq}} = 6\pi \eta r \vartheta$$

bunda, η - ichki ishqalanish yoki yopishqoqlik koeffitsienti, -sharning radiusi, ϑ - sharning suyuqlikdagi harakat tezligi.

Suyuqlikning trubadan oqishi, Puazeyl formulasi:

$$V = \frac{\pi R^4}{8\eta l} (P_1 - P_2)t$$

Bunda, R - trubaning radiusi, l - uning uzunligi, $(P_1 - P_2)$ truba uchlaridagi bosimlar ayirmasi, η - yopishqoqlik koeffitsienti.

MASALA YECHISH NAMUNALARI.

1-Masala. Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning harakat tenglamasi quyidagicha $x=A+Bt+Ct^3$, bunda, $A=2$ m, $B=1$ m/s, $C=0,5$ m/s³, $t=2$ sekund vaqt momenti uchun moddiy nuqtaning koordinatasi, tezligi va tezlanishi topilsin.

Berilgan:

$$x=A+Bt+Ct^3$$

$$A=2\text{m}$$

$$B=1\text{m/s}$$

$$C=0,5\text{m/s}^3$$

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

Topish kerak: x -, ϑ -,
 a -?

Yechilishi: 1) x koordinatani topish uchun berilgan tenglamaga A , B , C va t larning qiymatlarini qo'yamiz: $x=2+t-0,5\cdot t^3$ agar, $t=2\text{s}$ bo'lsa, $x=(2+2-0,5\cdot 2^3)=0$ bo'ladi.

Oniy tezlik ϑ ni topish uchun x koordinatadan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosila olamiz:

$$\vartheta = \frac{dx}{dt} = B + 3 Ct^2$$

Berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblaymiz:

$$\vartheta = (1 - 3 \cdot 0,5 \cdot 2^2) \text{ m/s} = -5 \text{ m/s}$$

Tezlanishni topish uchun ϑ tezlik ifodasidan birinchi tartibli hosila olamiz.

$$a = \frac{d\vartheta}{dt} = 6C \cdot t$$

Berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'yamiz. $a = 6 \cdot (-0,5) \cdot 2 \text{ m/s}^2 = -6 \text{ m/s}^2$

Javobi: $x=0$, $\vartheta=-5 \text{ m/s}$, $a=-6 \text{ m/s}^2$

2-masala. Koptok gorizontga nisbatan 40° burchak ostida 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan otilgan. Koptok qanday h balandlikka ko'tariladi? Koptok otilgan joydan, qanday S masofaga borib yerga tushadi? Koptok qancha vaqt harakatlanadi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

Berilgan:

$$\alpha = 40^\circ$$

$$\vartheta_0 = 10 \text{ m/s}$$

Topish kerak: h -?, S -?, t -?

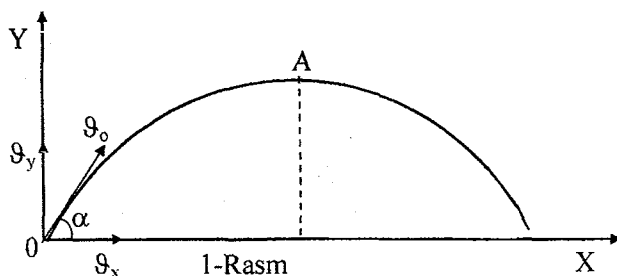
Yechilishi: Agar, jism gorizontga nisbatan α burchak ostida otilgan bo'lsa, uning tezligi ϑ_0 - ning ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz (1-rasm).

$$\vartheta_x = \vartheta_0 \cos \alpha \quad (1)$$

ϑ_x - tezlikning gorizonttal yo'nalishi, yo'nalish bo'yicha tashkil etuvchisi.

$$\vartheta_y = \vartheta_0 \sin \alpha \quad (2)$$

ϑ_y - tezlikning vertikal yo'nalishi bo'yicha tashkil etuvchisi.



Harakat jaroyonida ϑ_x o'zgarmaydi, ϑ_y trayektoriyaning eng baland nuqtasiga (A nuqtaga) ko'tarilguncha kamayib boradi, ya'ni:

$$\vartheta_y = \vartheta_0 \sin \alpha - gt \quad (3)$$

Gorizontga nisbatan α - burchak ostida otilgan jismning ko'tarilish balandligi:

$$h = \vartheta_0 t_1 \sin \alpha - \frac{g t_1^2}{2} \quad (4)$$

bu yerda, t_1 - ko'tarilish vaqti.

Eng baland nuqtada $\vartheta_y = 0$. U holda (3) formuladan $0 = \vartheta_0 \sin \alpha - gt_1$ yoki $gt_1 = \vartheta_0 \sin \alpha$ ga ega bo'lamiz. Bundan ko'tarilish vaqti:

$$t_1 = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha}{g}$$

va buni (4)-tenglamaga qo'ysak, maksimal ko'tarilish balandligi

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (5)$$

ga teng bo'ladi. (5) formulaga kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$h = \frac{(10 \text{ m/s})^2 \cdot \sin 40^\circ}{2 \cdot 9,81} = 2,1 \text{ m}$$

1) Horizontga nisbatan, α burchak ostida otilgan jismning uchish uzoqligi S ni topamiz (1-rasmga qarang). Ma'lumki:

$$\vartheta_x = \vartheta_0 \cos \alpha$$

u holda,

$$S = \vartheta_x t = \vartheta_0 t \cos \alpha \quad (6)$$

Jism gorizont tekislikka $t_2 = 2t_1 = 2\vartheta_0 \sin \alpha / g$ vaqt o'tgandan keyin

tushadi va buni (6) ga qo'ysak, uchish uzoqligini topamiz:

$$S = \frac{g_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{g_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Kattaliklarining son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$S = \frac{(10 \text{ m/s})^2 \cdot \sin 2 \cdot 40^\circ}{9,81 \text{ m/s}^2} = 10 \text{ m}$$

Koptokning uchish vaqti:

$$t_2 = 2t_1 = 2 \cdot \frac{g_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 10 \text{ m/s} \cdot \sin 40^\circ}{9,81 \text{ m/s}^2} = 1,3 \text{ c}$$

Javob: $h=2,1 \text{ m}$; $S=10 \text{ m}$; $t_2=1,3 \text{ sek}$

3 - masala. Moddiy nuqta 1,20 m radiusli aylana bo'ylab, $\varphi=t+3t^2$ tenglamaga muvofiq harakatlanmoqda. Harakat boshlanganidan so'ng, to'rt sekund o'tgach, moddiy nuqtaning burchak tezligi, burchak tezlanishi, chiziqli tezligi, normal, tangensial va to'la tezlanishlari topsin.

Berilgan:

$$R=1,20 \text{ m}$$

$$\varphi = t+3t^2$$

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

Topish kerak: ω -?; ε -?; g -?; a_n -?; a_t -?; a -?

Yechilishi: Moddiy nuqtaning burchak tezligi, burilish burchagidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga teng ekanligini e'tiborga olib, $\varphi=t+3t^2$ tenglamadan vaqt bo'yicha hosila olamiz.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 1 + 6t \quad (1)$$

$t_1=4 \text{ s}$ bo'lgani uchun

$$\omega=(1+6 \cdot 4) \text{ rad/s}=25 \text{ rad/s}$$

Burchak tezlanish (ε) ni topish uchun, burchak tezlik (ω) dan vaqt bo'yicha birinchi tartibda hosila olamiz.

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 6 \text{ рад} / \text{с}^2 \quad (2)$$

Moddiy nuqtaning chiziqli tezligi bilan burchak tezligi orasidagi vaqtda quyidagicha munosabat mavjud.

$$\vartheta = \omega R \quad (3)$$

Berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak $\vartheta = 25 \cdot 1,20 = 30 \text{ m/s}$
Normal (markazga intilma) tezlanishni aniqlash uchun

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (4)$$

formuladan foydalanamiz va berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak

$$a_n = \frac{(30 \text{ m} / \text{с})^2}{1,20 \text{ с}} = \frac{900 \text{ m}}{1,20 \text{ с}^2} = 750 \text{ m} / \text{с}^2$$

Tangensial (urinma) tezlanishni topish uchun

$$a_t = \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{d(\omega R)}{dt} = \varepsilon R \quad (5)$$

formuladan foydalanamiz va son qiymatlarini o'rniga qo'ysak

$$a_t = 6 \frac{1}{\text{с}^2} \cdot 1,20 \text{ m} = 7,20 \text{ m} / \text{с}^2$$

Moddiy nuqtaning to'la tezlanishini aniqlash uchun

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} \quad (6)$$

formuladan foydalanamiz va son qiymatlarini o'rniga qo'yib,

$$a = \sqrt{(750 \text{ m} / \text{с}^2)^2 + (7,20 \text{ m} / \text{с}^2)^2} = 750,1 \text{ m} / \text{с}^2$$

ga teng ekanligini topamiz.

4-masala. Massasi 1 kg bo'lgan jism 1 m/s tezlik bilan gorizontal harakatlanib, 0,5 kg massali jismni quvib yetadi va u bilan noelastik to'qnashadi. 1) Ikkinchi jism tinch turganda, 2) Ikkinchi jism, birinchi jismning harakat yo'nalishida 0,5 m/s tezlik bilan harakatlanganda, 3) Ikkinchi jism, birinchi jismga tomon 0,5 m/s tezlik bilan harakat qilganda, jismlarning urilishidan keyingi tezliklarini toping.

Berilgan:

$$m_1=1\text{kg}$$

$$v_1=1\text{m/s}$$

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

$$1) v_2=0$$

$$2) v_2=0,5\text{ m/s}$$

$$3) v_2=0,5\text{ m/s}$$

Topish kerak: v ?

Yechilishi: Ikkala jism bir-biri bilan noelastik urilib to'qnashgandan so'ng, bir xil v tezlik bilan harakat qiladi. Urilish markaziy bo'lganligi uchun v_1 , v_2 va v - tezliklar bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan bo'ladi va impulsning saqlanish qonuni o'rinli bo'ladi:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v \quad (1)$$

1) $v_2=0$ bo'lgan hol uchun (1) formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$$

Bu tenglikdan v ni topamiz va berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak

$$v = \frac{m_1v_1}{m_1 + m_2} = \frac{1}{1 + 0,5} = 0,66\text{m/c}$$

2) $v_2=0,5\text{ m/s}$ bo'lgan hol uchun (1) formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$$

bundan,

$$v = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{1 + 0,25}{1,5} = 0,83\text{m/c}$$

3) $g_2=0,5$ m/s bo'lgan, lekin qarama-qarshi hol uchun (1) formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz.

$$m_1 g_1 - m_2 g_2 = (m_1 + m_2) g$$

bundan,

$$g = \frac{m_1 g_1 - m_2 g_2}{m_1 + m_2} = \frac{1 - 0,25}{1,5} = 0,5 \text{ m/c}$$

5- masala. Agar matematik mayatnikning tebranish amplitudasi 2 minutda 4 marta kamaygan bo'lsa, uning so'nish logarifmik dekrementi nimaga teng? Mayatnikning uzunligi 1 metr.

Berilgan:

$$t=2 \text{ min}=120 \text{ s}$$

$$\frac{A_0}{A} = 4$$

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

Topish kerak: δ - ?

Yechilishi.

So'nuvchi tebranishning amplitudasi vaqt o'tishi bilan quyidagi qonunga asosan o'zgaradi:

$$A = A_0 e^{-\beta t} \quad (1)$$

bunda, β - so'nish koeffisienti, A_0 - boshlang'ich amplituda.

(1) ni integrallab

$$\ln \frac{A_0}{A} = \delta \frac{t}{T} \quad (2)$$

ni hosil qilamiz va bundan,

$$\delta = \frac{T}{t} \ln \frac{A_0}{A}$$

So'nish juda kam bo'lganda, tebranish davri

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

bo'ladi. Shuning uchun

$$\delta = \frac{2\pi}{t} \sqrt{\frac{l}{g}} \ln \frac{A_0}{A} \quad (3)$$

Berilgan kattaliklarning son qiymatini (2) formulaga qo'yib hisoblaymiz:

$$\delta = \frac{2 \cdot 3,14}{120 \text{ c}} \sqrt{\frac{1 \text{ m}}{3,81 \text{ m/c}^2}} \ln 4 \approx 0,023$$

Javob: $\delta=0,023$

8-§. MEXANIKA BO'LIMIGA DOIR MASALALAR

1. Velosipedchi balandlikka $\vartheta_1=10$ km/soat tezlik bilan ko'tariladi, pastga esa, $\vartheta_2=15$ km/soat tezlik bilan tushdi. Velosipedchini o'rtacha tezligi nimaga teng bo'ladi? J: $\vartheta_{o'r}=12$ km/soat.

2. Velosipedchi bir shahardan, ikkinchi shaharga qarab yo'lga chiqdi. U yo'lining yarmini 24 km/soat tezlik bilan bosib o'tdi. Qolgan harakat, vaqtining birinchi yarmida u 12 km/soat tezlik bilan va ikkinchi yarmida yo'lining oxirigacha, 6 km/soat tezlik bilan piyoda yurdi. Velosipedchining butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi topilsin. J: $\vartheta_{o'r}=13,1$ km/soat

3. Samolyotning tezligi 15 sekund ichida, 180 km/soat dan 540 km/soat ga ortadi. Samolyotning tezlanishini, shu vaqt ichida bosib o'tgan yo'lini va o'rtacha tezligini toping. J: $a=6,7$ m/s²; $S=1500$ m; $\vartheta_{o'r}=100$ m/s

4. Bir avtomobil, 4 m/sek boshlang'ich tezlik va 0,3 m/sek² tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilmoqda, ikkinchisi esa, 12 m/sek boshlang'ich tezlik hamda $-0,5$ m/sek² tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Avtomobillar qancha vaqtdan keyin bir xil tezlikka ega bo'ladi? Shu vaqt ichida, xar bir avtomobil qancha yo'lni bosib o'tadi? J: $t=10$ s; $\vartheta=7$ m/s; $S_1=55$ m; $S_2=95$ m

5. Jism tekis tezlanuvchan harakat qilib, 20 sekundda 0,60 m yo'lni bosib o'tdi. Bu vaqtda jismning tezligi 4 marta ortdi. Jismning tezlanishini va boshlang'ich tezligini toping. J: $a=1,8 \cdot 10^{-3}$ m/s²; $\vartheta_0=1,2 \cdot 10^{-2}$ m/s

6. Agar, poyezd 0,25 m/s² tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilsa, u 20 s da qanday masofani bosib o'tadi? Tezligi qanday bo'ladi? J: $S=50$ m, $\vartheta_0=12$ m/s

7. Havo shari qandaydir balandlikka vertikal ko'tarilgach, shamol uni gorizontal yo'nalishda 600 m masofaga uchirib ketdi. Agar havo sharining ko'chishi 1 km bo'lsa, havo sharining o'tgan yo'li qanday?

J: $S=400$ m

8. Yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilish balandligini 4 marta orttirish uchun, uning boshlang'ich tezligini qanday o'zgartirish kerak?

J: 2 marta oshirish kerak.

9. 5 m/s boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan tramvay, tekis tezlanuvchan harakat qilib, 12 s da 150 m yo'lni bosib o'tdi. Yo'l oxirida u qanday tezlikka ega bo'lgan? J: $\vartheta=20$ m/s

10. Uzunligi 480 m bo'lgan poyezd, tekis harakatlanib, 240 m uzunlikdagi ko'prikdan 1 minutda o'tdi. Poyezdning tezligi qanday bo'lgan? J: $\vartheta=12$ m/s

11. 20 m/s tezlik bilan ketayotgan avtomobil tormozlandi. Avtomobil 2 s ichida to'xtagan bo'lsa, uning tormozlanish yo'li qanday bo'lgan? J: $S=20$ m

12. Agar elektrovoz g'ildiragining diametri 1 m bo'lib, u 1 minutda 360 marta aylansa, poyezd tezligi necha m/s bo'ladi? $\pi=3$ deb hisoblang. J: $\vartheta=20$ m/s

13. Ko'lda birinchi kater boshlang'ich tezliksiz $0,25 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan, ikkinchi kater esa, $0,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish va $7,5 \text{ m/s}$ boshlang'ich tezlik bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Necha sekunddan keyin, katerlarning tezliklari bir xil bo'ladi? J: $t=20$ s

14. Biror jism 20 m balandlikdan, 15 m/s tezlik bilan gorizontal otildi. Uning yerga urilish paytidagi tezligini toping (m/s). J: $\vartheta=25 \text{ m/s}$

15. Vertolyot, o'zgarmas $0,2 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan vertikal ravishda pastga tusha boshladi. Vertolyotdagi parrak qanotining uzunligi 5 m. Parrak aylanayotganda, qanotning eng chekka nuqtalari, 628 m/s tezlikka erishadi. Vertolyotning 40 metr pastga tushishi davomida, parrak necha marta aylanadi? J: $N=400$

16. Jism tekis tezlanuvchan harakat qilib, 5 sekundda $0,3 \text{ m}$, keyingi 5 sekundda esa, $0,80 \text{ m}$ yo'l o'tgan. Jismning boshlang'ich tezligi va tezlanishini toping. J: $a=0,02 \text{ m/s}^2$; $\vartheta_0=0,01 \text{ m/s}$

17. 2 ta moddiy nuqta, quyidagi tenglama asosida, harakatlanmoqda $x_1=A_1t+B_1t^2+S_1t^3$ va $x_2=A_2t+B_2t^2+S_2t^3$ bunda, $A_1=4 \text{ m/s}$, $B_1=8 \text{ m/s}^2$, $S_1=-16 \text{ m/s}^3$, $A_2=2 \text{ m/s}$, $B_2=-4 \text{ m/s}^2$, $S_2=1 \text{ m/s}^3$. Vaqtning qanday qiymatida, moddiy nuqtalarning tezlanishi bir xil bo'ladi? Shu vaqt ichida tezliklari ham topilsin. J: $t=0,235 \text{ s}$; $\vartheta_1=5,1 \text{ m/s}$; $\vartheta_2=0,286 \text{ m/s}$

18. Jismning bosib o'tgan yo'lining vaqtga bog'liqligi, quyidagi $S=At-Bt^2+St^3$ tenglama orqali berilgan, bunda, $A=1 \text{ m/sek}$,

$V=2 \text{ m/s}^2$ va $S=3 \text{ m/s}^3$. Harakat boshlanishdan 2 s o'tgandan keyin, jismning bosib o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi topilsin.

J: $S=18 \text{ m}$; $g=33 \text{ m/s}$ $a=32 \text{ m/s}^2$

19. Jismning bosib o'tgan yo'lining vaqtga bog'liqligi, $S=A+Bt^2+St^3$ tenglama orqali berilgan, bunda, $V=3\text{m/s}^2$ va $S=3\text{m/s}^3$. Jism harakatining uchinchi sekundidagi tezligi va tezlanishi topilsin.

J: $g=99 \text{ m/s}$; $a=60 \text{ m/s}^2$

20. Erkin tushayotgan jism, o'z yo'lining so'nggi uchdan bir qismini, 1,1s davomida o'tgan. Jismning qanday balandlikdan tushayotganini va uning yer sirtidagi tezligini aniqlang. J: $h=177 \text{ m}$; $g=58,9 \text{ m/s}$

21. Kichik jism 35 m balandlikdan erkin tushmoqda. Uning tezligi 10 m/s ga yetgan paytda, u Yerdan qanday balandlikda bo'ladi? $g=10 \text{ m/s}^2$. J: $h_1=30 \text{ m}$

22. G'orga tashlangan toshning g'or tubiga borib urilgandagi tovushi, tosh tusha boshlaganidan 10 sek keyin eshutilgan. G'orning chuqurligini va toshning g'or tubidagi tezligini aniqlang. Tovushning tezligi 340 m/s ga, erkin tushish tezlanishi 10 m/s^2 ga teng deb oling. J: $h=400 \text{ m}$; $g=90 \text{ m/s}$

23. Ayni bir nuqtadan, ikki jism tushib kelmoqda. Ikkinchi jism, birinchi jismdan 3 sekund keyin tusha boshladi. Birinchi jism tusha boshlagandan 10 s o'tgandan keyin, ikkala jism orasidagi masofa qancha bo'ladi? Shu vaqt ichida, birinchi jismning tezligi, ikkinchi jismning tezligidan qancha ortiq bo'ladi? J: $S=250 \text{ m}$; $n=1,4$

24. Avtomobil 150 m masofada tezligini 10 m/s dan, 20 m/s gacha oshirgan bo'lsa u qanday tezlanish bilan harakatlangan? J: $a=1\text{m/s}^2$

25. Gorizonta tekislikda yotgan jism, 4 m/s boshlang'ich tezlik bilan turtib yuborildi. Agar, ishqalanish kuchi ta'sirida jism 1 m/s^2 tezlanish bilan harakatlangan, u 5 s vaqt ichida qanday yo'l bosib o'tadi? J: $S=8 \text{ m}$

26. Tik yuqoriga otilgan jismning tezligi, maksimal ko'tarilish balandligining yarmiga yetganda, necha marta kamayishini toping.

J: $\sqrt{2}$ marta

27. Erkin tushayotgan jism, tushishning oxirgi sekundida 63,7 m yo'l o'tdi. Jismning tushish vaqti qancha va u qanday balandlikdan tushgan? J: $t=7c$; $H=240\text{ m}$

28. Erkin tushayotgan jism oxirgi ikki sekundda 176,4 m yo'l o'tgan. Jism qancha vaqtda tushgan? J: $t=10\text{ s}$

29. Jism 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. 6 s o'tgan paytda, uning yuqoriga yo'nalish tezligi necha m/s bo'ladi? $g=10\text{ m/s}^2$. J: $\vartheta=20\text{ m/s}$

30. Havo shari yuqoriga tekis tezlanuvchan ko'tarilib, 20 sekundda 200 m balandga chiqqan. Shar ko'tarila boshlagandan 10 sekund keyin, shardan bir buyum ajralib tushib ketgan. Bu buyum qancha vaqtdan so'ng yer sirtiga kelib yetadi? J: $t=4,4\text{ s}$

31. Tosh 10 m/s tezlik bilan gorizontal yo'nalishda otildi. Ikki sekund o'tgach, uning normal va tangensial tezlanishi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin. J. $a_n=4,45\text{ m/s}^2$; $a_t=8,73\text{ m/s}^2$

32. 20 metr balandlikdan tosh gorizontal 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan otilgan. 1) Tosh qancha vaqt harakatda bo'ladi? 2) U minora asosidan qancha uzoqlikda yerga tushadi? 3) U qanday tezlik bilan yerga tushadi? 4) Toshning yerga tushish nuqtasida uning trayektoriyasi, gorizont bilan qanday burchak hosil qiladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin. J: $t=2,02\text{ c}$; $S=20,2\text{ m}$; $\vartheta=22,17\text{ m/s}$; $\alpha=63^\circ$

33. 19,6 m balandlikdan gorizontal otilgan jism, otilgan joydan gorizontal bo'ylab 80 m masofada yerga tushdi. Otish tezligini va jism yerga tushish paytida tezlikning gorizont bilan hosil qilgan burchagini toping. J: $\vartheta_0=40\text{ m/s}$; $\alpha=26^\circ 10'$

34. 36 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan vagon tormozlanib, 3 sekund ichida tezligini 18 km/soat gacha kamaytirdi. Vagonning shipiga osilgan shar ipi qanday ϕ burchakka og'adi. J: $\phi=9^\circ 39'$

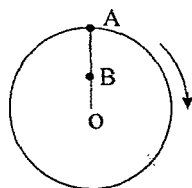
35. G'ildirakning burilish burchagi $\phi=A+ Ct^2+Dt^3$ tenglama orqali berilgan, bunda, $A=2\text{ rad/sek}$ $S=2\text{ rad/sek}^2$ va $D=1\text{ rad/sek}^3$. Harakatning ikkinchi sekundi oxirida, g'ildirak gardishidagi nuqtalarning normal tezlanishi 20 m/s^2 ga teng bo'lsa, g'ildirakning radiusini toping. J: $R=0.5\text{ m}$

36. Radiusi 0,3 m bo'lgan velosiped g'ildiragining aylanish chastotasi 120 ayl/min. Velosiped tezligini toping (m/s). J: $\vartheta=3,8\text{ m/s}$

37. Radiusi $R=0,1\text{m}$ bo'lgan g'ildirakning burilish burchagi $\varphi=A+Bt^2+Ct^3$ tenglama orqali berilgan, bunda, $A=2\text{ rad/s}$, $V=3\text{ rad/s}^2$ va $S=1\text{ rad/s}^3$. Harakat boshlangandan 2 s o'tgach, g'ildirak gardishidagi nuqtalar uchun: 1) burchak tezlik; 2) chiziqli tezlik; 3) burchak tezlanish; 4) tangensial tezlanish; 5) normal tezlanish topilsin. J: $\omega=26\text{ rad/s}$; $\epsilon=18\text{ rad/s}^2$; $v=2,6\text{ m/s}$; $a_n=67,6\text{ m/s}^2$; $a_t=33,8\text{ m/s}^2$

38. Disk shaklidagi arraning diametri 600 mm . Uning aylanish nuqtalarining chiziqli tezligi 15 m/s . Arraning o'qiga diametri 300 mm bo'lgan shkiv o'rnatilgan motorning valiga esa, diametri 120 mm bo'lgan shkiv o'rnatilgan. Motorning bir minutdagi aylanishlar soni qancha? J: $n=20\text{ ayl/s}$

39. Radiusi 10 sm bo'lgan disk 1 sekundda 5 marta aylanadi. G'ildirak gardishidagi A nuqtaning va radiusning yarmi masofasida joylashgan B nuqtaning markazga intilma tezlanishini, shuningdek, diskning aylanish burchak tezligini aniqlang (1-rasm).



1-rasm

J: $a=98,6\text{ m/s}^2$, $a_t=49,3\text{ m/s}^2$, $\omega=31,4\text{ rad/s}$

40. Maxovik 240 ayl/min chastotaga mos o'zgarmas tezlik bilan aylanmoqda. Maxovik tormozlangan vaqtdan boshlab, son jihatidan 4 rad/s^2 ga teng burchak tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qila boshlasa, qancha vaqtdan keyin to'xtaydi va to'xtaguncha u necha marta aylanadi? J: $t=6,28\text{ s}$; $N=12,5$

41. Massasi $4,9\text{ kg}$ bo'lgan jism gorizontal sirtida yotibdi. Jismga gorizontal yo'nalishda $0,5\text{ m/sek}^2$ tezlanish berish uchun, unga qanday kuch bilan ta'sir qilish kerak? Ishqalanish koeffitsienti $0,1$ ga teng. J: $F=7,2\text{ H}$

42. Og'irligi 10 kg bo'lgan jism, $0,5\text{ m/sek}^2$ tezlanish bilan vertikal yuqoriga ko'tarilmoqda. Jismni ko'tarayotgan arqonning taranglik kuchini toping. J: $F=103\text{ H}$

43. Massasi $m=3\text{ kg}$ bo'lgan jism, $a=2\text{ m/sek}^2$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilib, vertikal pastga tushmoqda. Yuk bog'langan arqonning taranglik kuchini toping. J: $F=23,4\text{ H}$

44. Qo'zg'almas o'q atrofida aylanma harakatlana oladigan massasi 12 kg bo'lgan gorizontal joylashgan silindrga ip o'ralgan va

unga $m_2=1$ kg yuk osilgan. Yuk qanday tezlanish bilan tushadi? Yukning pastga harakati davomida yuk osilgan ipning taranglik kuchi nimaga teng bo'ladi?

J: $a=1,4 \text{ m/s}^2$; $F=8,4 \text{ N}$.

45. Massasi 100 g bo'lgan jism, $a=900 \text{ sm/sek}^2$ tezlanish bilan vertikal pastga tushmoqda. Havoning o'rtacha qarshilik kuchi nimaga teng?

J: $F=8 \cdot 10^{-3} \text{ H}$

46. Massasi 10 g bo'lgan o'q miltiq stvoli og'zidan 800 m/sek tezlik bilan chiqadi va 2 sekunddan so'ng uning tezligi 300 m/sek ga tenglashadi. O'qning uchishini sekinlashtiruvchi kuchning o'rtacha kattaligini toping.

J: $F=2,5 \text{ H}$

47. Tekis gorizontaal tekislikdan og'irligi 10 kg bo'lgan P yuk yotibdi. Bu yukning qarama-qarshi ikki tomoniga, bloklardan o'tkazilgan ikkita shnur bog'langan. Shnurlarning uchlariga og'irliklari 4 kg va 5,6 kg bo'lgan P_1 va P_2 yuklar osilgan (8-rasm). Yuklar harakatlangan vaqtda ularning harakat tezlanishini va shnurlarning yuklar harakatlanayotgan vaqtdagi F_1 va F_2 taranglik kuchlarini toping. P yukning tekislikka ishqalanishini nazarga olmang.

J: $a=0,8 \text{ m/s}$; $F=42 \text{ H}$

48. $F = 102 \text{ kg}$ kuch bilan qanday yukni 10 s davomida tekis tezlanuvchan harakatda, 10 m balandlikka ko'tarish mumkin? Xuddi shu yukni shunday tezlanish bilan pastga tushirsak, arqonning taranglik kuchi qanday bo'ladi?

J: $a=0,2 \text{ m/s}^2$; $R=980 \text{ N}$, $F=979,2 \text{ F}$

49. Arqon yordamida yuk $19,6 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Bunday ko'tarishda, arqon eng ko'pi bilan massasi 80 kg bo'lgan yukni ko'tara oladi. Bu arqon yordamida, eng ko'pi bilan qancha yukni $4,9 \text{ m/s}^2$ tezlanishda pastga tushirish mumkin?

J: $m=480 \text{ kg}$

50. Muz tepalik bo'ylab, pastdan yuqoriga qarab 200 g massali toshni itarib yuboriladi. Bu tosh, 3 s ichida 10 m masofa o'tgach, qaytadan orqaga dumalab ketadi. Tepalikning qiyaligi, gorizont tekisligi bilan 11° burchak hosil qiladi. Tosh bilan tepalik sirti orasidagi ishqalanish kuchini toping.

J: $F=7,1 \cdot 10^{-2} \text{ H}$

51. Massasi $m_1 = 10 \text{ kg}$ va tezligi $v_1 = 4 \text{ m/s}$ bo'lgan shar massasi 4 kg va tezligi $v_2 = 12 \text{ m/s}$ bo'lgan shar bilan to'qnashadi. Quyidagi ikki hol uchun umumiy tezlikni toping: 1) kichik shar, katta sharni quvib yetadi; 2) sharlar bir-biriga qarama-qarshi harakat qiladi.

To'qnashish to'g'ri, markaziy, noelastik deb qaralsin. J: 1) $\vartheta=6,28$ m/s; 2) $\vartheta=-0,572$ m/s

52. Massasi 240 kg bo'lgan, qayiqda 60 kg massali odam turibdi, qayiq $\vartheta=2$ m/s tezlikda. Odam gorizontaal yo'nalishda qayiqdan $\vartheta_1=4$ m/s tezlik bilan (qayiqqa nisbatan) sakradi. Quyidagi ikki hol uchun qayiqni tezligini toping: 1) qayiqning harakati, yo'nalishi bo'yicha sakrasa; 2) qayiqning harakati yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga sakrasa. J: $\vartheta_2=1$ m/s; $\vartheta_2=3$ m/s

53. Massasi 200 gr bo'lgan shar, $\vartheta_1=10$ m/s tezlik bilan harakat qilib, massasi 800 gr bo'lgan, tinch turgan sharcha bilan to'qnashdi. To'qnashgandan keyingi tezliklari topilsin to'qnashish to'g'ri, markaziy, absolyut elastik deb qaralsin. J: $\vartheta_1'=-6$ m/s; $\vartheta_2'=4$ m/s

54. Massasi 25 kg bo'lgan va 40 m/s tezlik bilan gorizontaal uchib borayotgan snaryad massasi 1875 kg bo'lgan qumli vagonetkaga kelib tegib, qumda tiqilib qolgan. Snaryad kelib tekkuncha vagonetka snaryad harakatining yo'nalishi bo'ylab 2 m/s tezlik bilan ketayotgan bo'lsa, snaryad zarbidan so'ng, vagonetka qanday tezlik bilan harakatlana boshlaydi? Agar, snaryad vagonetka harakatiga qarshi yo'nalishda kelib tegsa, vagonetka qanday tezlik bilan harakat qilardi? J: $\vartheta=3,3$ m/s

55. 6 km/soat tezlik bilan chopib kelayotgan odam tezligi 4,2 km/soat bo'lgan aravani quvib yetadi va unga sakrab chiqadi. Odamning massasi 70 kg va aravaning massasi 100 kg bo'lsa, arava qanday tezlik bilan harakatlanadi. Agar odam aravaga qarama-qarshi tomondan kelib chiqsa, u qanday tezlik bilan harakat qiladi?

J: $\vartheta=4,94$ km/soat; $\vartheta=0$.

56. Og'irligi 50 kg va ishqalanish kuchi 20 H bo'lgan chana qiyalikda turibdi, balandligi 10 metr bo'lgan qiyalikda 100 metr masofaga sudrash uchun qancha ish bajarish kerak. J: $A=7$ kJ

57. Massasi 20 kg bo'lgan jism, 11,5 m balandlikdan tushib, yer sirtida uning tezligi 15 m/s bo'lgan. Havoning qarshiligini yengishda, bajarilgan ishni toping. J: $A=4$ J

58. Prujinali pistoletdan massasi 5 gramm bo'lgan o'q otildi. Prujinaning bikirligi 1,25 kn/m. Prujina $\Delta l=8$ sm ga siqilgan. O'qning pistoletdan chiqib ketish tezligini toping. J: $\vartheta=40$ m/s

59. 20 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan mototsikl dvigateli o'chirildi. Agar, qarshilik koeffitsiyenti 0,05 ga teng bo'lsa, mototsikl qancha masofani o'tib to'xtaydi? J: $S=400$ m

60. Ipga bog'langan 2 kg massali jism $2,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Ipning taranglik kuchini toping (N). $g=10 \text{ m/s}^2$.

J: $T=25$ N

61. Tekislikda yotgan 8 kg massali jism, qanday kuch ta'sirida 1 s da 2 m/s tezlikka erishadi? Jismga ta'sir etayotgan ishqalanish kuchi 4 N ga teng deb hisoblang. J: $F=20$ N

62. Jismga 12N kuch ta'sir etganda, uning harakat tezligi $9_x=10+2t$ qonun bo'yicha o'zgaradi. Jismning massasi qanday (kg)?

J: $m=20$ kg

63. Radiusi 2 sm bo'lgan trosga, og'irligi 6000N bo'lgan yuk osilgan. Mexanik kuchlanishni (Pa) hisoblang ($\pi \approx 3$). J: $2 \cdot 10^7$ Pa

64. Yuqoriga tik otilgan 100 g massali jismga, havoning 1 N qarshilik kuchi ta'sir etayotgan bo'lsa, jismning tezlanish moduli necha m/s^2 ga teng? $g=10\text{m/s}^2$. J: $a=5 \text{ m/s}^2$

65. Tezligi 1,5 m/s va massasi 2 kg bo'lgan jism tezligi, 1 m/s va massasi 3 kg bo'lgan jismni quvib yetib, unga yopishib qoladi. Jismlarning to'qnashgandan keyingi tezligi aniqlansin. J: $9=1,2$ m/s

66. Yer sirtidan uch Yer radiusiga teng balandlikdagi sun'iy yo'ldosh, Yer atrofiga aylana bo'ylab harakatlanishi uchun, qanday tezlikka ega bo'lishi kerak (km/s)? Birinchi kosmik tezlikni 8 km/s deb hisoblang. J: $9=4$ km/s

67. Gorizontaal tekis yo'lda avtomobil 2 m/s^2 tezlanish bilan harakat qilmoqda. Massasi 65 kg bo'lgan odam, o'rindiq suyanchig'iga qanday kuch bilan bosadi? J: $F=780$ N

68. Agar ikki jism orasidagi tortishish kuchi 6 marta oshgan va jismlardan birining massasi shuncha marta kamaytirilgan bo'lsa, ular orasidagi masofa qanday o'zgartirilgan? J: 6 marta kamaytirilgan.

69. 4 Yer radiusiga teng balandlikda, erkin tushish tezlanishi, Yer sirtidagiga nisbatan qanday? J: 25 marta kichik

70. 1 t massali lift tekis tezlauvchan harakat qilib, 10 s da 10 m masofaga tushdi. Lift kabinasini ko'taruvchi arqonning taranglik kuchini toping? $g=10\text{m/s}^2$. J: $T=9,6\text{ kN}$

71. 540 km/soat tezlik bilan uchayotgan samalyot, vertikal tekislikda, radiusi 750 m bo'lgan "Nesterov sirtmog'i" nomli doiraviy figura yasadi. Uchuvchining, sirtmoqning, eng yuqori nuqtasidagi yuklanishini aniqlang. J: 2g

72. Erkin prujinaga 10 H kuch ta'sir etganda, 5 sm ga cho'ziladi. Prujina ustida bajarilgan ishni hisoblang. J: $A=0,25\text{ J}$

73. 30 metrli sharsharadan, bir sekunda 10 kg suv oqib tushadi. Tushayotgan suvni kinetik energiyasining ortish tezligini toping?

J: kinetik energiyani ortish tezligi sekundiga 2,9 J dan.

74. Massasi 4,9 kg bo'lgan jism, gorizontga nisbatan, ma'lum burchak ostida 20 m/s tezlik bilan otildi. Bu jismning tezligi 16 m/s bo'lgan paytda, uning potensial energiyasi qancha bo'ladi? Bu paytda, jism qanday balandlikda bo'ladi? J: $W_p=353\text{ J}$; $h=7,4\text{ m}$

75. Gorizonttal yo'nalishda, massasi 0,5t va 72 km/soat o'zgarmas tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning quvvati topilsin. Ishqalanish koeffitsienti 0,05ga teng. J: 5000Vt

76. Massasi 1,5 tonna bolgan avtomobil, 54 km/soat o'zgarmas tezlik bilan harakatlanmoqda. Dvigatelning har 20 m yo'lda, 1 m balandlikka ko'tarilayotganida va shu qiyalikdan tushayotganida, qanday quvvatga ega bo'lishi hisoblansin. Butun yo'l davomida, 0,08P ga teng ishqalanish kuchi ta'sir qiladi.

J: mos holda $N_1=28,7\text{ kVt}$ va $N_2=6,6\text{ kVt}$

77. Yerda yotgan bir jinsli xodani tik qilib qo'yish uchun, qancha ish bajarish kerak bo'ladi? Xodaning uzunligi 4 m, massasi 8 kg. J: $A=160\text{ J}$

78. Agar, ipga osilgan sharchani muvozanat vaziyatidan, 5 sm balandlikka og'dirib qo'yib yuborsak, uning muvozanat vaziyatidan o'tayotgandagi tezligi qanday bo'ladi (m/s)? J: $9=1\text{ m/s}$

79. 40 N kuch ta'sirida, massasi 2 kg bo'lgan jism, 5 m balandlikka ko'tarilsa, necha joul ish bajariladi? J: $A=200\text{ J}$

80. 10 m uzunlikdagi zinadan, 100 kg massali yuk tushiriladi. Bunda, og'irlik kuchi qanday ish bajargan (kJ)? Zina gorizontga 30° burchak ostida joylashgan. J: $A=5\text{ kJ}$

81. Gorizontal yo'lda 2000 tonnali poyezdni, 20 m/s tezlik bilan harakatlantirayotgan teplovozning quvvatini aniqlang (MVt). $g=10 \text{ m/c}^2$ va ishqalanish koeffisiyentini 0,05 ga teng deb hisoblang.

$$J: N=20 \text{ MVt}$$

82. Tinch turgan aravadagi odam, massasi 8kg bo'lgan toshni 5m/c tezlik bilan gorizontal yo'nalishda oldinga tomon uloqtirdi. Odamning arava bilan birgalikda massasi 160kg bo'lsa, toshni uloqtirishda, odam bajargan ishni aniqlang. $J: A=105 \text{ J}$

83. Massasi 8 kg bo'lgan, o'z og'irlik markazidan o'tgan, o'q atrofida aylanayotgan bir jinsli diskning radiusi, $R=0,3 \text{ m}$ va uning aylanish burchak tezligining vaqtga bog'lanishi, $\omega=A+Bt$ tenglama orqali berilgan. Bunda $B=10 \text{ rad/s}^2$. Disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish kuchini hisobga olmang.

$$J: F=12 \text{ H.}$$

84. Disksimon g'ildirakning radiusi 0,6 m va massasi 25 kg ga teng. Uning gardishiga 800 N urinma kuch ta'sir qilsa, burchak tezlanishi qanchaga teng bo'ladi? G'ildirakning aylanish chastotasi qancha vaqt o'tgach, 120 ayl/s ga mos keladi?

$$J: \epsilon=10,7 \text{ rad/s}^2, t=70,4 \text{ s.}$$

85. 15 ayl/s chastota bilan aylanayotgan g'ildirakning inersiya momenti, $150 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ga teng. Aylantiruvchi momentning ta'siri to'xtatilgandan so'ng, u 30 sekunddan keyin to'xtaydi. 1) Ishqalanish kuchining momenti, 2) g'ildirak to'xtaguncha necha marta aylanadi?

$$J: M_{\text{tot}}=471 \text{ N}\cdot\text{m}, N=225$$

86. Uchiga massasi 8 kg bo'lgan yuk osilgan ip, $R=0,3 \text{ m}$ radiusli barabanga o'ralgan. Agar, yuk pastga $a=1,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tushayotgan bo'lsa, barabanning inersiya momenti topilsin.

$$J: J=4 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

87. Minutiga 1200 marta aylanayotgan ventilator, manbadan uzilgandan keyin, tekis sekinlanuvchan harakatlanib, to'xtaguncha 90 marta aylanadi. Tormozlanish ishi 80 J ga teng. Ventilatorning inersiya momenti va tormozlanish kuchining momenti topilsin.

$$J: J=0,01 \text{ kg}\cdot\text{m}^2, M_{\text{tor}}=0,14 \text{ N}\cdot\text{m}$$

88. Diametri 10 sm va massasi 0,3 kg bo'lgan shar, gorizontal tekislikda, 5 ayl/s chastota bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Sharning kinetik energiyasi topilsin. $J: W=0,52 \text{ J}$

89. Og'irligi 4 kg bo'lgan disk, gorizontal tekislikda, 5 m/sek tezlik bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasi

topilsin. J: $W=75 \text{ J}$

90. Radiusi 25 sm va og'irligi 2 kg bo'lgan disk, o'z markazidan tekisligiga tik ravishda o'tgan o'q atrofida, 10 ayl/s bilan aylanadi. Diskni to'xtatish uchun qancha ish bajarish kerak?

J: $A=123,2 \text{ J}$

91. $R=10 \text{ sm}$ radiusli mis shar, o'z og'irlik markazidan o'tuvchi o'q atrofida, $n=2 \text{ ayl/s}$ ga mos tezlik bilan aylanadi. Sharning burchak tezligini ikki marta orttirish uchun, qanday ish bajarish kerak?

J: $A=122 \text{ J}$

92. Inersiya momenti $4 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ bo'lgan g'ildirak, tormozlanish natijasida, tekis sekinlanuvchi aylanma harakat qilib, 1 minut davomida, o'z tezligini 240 ayl/s dan 120 ayl/min gacha kamaytiradi. 1) G'ildirakning burchak tezlanishi; 2) Tormozlovchi momenti; 3) Tormozlanish ishi; 4) G'ildirakning shu minut davomidagi aylanishlari soni topilsin. J: $\varepsilon=-0,21 \text{ rad/s}^2$; $M_{\text{tor}}=0,84 \text{ N}\cdot\text{m}$; $A=946,5$

J: $N=179,4$

93. Kosinuslar funksiyasi asosida, garmonik tebranayotgan nuqta harakat boshlanishdan qancha vaqt o'tgach, muvozanat vaziyatdan $1/2$ amplitudaga teng siljiydi. Tebranish davri 6 sekund va boshlang'ich faza nolga teng. J: $t=1 \text{ sekund}$

94. Amplitudasi 5 sm , davri 4 sekund bo'lgan garmonik tebranayotgan nuqtaning maksimal tezligini va uning maksimal tezlanishini toping. $\pi=3$ deb olinsin. J: $v_{\text{max}}=7,5 \text{ sm/s}$; $a_{\text{max}}=11 \text{ sm/s}^2$

95. Prujina $1,5 \text{ N}$ kuch ta'sirida, 2 sm cho'zilishi ma'lum bo'lsa, unga, osilgan 4 kg yukning vertikal tebranish davrini aniqlang. J: $T=1,45 \text{ s}$

96. Toshlar qo'yiladigan torozi pallas, osilgan prujining vertikal tebranishlar davri 1 sekundga teng. Agar pallaga qo'shimcha yuk qo'yilganidan keyin, vertikal tebranishlar davri $1,2 \text{ sekund}$ bo'lsa, shu qo'shimcha yuk tufayli, prujina qanchagacha cho'zilgan?

J: $\Delta x=11 \text{ sm}$

97. Yuk osilgan prujina 10 sm amplituda bilan tebranmoqda. Yuk tebranishining maksimal kinetik energiyasi 5 J ekanligi ma'lum bo'lsa, prujining elastiklik koeffitsientini toping. J: $k=2 \text{ kN/m}$

98. Garmonik tebranma harakatda bo'lgan jismning to'la energiyasi $W=60 \text{ mJ}$, jismga ta'sir etuvchi maksimal kuch $F_{\text{mak}}=3 \text{ mN}$ ga teng. Tebranish davri $T=4 \text{ s}$ va boshlang'ich faza $\phi_0=\pi/3$

bo'lsa, bu jismning harakat tenglamasini yozing. J: $x=0,04\sin(\frac{\pi}{4}t+\frac{\pi}{3})$

99. So'nish logarifmik dekrement 0,2 ga teng bo'lgan mayatnikning bir marta to'la tebranishida, amplitudasi necha marta

kamayishini toping. J: $\frac{A_1}{A_2} = 1,2$

100. Matematik mayatnikning tebranish amplitudasi 1 min. da ikki marta kamaysa, uning logarifmik dekrementi qanchaga teng bo'ladi? Mayatnik uzunligi 1 m. J: $\chi=0,023$

101. So'nish logarifmik dekrementi $\chi=0,01$ va uzunligi 24,7 sm bo'lgan matematik mayatnikning tebranish energiyasi, qancha vaqtdan keyin, 9,4 martaga kamayadi. J: $t=120$ s

102. Chastotasi 3 Gs, tebranishlarning boshlang'ich fazasi $\phi_0=\pi/4$ va amplitudasi $A=5$ sm bo'lgan, garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. J: $x=5\sin(\pi t+\frac{\pi}{4})$ sm

103. Agar, moddiy nuqta bir tebranish davrida 48sm yo'l yursa, tebranishlar amplitudasi qanday bo'ladi? J: $A=12$ sm

104. Matematik mayatnikning tebranishlar qonuni $x=0,2 \sin 2 t(m)$ ko'rinishga ega. Mayatnikning uzunligini (m) aniqlang. $g=10 \text{ m/s}^2$.

J: $l=2,5$ sm

105. Prujinali mayatnikka osilgan yuk, 0,05c da, muvozanat vaziyatidan 0,5 sm ga siljidi. Tebranish amplitudasini 1sm deb qabul qilib, tebranishlar davrini (s) toping. J: $T=0,6$ s

106. Tebranish amplitudasi 5 sm va davri 0,02c bo'lgan garmonik tebranishning tenglamasini tuzing. J: $x=0,05\sin 100\pi t$

107. Massasi 1 kg bo'lgan yuk, tik turgan prujina ustiga qo'yilganda, u 10 sm siqildi. Prujinaning bikirligi qanday (N/m)?

J: $k=100 \text{ N/m}$

108. Agar, prujinani 10 mm ga cho'zish uchun 1 J ish bajarilgan bo'lsa, 30 mm ga cho'zish uchun, qanday ish bajarish kerak bo'ladi (J)? J: $A_2=9 \text{ J}$

109. Diametri 0,6 m bo'lgan silindrsimon idishning asosida, 1 sm diametrli teshik bor. Idishdagi suv sathining balandligi $h=0,5$ m bo'lganda, suv sathining pasayish tezligi topilsin. J: $g=8,7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

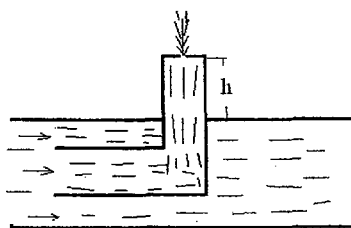
110. Stol ustidagi suvli idishning yon sirtida, idishning asosidan h_1 masofada va suvning sathidan h_2 masofada joylashgan teshigi bor. Idishdagi suvning sathi har doim o'zgarmas saqlanadi. Suv oqimi

stolga (gorizontal bo'ylab) qanday masofada tushadi? Masala: 1) $h_1=25$ sm va $h_2=16$ sm; 2) $h_1=16$ sm va $h_2=25$ sm hollar uchun yechilsin. J: Ikkala holda ham, suv oqimi 0,4 m nariga borib tushadi.

111. Tagi teshilgan keng idish, suv va kerosin bilan to'ldirilgan. Suv qatlamining qalinligi $h_1=30$ cm, kerosin qatlamining qalinligi $h_2=20$ cm. Yopishqoqlikni hisobga olmasdan, teshikdan chiqayotgan suvning tezligi topilsin. J: $9=3$ m/s

112. Katta bakdagi suv, to'g'ri burchak ostida bukilgan naydan oqib chiqmoqda. Suvni sarf bo'lishi $Q=0,50$ l/s. Nayning bakdan bukilgan joyigacha bo'lgan to'g'ri qismi $\ell=22$ sm, ichki radiusi $r=0,50$ cm. Suvni nay devoriga beradigan reaksiya kuchining momentini 0 nuqtaga nisbatan aniqlang. J: $M=0,7$ N·m

113. Bukilgan nay suv oqimiga qarshi qilib tushirilgan (1-rasm). Suv oqimi tezligi, nayga nisbatan 25 m/s ga teng, suv sathidan 12 sm balandlikda, nayning tepa qismida, uncha katta bo'lmagan teshik bor. Shu teshikdan chiqayotgan suv oqimi, qancha balandlikka ko'tariladi?



2-rasm

J: $h_1=0,2$ m

114. Uyga ulangan shahar suv tarmog'i, 100 metr balandlikdan o'tadi, shahar suv tarmog'idagi bosim 4 atm bo'lsa, qanday bosim ostida uyga suv keladi. J: $R=1,38 \cdot 10^6$ Pa=13,8 atm
Balandligi 50 metr bo'lgan shar-sharadan tushayotgan suvning temperaturasi, qanchaga o'zgaradi. J: $\Delta t=0,117^\circ\text{C}$

115. Daryodagi suv oqimini 2 km ga teng uzunligidagi balandlikni o'zgarishi, 200 m ni tashkil qiladi. Agar, suv oqimini tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydi deb olsak, suv oqimning temperaturasi qanchaga ortadi? J: $\Delta t=0,467^\circ\text{C}$

116. Idishga har 1 sekundda, 0,2 l suv quyib boriladi. Bunda, idishdagi suvning sathi $h=8,3$ sm balandlikda o'zgarmasdan qolishi uchun, idish tubidagi teshikning d diametri qanday bo'lishi kerak.

J: $d=1,4 \cdot 10^{-2}$ m

117. Silindr idishga, massalari miqdori jihatdan teng bo'lgan simob va suv quyilgan. Ikkala suyuqlik qatlamining umumiy balandligi $h_0=50$ sm ga teng. Suyuqliklarni idish tubiga ko'rsatgan P

bosimi topilsin. J: $P=0,73 \cdot 10^5$ Pa

118. Tutash idishlarga, dastlab simob quyiladi, keyin esa, idishlardan biriga $h_1=21,5$ sm balandlikda suv, ikkinchisiga esa, benzin quyiladi, bunda, suv bilan benzinning yuqori sathlari barobar bo'lgan. Tutash idishdagi simob sathlari orasidagi Δh farqi qanday bo'ladi? Simob, suv va benzinning mos ravishdagi zichliklari $\rho_1=13,6 \cdot 10^3$ kg/m³, $\rho_2=1 \cdot 10^3$ kg/m³ va $\rho_3=0,7 \cdot 10^3$ kg/m³ ga teng. J: $h=0,09$ m

119. Gorizontaal yo'nalgan suv oqimi, vertikal devorga uriladi. Suvning oqish tezligi $9=10$ m/s va suv $S=4$ sm² yuzaga ega bo'lgan trubadan kelayotgan bo'lsa, oqim devorga qanday kuch bilan bosadi? Urilishdan keyin suv devor bo'ylab oqadi deb qabul qiling. J: $F=4$ N

120. U silindrsimon shakldagi tutash idish radiuslari ikki marta farqlanadigan naylardan yasalgan. Tutash idishga avval simob solinadi, so'ngra ingichka naychaga suv quyiladi. Natijada yo'g'on naydagi simob sathi avvalgiga nisbatan, $7,4 \cdot 10^3$ m ko'tariladi. Ingichka naydagi suv ustunining balandligini aniqlang. Simob va suvning zichliklari $\rho_1=13,6 \cdot 10^3$ kg/m³ va $\rho_2=1 \cdot 10^3$ kg/m³ ga teng. J: $h=0,2$ m

121. Dinamik yopishqoqligi $D=1,0$ N·s/m² ga teng glitserin quyilgan idishning yon sirtiga, radiusi $r=1,2$ mm va uzunligi $l=18$ sm bo'lgan kapilyar naycha o'rnatilgan. Idishdagi glitserinning sathi, kapillar naychadan $h=0,25$ m balandlikda o'zgarmas holda saqlanadi. Kapillar naychadan 10 sm³ glitserin oqib chiqishi uchun qancha vaqt kerak bo'ladi? J: $t=880$ s $c=14,6$ min

122. Agar, bo'yoq pultidan 25 m/s tezlik bilan suyuq bo'yoq oqib chiqayotgan bo'lsa, kompressor bo'yoq pultida qanday bosim hosil qiladi? Bo'yoqning zichligi $0,8$ g/sm³ ga teng. J: $P=2,5 \cdot 10^5$ Pa

123. Quvurning keng qismida suvning oqish tezligi 1 m/s bo'lsa, uning diametri 2 marta kichik bo'lgan tor qismida, suvning oqish tezligi qanday bo'ladi (m/s)? J: $9_2=4$ m/s

II- 6o6. MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

9-§. IDEAL GAZ QONUNLARI

Gaz holatini (V), bosim (P), temperatura (T) kabi termodinamik parametrlar bilan harakterlashi mumkin. Berilgan gaz ($m=\text{const}$) massasi uchun:

Boyl-Mariott qonuni: $T=\text{const}$ (izotermik protses):

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{yoki} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Bundan,

$$PV = \text{const}$$

Gey-Lyussak qonuni - $P=\text{const}$ (izobarik protses):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{V}{T} = \text{const}$$

Sharl qonuni - $V=\text{const}$ (izoxorik protses):

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{P}{T} = \text{const}$$

Klapeyron tenglamasi:

$$\frac{PV}{T} = \text{const}$$

Mendeleev-Kleypeyron tenglamasi:

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

bunda, P, V - gazning bosimi va hajmi, $R=8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ gazning universal doimiyliigi, μ -bir mol gazning massasi, $v = m/\mu$ moda miqdori, m- gaz massasi, T - absolut temperatura.

Dalton qonuni:

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

Bitta molekulaning massasi:

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

Berilgan gaz massasidagi molekular soni:

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

bu yerda, N_A - Avagadro soni. Har qanday moddaning bir mol miqdoridagi molekular soni bir xil bo'ladi, ya'ni $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ga teng.

Hajm birligidagi molekular soni:

$$n_0 = \frac{N}{V}$$

yoki,

$$n_0 = \frac{v N_A}{V} = \frac{m N_A}{\mu V} = \rho \frac{N_A}{\mu}$$

bunda, ρ - gazning zichligi.

10-§. MOLEKULAR KINETIK NAZARIYA ASOSLARI

Gazlar molekular kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi:

$$P = \frac{2}{3} n \bar{E}_k = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

bunda, n -hajm birligidagi molekularlarning soni, m_0 – molekulaning massasi $\bar{E}_k$ -bitta molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi:

$$\bar{E}_k = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

Molekular ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT$$

bunda, k - Bolsman doimiysi bo'lib, son jihatidan.

$$k = \frac{R}{N_A} = \frac{8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})}{6,025 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

ga teng.

Hajm birligidagi molekular soni, gaz bosimi bilan quyidagicha bog'langan:

$$n = \frac{P}{kT}$$

Normal sharoitdagi 1m^3 gaz hajmidagi molekular soni - Loshmidt soni:

$$n_0 = \frac{P_0}{RT_0} = 2,69 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

1 mol ideal gazning ichki energiyasi:

$$U = \frac{i}{2} RT$$

m - massali ideal gazning ichki energiyasi:

$$U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

bu yerda, i - molekularning erkinlik darajalari.

Gaz molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi:

$$\bar{g} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

Molekulaning o'rtacha arifmetik tezligi:

$$g = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$$

Molekulaning ehtimolligi, eng katta bo'lgan tezligi:

$$g_{\text{eh}} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$$

bu yerda, k - Bolsman doimiysi, m_0 - bitta molekula massasi, T - absolut temperatura, R - gazning universal doimiysi, μ - molar massa.

Yerning tortish maydonida balandlik oshgan sari, gaz molekularning soni eksponensial ravishda kamayib boradi:

$$n = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

Barometrik formula:

$$P = P_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

Moddaning issiqlik sig'imi:

$$C = \frac{dQ}{dT}$$

Bir mol moddaning issiqlik sig'imi:

$$C = \frac{c}{\nu} = \frac{c\mu}{m}$$

Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi:

$$c_m = \frac{Q}{m\Delta t}$$

O'zgarmas hajmdagi 1 mol gazning issiqlik sig'imi:

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

O'zgarmas hajmdagi gazning solishtirma issiqlik sig'imi:

$$c_v = \frac{C_v}{\mu} = \frac{i}{2} \frac{R}{\mu}$$

O'zgarmas bosimdagi gazning molar issiqlik sig'imi:

$$c_p = \frac{C_p}{\mu} = \frac{i+2}{2} \cdot \frac{R}{\mu}$$

O'zgarmas bosimdagi gazning issiqlik sig'imini (S_R), o'zgarmas hajmdagi gazning issiqlik (S_v) sig'imiga nisbati:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i}$$

Robert-Mayyor tenglamasi:

$$C_p - C_v = \frac{R}{\mu}, \quad C_p - C_v = R, \quad C_p = C_v + R$$

11-§. GAZLARDA KO'CHISH HODISALARI

Gaz molekularining o'rtacha to'qnashishlar soni:

$$\bar{z} = \sqrt{2} \pi \sigma^2 n \bar{g}$$

bunda, σ - molekulaning effektiv diametri, n - hajm birligidagi molekular soni, $\bar{g}$ - molekulaning o'rtacha arifmetik tezligi.

Molekular erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi:

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{g}}{z} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi \sigma^2 n}$$

Diffuziya paytida ko'chirilgan gaz massasi:

$$M = -D \left(\frac{\Delta \rho}{\Delta x} \right) \Delta S \cdot \Delta t$$

bunda D - diffuziya koeffitsienti, $\Delta \rho / \Delta x$ - gaz zichligining gradiyenti, ΔS - gaz o'tayotgan yuza, Δt - diffuziya vaqti.

Diffuziya koeffitsienti quyidagiga teng:

$$D = \frac{1}{3} \bar{g} \bar{\lambda}$$

bunda, $\bar{g}$ - o'rtacha arifmetik tezlik, $\bar{\lambda}$ - erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi.

Gaz qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi:

$$F = -\eta \left(\frac{\Delta g}{\Delta x} \right) \Delta S$$

bunda, η - ichki ishqalanish koeffitsienti, ΔS - ishqalanuvchi qatlamlarning yuzasi, $\Delta g / \Delta x$ - tezlik gradiyenti.

Ichki ishqalanish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \bar{g} \bar{\lambda}$$

bunda, ρ - gaz zichligi.

Biror ΔS yuzasidan Δt vaqt oralig'ida o'tgan issiqlik miqdori:

$$\Delta Q = -K \left(\frac{\Delta T}{\Delta x} \right) \Delta S \cdot \Delta t$$

bunda, K - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $\Delta T / \Delta x$ - temperatura gradiyenti.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagiga teng:

$$K = \frac{1}{3} \rho \bar{g} \bar{\lambda} c_v$$

bunda, c_v - o'zgarmas hajmdagi gazning solishtirma issiqlik sig'imi.

12-§. TERMODINAMIKA

Termodinamikaning birinchi qonuni:

$$Q = \Delta U + A$$

bunda, Q - sistemaga berilgan issiqlik miqdori, ΔU - sistema ichki energiyasining o'zgarishi, A - sistema tomonidan bajarilgan ish.

Hajm o'zgarganda gazning bajargan ishi:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

bunda, V_1 va V_2 gazning boshlang'ich va oxirgi hajmlari.

Izoxorik protsessda $V = \text{const}$ bo'lganligi sababli $A = 0$ ga. Demak, berilgan issiqlik miqdori $Q = \Delta U$. Sistema ichki energiyasining o'zgarishi:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \cdot \Delta T$$

bunda, m -gaz massasi, ΔT -gaz temperaturasi o'zgarishi, i -molekulaning erkinlik darajasi, μ - molar massa.

Izobarik protsesda ($P = \text{const}$) bajarilgan ish:

$$A = p \cdot \Delta V = \frac{m}{\mu} R \cdot \Delta T$$

Gazga berilgan issiqlik miqdori:

$$Q = \Delta U + A = C_v m \Delta T + \frac{m}{\mu} R \cdot \Delta T = C_p m \Delta T$$

bunda, S_p - o'zgarmas bosimdagi gazning solishtirma issiqlik sig'imi.

Izotermik protsessda ($T = \text{const}$) bajarilgan ish:

$$A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Issiqlik miqdori:

$$Q = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Adiabatik protsessda: $Q = 0$

$$\Delta U = -A = C_v m \Delta T$$

Yoki,

$$A = C_V m (T_1 - T_2),$$

$$A = \frac{m}{\mu} \frac{RT_1}{\gamma^{-1}} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right]$$

bunda T_1 - boshlang'ich temperatura, bu yerda, $\gamma = C_P/C_V$

Puasson tenglamalari:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma}, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

Issiqlik mashinalarining foydali ish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

bunda, Q_1 - isitgichdan olingan va Q_2 - sovitgichga berilgan issiqlik miqdorlari.

Karno siklining foydali ish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

bunda, T_1 - isitgichning va T_2 - sovitgichning temperaturalar.

13-§ REAL GAZLAR

Real gaz holat tenglamasi (bir kilomol uchun Van-der-Vaals tenglamasi):

$$\left(P + \frac{a}{V_0^2} \right) (V_0 - b) = RT$$

bunda, a - va b lar Van-der-Vaals tuzatmalari, V_0 - bir kilomol gazning hajmi.

Bir mol real gazning ichki energiyasi:

$$U = C_V T - \frac{a}{V_\mu}$$

bunda, S_V - o'zgarmas hajmdagi gazning molar issiqlik sig'imi, T - temperatura, V_μ - bir mol gazning hajmi.

Massasi m bo'lgan real gazning ichki energiyasi:

$$U = \frac{m}{\mu} \left(C_V T - \frac{a}{V_\mu} \right)$$

MASALA YECHISH NAMUNALARI.

1-masala. Radiusi 5 sm bo'lgan shisha ballondagi havo bosimi, nasos orqali juda yaxshi siyraklashtirilib, $1,33 \cdot 10^{-11}$ Pa gacha pasaytirilgan bo'lsa, 290°K temperaturada ballondagi molekularlar soni qancha bo'ladi?

Berilgan:

$$R=5\text{sm}=0,05\text{m}$$

$$P=133 \cdot 10^{-11} \text{ Pa}$$

$$T=290^\circ \text{ K}$$

Topish kerak: N-?

Yechilishi: hajm birligidagi molekularlar soni siyraklangan havo bosimi bilan quyidagicha bog'langan

$$n = \frac{P}{kT} \quad (1)$$

(1) formulani V hajmli havo molekulari uchun yozadigan bo'lsak, quyidagi

$$N = \frac{PV}{kT} \quad (2)$$

formulani hosil qilamiz, bunda, N- ballondagi molekularlarning umumiy soni, $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ Bolsman doimiysidir.

Ballonning hajmi quyidagiga teng:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (3)$$

(3) ni (2) ga quyib, ballondagi molekularlarning umumiy sonini topamiz:

$$N = \frac{4\pi R^3 P}{3kT} \quad (4)$$

Bu formulaga berilgan kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$N = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 125 \cdot 10^{-6} \cdot 133 \cdot 10^{-11}}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290} \approx 1,7 \cdot 10^8$$

Javob: $N=1,7 \cdot 10^8$ dona

2-masala. Normal sharoitda azot gazining diffuziya koeffitsienti $D=1,42 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Uning shu sharoitdagi ichki ishqalanish koeffitsienti qanday bo'ladi?

Berilgan:

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

$$R=1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$D=1,42 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Topish kerak: η - ?

Yechilishi. Ichki ishqalanish koeffitsienti (dinamik yopishqoqlik) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{1}{3} \bar{g} \cdot \bar{\lambda} \rho \quad (1)$$

bunda, $\bar{g}$ - molekullarning o'rtacha arifmetik tezligi, $\bar{\lambda}$ - molekula erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi, ρ - azot gazining berilgan bosim va temperaturadagi zichligi.

Ma'lumki, diffuziya koeffitsienti quyidagicha ifodalanadi:

$$D = \frac{1}{3} \bar{g} \cdot \bar{\lambda} \quad (2)$$

(1) va (2) formulalardan quyidagini hosil qilamiz:

$$\eta = D \cdot \rho \quad (3)$$

Mendeleev-Klayperon tenglamasidan foydalanib, ρ ni aniqlaymiz.

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad \text{va} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad (4)$$

bundan quyidagi kelib chiqadi:

$$\rho = \mu \cdot \frac{P}{RT} \quad (5)$$

bunda, $\mu=28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ azotning molar massasi, $R=8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ gazning universal doimiysi, (5) ni (3) ga qo'ysak:

$$\eta = \mu \frac{DP}{RT} \quad (6)$$

kelib chiqadi. Bu formulaga berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblaymiz:

$$\eta = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot \frac{1,42 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s} \cdot 1,01 \cdot 10^5 \text{ N} / \text{m}^2}{8,31 \text{ J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K} \cdot 273^0 \text{ K}} = 1,76 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Javob: $\eta = 1,76 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

3-masala. 2 kg massali kislorod $2,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ bosim ostida 1 m^3 hajmni egallaydi. Gaz, avval o'zgarmas bosim ostida isitilganda, hajmi 3 m^3 gacha ortgan, so'ng hajmni doimiy saqlab isitilganda, bosimi $5,05 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ gacha ortgan. Gaz ichki energiyasining ortishini, bajargan ishini va unga berilgan issiqlik miqdorini toping.

Berilgan:

$m = 2 \text{ kg}$

$P_1 = 2,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$V_1 = 1 \text{ m}^3$

$\mu = 32 \text{ kg/kmol}$

$i = 5$

a) $P = \text{const}$, $V_2 = 3 \text{ m}^3$

b) $V = \text{const}$, $P = 5,05 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Yechilishi. Gazning ichki energiyasining o'zgarishi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\Delta U = C_V m \Delta T \quad (1)$$

bu yerda, C_V - hajm o'zgarimagandagi gazning solishtirma issiqlik sig'imi, u

Topish kerak: ΔU - ? ΔA - ? ΔQ - ? quyidagicha ifodalanadi.

$$C_V = \frac{iR}{2\mu} \quad (2)$$

bu yerda, i - gaz molekulasining erkinlik darajasi, $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ - gazning universal doimiysi, kislorod 2 atomli bo'lganligi uchun $i = 5$ ga teng.

(2) ni (1) ga qo'ysak

$$\Delta U = \frac{iR}{2\mu} m \Delta T \quad (3)$$

hosil bo'ladi. Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, gazning boshlang'ich va oxirgi temperaturasini topamiz.

$$PV = \frac{m}{\mu} \cdot RT \quad (4)$$

Bundan,

$$T_1 = \frac{2,02 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 8,31} = 388K$$

$$T_2 = \frac{5,05 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 8,31} = 2910K$$

(4) dan $T_2 - T_1$ ni topamiz va uni (3) ga qo'yamiz va quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$\Delta U = -\frac{5}{2} \cdot \frac{8,31}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 2(2910 - 388) = 3,27 \cdot 10^6 J$$

O'zgarmas bosim ostida gazning kengayishi ishi $A = P(V_2 - V_1)$ ga teng. Mendellev-Klapeyron tenglamasidan

$$V_1 = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{R}{P} T_1 \quad \text{va} \quad V_2 = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{R}{P} T_2$$

hajmlarni topib, bajarilgan ishni temperaturalar farqi orqali ifodalaymiz:

$$A_1 = \frac{m}{\mu} R \Delta T$$

Gaz hajmini o'zgartirmasdan isitilganda, bajarilgan ish nolga teng bo'ladi, ya'ni $A_2 = 0$ u holda gazning bajargan ishi

$$A = A_1 = \frac{m}{\mu} R \cdot \Delta T = \frac{2kg \cdot 8,31 J / (mol \cdot K) \cdot 2522K}{32kg / mol} = 1,32 \cdot 10^6 J$$

Termodinamikaning 1 qonuniga asosan, gazga berilgan issiqlik miqdori:

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

bo'ladi. Son qiymatlarini qo'ysak

$$\Delta Q = 3,27 \cdot 10^6 J + 1,32 \cdot 10^6 J = 4,59 \cdot 10^6 J$$

$$\text{Javob: } \Delta U = 3,27 \cdot 10^6 J; \Delta A = 1,32 \cdot 10^6 J; \Delta Q = 4,59 \cdot 10^6 J$$

4-masala. Hajmi 3 l va bosimi $2 \cdot 10^3$ Pa bo'lgan kislorod gazining temperaturasi 300^0 K. Shu gazning zichligi va gaz molekularining o'rtacha kinetik energiyasi topilsin.

Berilgan:

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

$$P=2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$T=300^0\text{K}$$

Topish kerak: ρ - ? W - ?

Yechilishi. Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan, ya'ni

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

dan

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

ga teng ekanligini e'tiborga olib,

$$\rho = \frac{P\mu}{RT}$$

ni yozamiz. Bunda, P - bosim, $\mu = 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ kislorodning molar massasi, T - absolut temperatura, $R=8,31\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ gazning universal doimiysi.

Berilgan kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib kislorod gazining zichligini hisoblaymiz:

$$\rho = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}}{8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 300^0 \text{ K}} = 2,58 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^3$$

Ma'lumki, gaz molekulasining o'rtacha kinetik energiyasi

$$W_0 = \frac{3}{2} kT$$

$k = \frac{R}{N_A}$ ni hisobga olsak

$$W_0 = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$$

Har bir erkinlik darajasiga mos keladigan kinetik energiya miqdori

$$W_{or} = \frac{i}{2} kT$$

bilan ifodalanadi. N ta molekullarning o'rtacha kinetik energiyasi:

$$W_{or} = \frac{i}{2} \frac{R}{N_A} T$$

lekin,

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

ga teng ekanligini e'tiborga olib, gazning ichki energiyasini yozamiz:

$$W = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} RT$$

bunda, i - gaz molekulasining erkinlik darajasi. Bir atomli molekula uchun i=3, ikki atomli molekula uchun i=5, uch va undan ortiq atomli molekula uchun i=6 ga teng.

Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan mRT/μ ni PV ko'paytma bilan almashtirib, gaz molekulasining o'rtacha kinetik energiyasini topamiz:

$$W = \frac{i}{2} PV$$

Berilgan kattaliklarni son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$W = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 15 \text{ J}$$

Javob: $\rho = 2,58 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^3$.

14-§. MOLEKULAR FIZIKAGA DOIR MASALALAR

1. Gazning hajmini 0°C dagi hajmidan ikki marta orttirish uchun gazni necha gradusgacha izobar ($P=\text{const}$) qizdirish kerak?

J: $T=273^{\circ}\text{C}$

2. Gazni 1°SC izobar qizdirilganda uning hajmi ikki marta ortgan bo'lsa, gazning boshlang'ich temperaturasi qanday bo'lgan?

J: $T_1=1^{\circ}\text{K}$

3. Porshen ko'tarilganda 10^4 kgm ish bajarilishi uchun silindrda 0°C da bo'lgan 4 m^3 havoni necha gradus izobar qizdirishi kerak? Porshen ostidagi havo $1,5\text{ atm}$ bosim ostida bo'ladi. J: $\Delta T=45,5^{\circ}\text{K}$

4. Gaz 17°C temperaturada V hajmni egallaydi. Gazning hajmi $0,6V$ ga teng bo'lishi uchun, uni qanday temperaturagacha izobar sovutish kerak? J: $T_2=174^{\circ}\text{K}$

5. Siqilgan gaz solingan ballondagi manometr 27°S temperaturada 90 kg/sm^2 bosimni ko'rsatmoqda. Gaz -23°C gacha sovutilsa, manometr qanday bosimni ko'rsatadi? Sovutish natijasida, ballon sig'iminin o'zgarishi nazarga olinmasin. J: $R=0,075\text{ Pa}$

6. Temperatura -13°C bo'lganda ballondagi manometr 90 kg/sm^2 bosimni ko'rsatayotgan bo'lsa, sig'imi 10 l bo'lgan ballondagi kislorod massasini toping. Normal sharoitda kislorodning zichligi $\rho_0=1,429\text{ g/l}$. J: $m=1,307\text{ kg}$

7. Radiusi 5 sm bo'lgan shisha ballondagi havo bosimi, nasos orqali juda yaxshi siyraklashtirilib, $133\cdot 10^{-11}\text{ Pa}$ gacha pasaytirilgan bo'lsa, 290 K temperaturada ballondagi molekulalar soni qancha bo'ladi? J: $N=1,71\cdot 10^8$

8. Hajmi 10 litr bo'lgan yopiq idishda 15 g kislorodning haroratini 18°C dan 38°C gacha ko'tarilgan. Gazning isitilishdan oldingi va keyingi bosimi topilsin. J: $R_1=1,13\cdot 10^5\text{ Pa}$; $R_2=1,17\cdot 10^5\text{ Pa}$

9. Ballondagi 20 kg gazni bosimi 20 MPa ga teng. Agar ballondan Δm gaz olinsa, bosim 5 MPa ga teng bo'ladi. Ballondan qancha gaz olingan? Temperaturani o'zgarmas deb oling. J: $\Delta m=15\text{ kg}$

10. Neon gazini ideal gaz deb qarab, uning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi C_R va o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi C_V ni hisoblang. J: $C_R=0,52\text{ J/kg}\cdot\text{grad}$, $C_V=0,31\text{ J/kg}\cdot\text{grad}$

11. 0,024 kg karbonat oksidi (SO) va 0,036 kg karbonat angidrid (SO₂) gazlaridan tashkil topgan aralashmaning o'zgarmas hajm va o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'irlarini toping.

J: $C_R=2800 \text{ J/kg}\cdot\text{grad}$, $C_V=1400 \text{ J/kg}\cdot\text{grad}$

12. Hajmi $V=5,6 \text{ dm}^3$ bo'lgan idishda 10^5 Pa bosim ostida havo bor. Agar, havoga $Q=1430 \text{ J}$ issiqlik miqdori berilsa, idishdagi bosim nimaga teng bo'ladi. Havoni molar issiqlik sig'imi $C_V=21 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$. J: $P_1=P(1+QR/C_VPV)=2\cdot 10^5 \text{ Pa}$

13. 17°C temperaturada 25 g kislorodning issiqlik harakat energiyasi nimaga teng? Bu energiyaning qancha qismi molekulalarning ilgarilanma harakatiga va qancha qismi aylanma harakatiga to'g'ri keladi. J: $W=4,7 \text{ J}$, $W_{il}=2,8 \text{ J}$, $W_{ayl}=1,9 \text{ J}$

14. 10°C temperaturada 10 g kislorod $3\cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ o'zgarmas bosimda isitilgandan keyin, gaz kengayib 10 l hajmni egallaydi. 1) Gazning olgan issiqlik miqdori. 2) Gaz molekulalarining isitilgandan oldingi va keyingi issiqlik harakati energiyasi topilsin.

J: $Q=7,92\cdot 10^3 \text{ J}$; $U_1=1837 \text{ J}$; $U_2=7500 \text{ J}$.

15. Normal sharoitda 2 l hajmli yopiq m gramm azot va m gramm argon bor. Bu gaz aralashmasini 100° ga isitish uchun, unga qancha issiqlik miqdori berish kerak? J: $Q=155 \text{ J}$

16. Adiabatik ravishda ikki atomli gazning hajmi 2 marta orttirilsa, gaz molekulalarining 1 sekundagi to'qnashishlar soni necha marta kamayadi? J: 2,3 marta.

17. Vodorodning diffuziya va ichki ishqalanish koeffitsientlari ma'lum bir sharoitda, mos ravishda $D=1,42 \text{ sm}^2/\text{sek}$ va $\eta=8,5\cdot 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{s/m}$ ga teng. Bu sharoitda 1 m^3 hajmdagi vodorod molekulalarining sonini toping. J: $n = \frac{N_0 \eta}{\mu D} = 1,8\cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$

18. Geliy gazining normal sharoitdagi diffuziya koeffitsienti hisoblansin. J: $D=8,4\cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

19. Vodorod molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li normal sharoitda $1,6\cdot 10^{-7} \text{ m}$ ga teng bo'lsa, bunday sharoitda vodorodning diffuziya koeffitsienti topilsin. J: $D=0,91\cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

20. Gaz izotermik V_1 hajmdan $V_2=2V_1$ hajmgacha kengayganda 575 J ga teng ish bajargan. Bu temperaturadagi gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi topilsin. Gazning massasi

10 g. J: $\sqrt{v^2} = 5000 \text{ m/s}$

21. Xona temperaturasiidagi kislorod molekulasini o'rtacha kvadratik tezligi topilsin. J: $\sqrt{g^2}=483 \text{ m/s}$

22. Benzinli dvigatelining siqilish darajasi (silindri hajmining maksimal qiymatini, minimal qiymatiga nisbati) 8 ga teng, ya'ni, $V_2/V_1=8$ yongan tutunning temperaturasi, yonish temperaturasi nisbatini toping. J: $T_2/T_1=(1/8)^{0.4}=0,435$

23. Siqilish darajasi $V_2/V_1=8$ ga teng bo'lganda, Benzinli dvigatelni F.I.K. ni hisoblang. J: $\eta=0,56$

24. Silindr porsheni tagidagi gazning temperaturasi $T_1=250^\circ\text{K}$ dan $T_2=690^\circ\text{K}$ ga o'zgartirish uchun $A=400 \text{ J}$ ish bajarilgan bo'lsa, porshen tagidagi vodorod massasini toping. J: $m=0,224 \text{ gr}$

25. Hajmi $V=3 \text{ dm}^3$ bo'lgan gazning temperaturasi $T_1=300 \text{ K}$ dan, $T_2=400 \text{ K}$ gacha qizdiriladi, hajmi temperaturaga proporsional o'zgaradi. Jarayonning oxirida gaz bosim $P_0=10^5 \text{ Pa}$ ga teng. Shu jarayonda, bajarilgan ishni toping. J: $A=100 \text{ J}$

26. Karnoning ideal sovitgichi yordamida, 1 mol geliy gazini temperaturasi 100°K dan, 10°K gradusgacha pasaytirish uchun bajarilgan ishni toping. J: $A=1443 \text{ kal}$.

27. Karnoning ideal issiqlik mashinasi, har bir siklda $1,75 \cdot 10^4 \text{ kal}$ ish bajaradi. Isitgichning temperaturasi 373°K , sovitgichning temperaturasi 273°K . Issiqlik mashinasining F.I.K. topilsin.

J: $\eta=0,366$

28. Karnoning ideal issiqlik mashinasi har bir siklda 10^5 J ish bajaradi. Isitgichning temperaturasi 473°K , sovitgich temperaturasi 373°K . Issiqlik mashinasining bir siklda isitgichdan olgan issiqlik miqdori topilsin. J: $Q \approx 4,76 \cdot 10^5 \text{ J}$

29. Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi, har bir siklda 400 kal issiqlik oladi. Isitgichning temperaturasi 410°K , sovitgichning temperaturasi 300°K . Mashinaning bir siklda bajargan ishi va bir siklda sovitgichga bergan issiqlik miqdori topilsin. J: $A=453,6 \text{ J}$; $Q_2=1226,4 \text{ J}$

30. Karnoning ideal issiqlik mashinasi, har bir siklda $7,34 \cdot 10^4 \text{ J}$ ish bajaradi. Isitgichning temperaturasi 100°S , sovitgichning temperaturasi 0°S . Bir siklda sovitgichga berilgan issiqlik miqdori topilsin. J: $Q=2 \cdot 10^5 \text{ J}$

31. Teskari Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal sovitgich mashinasi 0°S temperaturadagi suvli sovitgichdan, 100°S temperaturadagi suvli qaynatgichga issiqlik uzatadi. Qaynatgichda 1 kg suvni bug'ga aylantirish uchun, sovitgichda qancha miqdor suvni muzlatish kerak. J: 4,94 kg

32. Kritik bosimi 3383 kPa ga teng bo'lgan va 126°K temperaturadagi azot gazi uchun, Van-der-Vaals tuzatmalari topilsin.

J: $a=0,136 \text{ Pa}\cdot\text{m}^6/\text{mol}^2$, $b=3,85\cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$

33. Hajmi 1 m^3 bo'lgan 1 kmol karbonat angidridining temperaturasi 100°S . Gazni real gaz deb hisoblab, uning bosimi topilsin. J: $R=2.87\cdot 10^6 \text{ Pa}$

34. 1 kmol kislorod gazini 27°S temperaturadagi bosimi 10^7 Pa . Berilgan sharoitda geliyni real gaz deb hisoblab, uning hajmi topilsin. J: 231 l

35. 20°C temperaturada ichki diametri 1mm bo'lgan vertikal shisha naychadan suv tomchisi uzildi. Tomchining og'irligi qanday (mN)? Suvning sirt taranglik koeffitsienti 73mN/m ga teng.

36. 36 g suvda 2 g vodorodga nisbatan, necha marta ko'p molekular borligini aniqlang. J: 2 marta ko'p

37. Qanday haroratda, vodorod molekularining o'rtacha kvadrat tezligi 3km/c bo'ladi? J: $T=722 \text{ K}$

38. Ideal gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 10^3 m/c , zichligi $0,6\text{kg/m}^3$ bo'lsa, gaz bosimi qanday (kPa)?

J: $R=200\text{kPa}$

39. Ideal gazning temperaturasi 47°C va hajmi 25 l. Bosim o'zgarmaganda, hajm 12,5 l ga teng bo'lishi uchun, gazni necha gradusgacha sovitish kerak? J: $T_2=160 \text{ K}$

40. Yopiq idishdagi gaz 100 K ga qizdirilganda, bosim 1,5 marta ortgan bo'lsa, uning dastlabki temperaturasi qanday bo'lgan (K)? J: $T_1=200 \text{ K}$

41. Agar, ideal gazning absolyut temperaturasi 4,5 marta ko'tarilganda, bosim 50% ga oshgan bo'lsa, uning hajmi qanday o'zgaragan? J: 3 marta ortgan.

42. Maxsus idishda 4,8 atm bosim ostida gaz bor. Agar, idishdagi gazning 5/8 qismi chiqarib yuborilsa, unda qanday bosim (atm) qaror topadi? Harorat o'zgarmas. J: $R_2=1,8 \text{ atm}$.

43. Agar, o'lchami $2,5 \times 4 \times 3 \text{ sm}^3$ bo'lgan idishdagi gazning bosimi 831 mm sim.ust. va temperaturasi 27°C bo'lsa, undagi molekular soni nechta? $N_A=6\cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$. J: $N=8\cdot 10^{18}$

44. Usti ochiq idishdagi 20°S haroratli gazning zichligini 2 marta kamaytirish uchun, uning temperaturasini qancha orttirish kerak bo'ladi? J: 293 K ga

45. Issiqlik dvigatelning FIK ni hisoblang (%). Issiqlik dvigateli isitgichdan $0,4\text{ MJ}$ issiqlik miqdorini olib, sovutgichga $0,20\text{ MJ}$ issiqlik miqdorini uzatadi. J: $\eta=50\%$

46. Ideal issiqlik mashinasi, bir siklda isitgichdan 2500 J issiqlik miqdori olsa, 300 K haroratdagi sovutgichni qancha issiqlik miqdori beradi (J). Isitgich harorati 600 K . J: $Q_2=1250\text{ J}$

47. FIK 50% bo'lishi uchun, isitgichning harorati 427°S bo'lgan ideal issiqlik mashinasi sovutgichining harorati qanday bo'lishi kerak (K)? J: $T_2=350\text{ K}$

48. Agar, balondagi gazning chiqib ketishi natijasida, bosim 2 marta, temperatura 1,6 marta kamaygan bo'lsa, gazning qanchasi chiqib ketgan bo'ladi (%)? J: 20%

49. Temirchining massasi $2,5\text{ kg}$ bo'lgan bolg'asi 80 sm balandlikdan sangdon ustiga tushganda, qancha issiqlik ajraladi (J)? J: $Q=20\text{ J}$

50. Silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida, bir atomli gaz bor. Gaz bosimi $2 \cdot 10^5\text{ Pa}$ ga teng. Unga qancha issiqlik miqdori berilsa, hajmi 2 l ga oshadi (J). J: $Q=1000\text{ J}$

51. Silindrik idishdagi erkin siljiydigan porshen ostida, bir atomli gaz bor. Gaz bosimi 10^5 Pa ga teng. Unga 500 J issiqlik berilsa, hajmi qanchaga oshadi (l)? J: $\Delta V=2\text{ l}$

III- bob. ELEKTR VA ELEKTROMAGNETIZM

15-§. ELEKTROSTATISTIKA

Elektr zaryadlarining saqlanish qonuni:

$$\sum_{i=1}^N q_i = const$$

yoki,

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_N = const$$

bunda, N - zaryadlar soni.

Kulon qonuni:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r^3} \vec{r}$$

yoki,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r^2}$$

bunda $|q_1|$ va $|q_2|$ - nuqtaviy zaryad kattaliklari, r - zaryadlar orasidagi masofa, ϵ - muhitning dielektrik kirituvchanligi, ϵ_0 - elektr doimiysi bo'lib, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ KI}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$ ga teng. $\vec{r}$ - bir zaryaddan, ikkinchi zaryadga o'tkazilgan radius vektor.

Elektr maydon kuchlanganligi:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

bunda, q - maydonning berilgan nuqtasiga kiritilgan musbat zaryad kattaligi, F - zaryadga ta'sir etuvchi kuch.

Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\epsilon r^3} \cdot \vec{r}$$

yoki

$$E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{q}{r^2}$$

Elektr dipol momenti:

$$\vec{P} = q \cdot \vec{l}$$

$\vec{l}$ - dipol zaryadlari orasidagi masofa yoki dipol o'qi.

Dipol elektr maydon kuchlanganligi:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot \sqrt{3\cos^2\theta + 1}$$

θ - dipol o'qi va radius vektor $\vec{r}$ orasidagi burchak.

Dipol o'qi bo'ylab yotgan nuqtadagi dipolning hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi:

$\theta=0^\circ$ bo'lganda,

$$\vec{E} = \frac{2\vec{P}}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3}$$

Dipol markazidan o'tgan tik chiziq ustida yotgan nuqtadagi maydon kuchlanganligi:

$\theta=90^\circ$ bo'lganda,

$$\vec{E} = \frac{\vec{P}}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3}$$

Elektr maydonlarining superpozitsiya prinsipi:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

Elektr maydon kuchlanganligi oqimi:

$$\Phi_E = \oint E_n dS$$

yoki,

$$d\Phi = E_n dS$$

Ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan elektr maydon kuchlanganligining oqimi (Ostragradskiy - Gauss teoremasi):

$$\Phi_E = \frac{1}{\epsilon_0\epsilon} \sum_{i=1}^N q_i$$

yoki,

$$\oint E_n dS = \frac{1}{\epsilon_0\epsilon} \sum_{i=1}^N q_i$$

Zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydon kuchlanganligi:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon}$$

bu yerda,

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

zaryadning sirt zichligi.

Har xil ishorali va zaryad zichliklari bir xil bo'lgan, ikkita cheksiz tekislikni hosil qilgan maydon kuchlanganligi:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}$$

Zaryadlangan sferik sirt elektr maydoninig kuchlanganligi:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\epsilon R^2}, \quad r=R \text{ bo'lsa.}$$

Agar, $r > R$ bo'lsa:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\epsilon r^2}$$

bu yerda, R - sfera radiusi, r - sfera markazidan, elektr maydon kuchlanganligi aniqlanayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Tekis zaryadlangan cheksiz uzun ipning, 2 masofada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi:

$$E = \frac{\tau}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\epsilon r^2},$$

bunda,

$$\tau = \frac{dq}{dl}$$

zaryadning chiziqli zichligi.

ρ - hajmiy zichlikda zaryadlangan sharning hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi:

$$\rho = \frac{dq}{dV}, \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q}{V^3} \cdot r$$

bunda, R sharning radiusi, r - shar markazidan elektr maydon kuchlanganligi aniqlanayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Dielektrikning qutblanish vektori:

$$\vec{j} = \frac{1}{\Delta V} \sum_{i=1}^n \vec{P}_i$$

bunda, ΔV -maydon hajmi, $\vec{P}_i = q_i \cdot \vec{l}_i$ - dielektrikdagi dipolning elektr momenti.

Qutblanish vektori bilan maydon kuchlanganligi orasidagi bog'lanish formulasi:

$$\vec{j} = \epsilon_0 \epsilon \vec{E}$$

Elektr maydon induksiya vektori bilan maydon kuchlanganligi orasidagi bog'lanish formulasi:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \epsilon \cdot \vec{E}$$

Elektrostatistik maydonning potentsiali:

$$\varphi = \frac{W_p}{q} \quad \text{yoki} \quad \varphi = \frac{A}{q}$$

bunda, W_p - elektrostatik maydonning berilgan nuqtasiga kiritilgan zaryadning, shu maydonda ega bo'la olishi mumkin bo'lgan potentsial energiya, A - elektr maydon bajargan ish.

Nuqtaviy zaryad maydonining zaryaddan r - masofadagi potentsiali:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

Sferik sirt potentsiali:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

bunda, q - sferadagi zaryad miqdori, R - sferaning radiusi.

Elektr maydon kuchlanganligi bilan potentsial orasidagi bog'lanish formulasi:

$$E = -\frac{d\varphi}{dr}$$

yoki,

$$E = -\text{grad}\varphi$$

Bir jinsli maydon uchun bu bog'lanish quyidagicha bo'ladi:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{r} = \frac{U}{r}, \quad U = \varphi_1 - \varphi_2$$

bunda, U - kuchlanish, $\varphi_1 - \varphi_2$ - potentsiallar ayirmasi.

Biror q zaryadni, elektrostatik maydonning bir nuqtasidan, ikkinchi bir nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ish:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

Bir jinsli maydon uchun:

$$A = qE \cdot l \cdot \cos\alpha$$

O'tkazgichning elektr sig'imi:

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta \varphi}, \quad C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}$$

Sharning elektr sig'imi:

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R$$

Bu yerda, R - sharning radiusi.

Yassi kondensator sig'imi:

$$C = \frac{\epsilon_0\epsilon S}{d}$$

bunda, S - kondensator plastinkasining yuzi, d - plastinkalar orasidagi masofa.

Silindrik kondensator sig'imi:

$$S = \frac{2\epsilon_0\epsilon\ell}{\ln R_2 / R_1}$$

R_1 va R_2 ichki va tashqi silindrning radiuslari. ℓ - silindr uzunligi.

Sferik kondensator sig'imi:

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

bunda, R_1 va R_2 - ichki va tashqi sfera radiuslari.

Parallel ulangan kondensatorlar batareyasining sig'imi:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Ketma-ket ulangan kondensatorlar batareyasining sig'imi:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Kondensator plastinkalari orasidagi o'zaro tortishish kuchi:

$$F = \frac{\epsilon_0\epsilon SE^2}{2} = \frac{\epsilon_0\epsilon SU^2}{2d^2} = \frac{\sigma^2 S}{2\epsilon_0\epsilon}$$

bunda, E - elektr maydon kuchlanganligi, S - bitta plastinkaning yuzi.

Kondensator plastinkalari orasida joylashgan dielektrikka ta'sir etuvchi bosim:

$$P = \frac{F}{S} = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2}{2}, \quad P = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0}, \quad P = \frac{CU^2}{2dS}$$

Kondensator elektr maydonining energiyasi:

$$W = \frac{1}{2}CU^2, \quad W = \frac{\epsilon_0\epsilon}{2}E^2V, \quad W = \frac{\epsilon_0\epsilon S}{2d} \cdot U^2$$

bu yerda, S - elektr sig'imi, U - kuchlanish, q - zaryad miqdori, S - plastinka yuzi, V - kondensator hajmi, E - elektr maydon kuchlanganligi, d - plastinkalar orasidagi masofa.

Elektr maydon energiyasining hajmiy zichligi:

$$w = \frac{W}{V} = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2}{2}, \quad w = \frac{\epsilon_0\epsilon U^2}{2d^2}, \quad w = \frac{\epsilon D}{2}$$

MASALA YECHISH NAMUNALARI.

1-masala. O'lchamlarini hisobga olmasa bo'ladigan darajada kichik ikkita zaryadlangan metall sharcha, transformator moyiga botirilgan. Bunda, sharchalar $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Agar, sharchalarning zaryadlari 6 va 60 nKl ga teng bo'lsa, ular orasidagi masofani aniqlang.

Berilgan:

$$q_1 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$$

$$q_2 = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Kl}$$

$$F = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ H}$$

$$\varepsilon = 2,5$$

Topish kerak: r ?

Yechilishi: Masalaning shartiga ko'ra, sharchalarni nuqtaviy zaryadlar deb hisoblash va bunga Kulon qonunini

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r^2}$$

ni qo'llash mumkin. U holda, sharchalar orasidagi masofa quyidagiga teng bo'ladi:

$$r = \sqrt{\frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon F}}$$

bunda,

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ M/}\Phi$$

Formuladagi kattaliklarning berilgan son qiymatlarini qo'yib, hisoblaymiz:

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \text{ M/}\Phi \cdot 6 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ Kl}^2}{2,5 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ N}}} = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Javob: $r = 7,2 \text{ sm}$

2-masala. Radiusi 2 sm bo'lgan aylanada, bir xil masofada $q_1 = 4,8 \cdot 10^{-7}$ Kl, $q_2 = q_3 = 1,6 \cdot 10^{-7}$ Kl, $q_4 = -1,6 \cdot 10^{-7}$ Kl zaryadlar joylashgan. Barcha zaryadlar tomonidan, aylananing markazida hosil bo'lgan kuchlanganlikni va elektr maydon potensialini aniqlang.

Berilgan:

$$q_1 = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}$$

$$q_2 = q_3 = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}$$

$$q_4 = -1,6 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}$$

$$r = 2 \text{ sm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\varepsilon = 1$$

Topish kerak: E ?, φ ?

Yechilishi: Masalaning shartida muhit

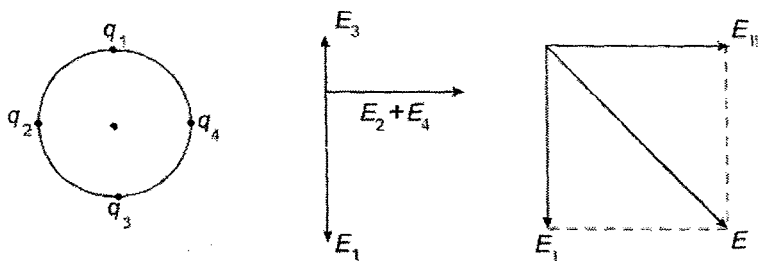
ko'rsatilmaganligi uchun, uni vakuumda deb olamiz. Aylana markazida 4 ta zaryadning

har biri mos ravishda, $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \vec{E}_4$

maydon kuchlanganliklarini hosil qiladi.

Aylana markazida elektr maydonning

kuchlanganlik vektori $\vec{E}$ alohida zaryadlar



1-rasm.

hosil qilgan maydon kuchlanganliklari, geometrik yig'indisiga teng:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4$$

q_1 zaryadning E_1 maydon kuchlanganligini quyidagi formuladan topamiz:

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r^2}, \quad \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F} \right)$$

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F} \cdot \frac{4,8 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}}{4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 10,8 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

q_2 , q_3 va q_4 zaryadlar moduli bo'yicha teng va markazgacha bo'lgan masofa bir xil bo'lgani uchun, quyidagini yozish mumkin:

$$E_2 = E_3 = E_4 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{\epsilon r^2};$$

$$E_2 = E_3 = E_4 = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}}{4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

Natijaviy kuchlanganlikni topishdan oldin, bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan vektorlarni qo'shamiz (1-rasm):

$$E_I = E_1 - E_2 = 10,8 \cdot 10^6 \text{ V/m} - 3,6 \cdot 10^6 \text{ V/m} = 7,2 \cdot 10^6 \text{ V/m},$$

$$E_{II} = E_2 + E_4 = 3,6 \cdot 10^6 \text{ V/m} + 3,6 \cdot 10^6 \text{ V/m} = 7,2 \cdot 10^6 \text{ V/m}.$$

Oxirida izlanayotgan $\vec{E}$ vektorni parallelogramm qoidasidan topamiz (1-rasm). Berilgan holda to'g'ri burchakli uchburchak hosil bo'ladi, shuning uchun Pifagor teoremasidan foydalanish mumkin:

$$E = \sqrt{2(7,2 \cdot 10^6 \text{ V/m})^2} = 10,2 \cdot 10^6 \text{ V/m}.$$

Elektrostatik maydonning potentsiali skalyar kattalikdir, shuning uchun q_1 , q_2 , q_3 , q_4 zaryadlar hosil qilgan natijaviy maydon potentsiali, hamma zaryadlarning maydon potentsiallari algebraik (kuchlanganlik singari geometrik yig'indisi emas) yig'indisiga teng:

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{\epsilon r} = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F} \cdot \frac{4,8 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 21,6 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$\varphi_2 = \varphi_3 = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 7,2 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$\varphi_4 = -7,2 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Aylana markazidagi potensial $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_4$ ga teng. φ_3 va φ_4 lar modullar bo'yicha teng bo'lgani uchun:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2,$$

$$\varphi = 21,6 \cdot 10^4 \text{ V} + 7,2 \cdot 10^4 \text{ V} = 2,88 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Javob: $E = 10,2 \cdot 10^6 \text{ V/m}$, $\varphi = 2,88 \cdot 10^5 \text{ V}$.

3-masala. Bir-biridan $a = 0,1 \text{ m}$ masofada joylashgan ikkita $q_1 = 4 \text{ mKl}$ va $q_2 = -2 \text{ mKl}$ zaryadlar, elektr maydon hosil qiladi. $q = 50 \text{ nKl}$ zaryadni b nuqtadan c nuqtaga ko'chirishda, maydon bajargan ishini aniqlang (2-rasm).

Berilgan:

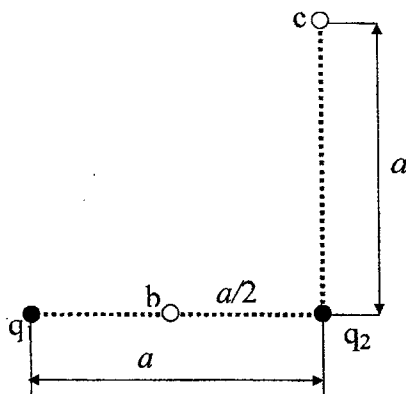
$$q = 50 \text{ nKl} = 50 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$$

$$q_1 = 4 \text{ mKl} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Kl}$$

$$q_2 = -2 \text{ mKl} = -2 \cdot 10^{-6} \text{ Kl}$$

$$a = 0,1 \text{ m}$$

Topish kerak: $A_{1,2}?$



2-rasm

Yechilishi: Maydon kuchining bajargan ishini, quyidagi formuladan topish mumkin:

$$A_{b,c} = q(\varphi_b - \varphi_c)$$

Superpozitsiya prinsipidan foydalanib, b va c nuqtadagi maydon potentsiallarini aniqlaymiz:

$$\varphi_b = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 a/2} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 a/2} = \frac{2(q_1 + q_2)}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$\varphi_c = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 a\sqrt{2}} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{q_1/\sqrt{2} + q_2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

Bundan:

$$A_{b,c} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \left[2(q_1 + q_2) - (q_2/\sqrt{2} + q_2) \right]$$

yoki,

$$A_{b,c} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \left[q_1 \left(2 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) + q_2 \right] =$$

$$= \frac{50 \cdot 10^{-9} \cdot 9 \cdot 10^{-9}}{0,1} \left[4 \left(2 - 1/\sqrt{2} \right) - 2 \right] \cdot 10^{-6} \text{ } \delta = 14,3 \text{ mJ}$$

Javob: $A_{b,c}=14,3\text{mJ}$

4-masala. Agar, quyidagi 3-rasmda tasvirlangan sxemada $C_1=1,5 \text{ mkF}$, $C_2=2 \text{ mkF}$, $C_3=3 \text{ mkF}$, $C_4=4 \text{ mkF}$, $C_5=2 \text{ mkF}$ bo'lsa, batareyaning elektr sig'imini aniqlang. Agar batareyadagi kuchlanish 500 V bo'lsa, uning energiya zapasi qancha?

Berilgan:

$C_1=1,5 \text{ mkF}$

$C_2=2 \text{ mkF}$

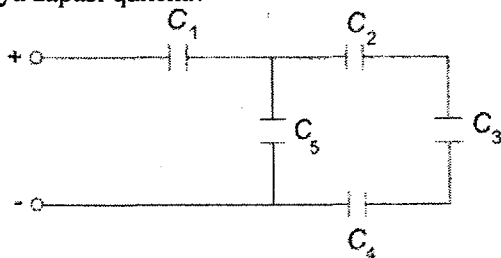
$C_3=3 \text{ mkF}$

$C_4=4 \text{ mkF}$

$C_5=5 \text{ mkF}$

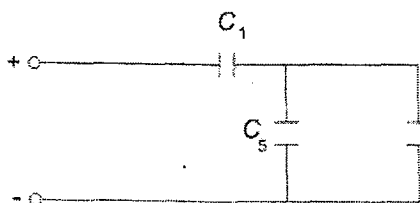
$U=500 \text{ B}$

Topish kerak: S-? W-?



3-rasm

Yechilishi: Ushbu masalada kondensatorning elektr sig'imini mikrofaradlarda ifodalash qulay. C_2 , C_3 , C_4 sig'imli kondensatorlar o'zaro ketma-ket ulangan. Bu kondensatorlarni bitta ekvivalent sig'imli kondensatorga almashtiramiz, 4-rasm.



4-rasm

Kondensator ketma-ket ulanganda:

$$\frac{1}{C^I} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}$$

qiymatlarini o'rniga qo'yamiz

$$\frac{1}{C^I} = \frac{1}{2mkF} + \frac{1}{3mkF} + \frac{1}{4mkF};$$

Bundan,

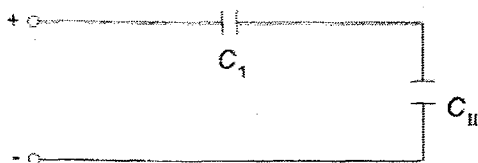
$$C^I = 0,92 \text{ mkF}$$

C_5 va C^I sig'imli kondensatorlar parallel ulangan, shuning uchun ekvivalent sig'im:

$$C_{II} = C_5 + C^I$$

$$C_{II} = 2 \text{ mkF} + 0,92 \text{ mkF} = 2,92 \text{ mkF} \approx 3 \text{ mkF}$$

Natijada, C_1 va C_{II} (5-rasm) sig'imli kondensatorlar ketma-ket ulangan holni hosil qildik.



5-rasm

Batareyaning umumiy sig'imini

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{II}}$$

formuladan topamiz:

$$C = \frac{C_1 \cdot C_{II}}{C_1 + C_{II}} = \frac{1,5mkF \cdot 3mkF}{1,5mkF + 3mkF} = 1mkF = 1 \cdot 10^{-6} F$$

Kondensatorlar batareyasida to'plangan energiyani quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{1 \cdot 10^{-6} F \cdot 25 \cdot 10^4 V^2}{2} = 1,3 \cdot 10^{-3} J$$

Javob: $C=1mkF$; $W=1,3 \cdot 10^{-3} J$.

16-§. ELEKTROSTATIKAGA DOIR MASALALAR

1. Har birining og'irligi 0,2 kg bo'lgan, ikkita zaryadlangan metall sharcha, bir-biridan biror oraliqda turibdi. Agar, shu oraliqda ularning elektrostatik energiyasi o'zaro gravitatsion ta'sir energiyasidan million marta kattaligi ma'lum bo'lsa, sharchalarning zaryadi topilsin.

$$J: q=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ K}\ell$$

2. $1,8 \cdot 10^{-8} \text{ K}\ell$ zaryadli o'tkazuvchan sharcha, xuddi shunday ikkita sharchaga tekkiziladi, ulardan biri $-0,3 \cdot 10^{-8} \text{ K}\ell$ zaryadga ega, ikkinchisi esa, zaryadlanmagan. Zaryad sharchalar orasida qanday taqsimlangan? Vakuumda, ikkala sharcha, biri ikkinchisidan 5 sm masofada joylashgan bo'lsa, ular qanday kuch bilan ta'sirlashadi?

$$J: q=0,5 \cdot 10^{-8} \text{ K}\ell, F=9 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

3. Havoda bir-biridan 20 sm uzoqlikda turgan ikkita nuqtaviy zaryad biror kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. Yog'da bu zaryadlar shunday kuch bilan o'zaro ta'sir qilishi uchun, ularni qanday uzoqlikda joylashtirish kerak? $J: r=8,94 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

4. Agar, vakuumda joylashgan ikkita 12 nKl li nuqtaviy elektr zaryadlar orasidagi masofa 3 sm bo'lsa, ular qanday kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi? Agar, zaryadlar suvda joylashgan bo'lsa, o'zaro ta'sir kuchi necha marta kamayadi? $J: F=1,44 \text{ mN}, 81 \text{ marta}$

5. Ikkita protonning tortishish kuchi, ularning kulon itarishish kuchidan necha marta kichik? Protonning zaryadi son jihatidan elektron zaryadiga teng. $J: 1,25 \cdot 10^{36}$

6. Natriy atomini bombardimon qilayotgan proton, uning yadrosiga $6 \cdot 10^{-12} \text{ sm}$ gacha yaqin keldi deb hisoblab, proton bilan natriy yadrosining elektrostatik itarishish kuchi topilsin. Natriy yadrosining zaryadi, proton zaryadidan 11 marta ko'p. Natriy atomi elektron qobig'ining ta'siri hisobga olinmasin. $J: F=0,7 \text{ N}$

7. Ikki zaryad vakuumda, bir-biridan 11 sm masofada turganda, skipidar ichida 7,4 sm masofada turganidek, kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Skipidarning dielektrik doimiysi aniqlansin. $J: \epsilon=2,2$

8. Zaryadi q va massasi m bo'lgan ikkita zarrachaning elektrostatik o'zaro ta'sir energiyasi, ularning gravitatsion o'zaro ta'sir energiyasidan necha marta katta? Masala 1) Elektronlar uchun, 2) Protonlar uchun yechilsin. $J: 1) 4,17 \cdot 10^{42}, 2) 1,24 \cdot 10^{36}$

9. $q_1=100 \text{ nKl}$ va $q_2=-50 \text{ nKl}$ zaryadlar orasidagi masofa $d=10 \text{ sm}$. q_1 zaryaddan $r_1=12 \text{ sm}$ va q_2 zaryaddan $r_1=10 \text{ sm}$ masofada

joylashgan, $q_2=1\text{mkKl}$ zaryadga ta'sir etuvchi F kuchni aniqlang. J: $F=3,2\cdot 10^{-7}\text{ N}$

10. Vodorod atomining yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin. Vodorod atomining radiusi $0,5\cdot 10^{-8}\text{ sm}$, yadro zaryadi, elektron zaryadiga miqdor jihatidan teng va qarama-qarshi ishoraliidir. J: $F=9,23\cdot 10^{-8}\text{ N}$

11. Ikki $q_1=8\cdot 10^{-8}$ va $q_2=6\cdot 10^{-9}\text{ Kl}$ nuqtaviy zaryad o'rtasida yotgan nuqtadagi, elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Zaryadlar oralig'i $r=10\text{ sm}$, $\epsilon=1$. J: $E=5,04\cdot 10^{-4}\text{ V/m}$

12. $2,2\text{ nKl}$ nuqtaviy elektr zaryad hosil qilgan maydoning kuchlanganligi, zaryaddan $6,0\text{ sm}$ masofada $2,5\text{ kV/m}$. Muhitning dielektrik singdiruvchanligini aniqlang? J: $\epsilon=2,2$

13. Bir valentli iondan $2\cdot 10^{-8}\text{ sm}$ uzoqlikda, elektr maydonining kuchlanganligi aniqlansin. Ionning zaryadi nuqtaviy deb hisoblansin. J: $E=3,6\cdot 10^{10}\text{ V/m}$

14. Agar, $1,5\cdot 10^5\text{ V/m}$ kuchlanganligiga ega bo'lgan elektr maydonda, chang zarrasiga $1,4\cdot 10^{-10}\text{ N}$ kuch ta'sir qilsa, unda qancha ortiqcha elektron bor? J: $N=10^4$ ta elektron bor

15. Chaqmoq chaqishdan oldin, Yer sirti yaqinidagi elektr maydon kuchlanganligi $2\cdot 10^5\text{ V/m}$ ga teng edi. Bu maydonda elektronga qanday kuch ta'sir qiladi? J: $F=3,2\cdot 10^{-14}\text{ N}$

16. Kuchlanganligi 49 V/m bo'lgan bir jinsli elektr maydonda, $2\cdot 10^{-8}\text{ Kl}$ zaryadli tomchi muallaq turibdi. Tomchining massasini aniqlang. J: $m=0,1\text{ mg}$

17. $q_1=22,5\text{ SGS}$ va $q_2=-44\text{ SGS}$ bo'lgan ikki nuqtaviy zaryadning oralig'i 5 sm . Musbat zaryaddan 3 sm va manfiy zaryaddan 4 sm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi topilsin. J: $E=1,12\cdot 10^5\text{ V/m}$

18. Zaryaddan 5 sm masofada joylashgan nuqtada elektr maydon kuchlanganligi $1,5\cdot 10^5\text{ V/m}$ ga teng. Zaryaddan 10 sm masofadagi nuqtada, maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi? J: $E=3,75\cdot 10^{54}\text{ V/m}$

19. Ikki plastinka ($S=2\text{ dm}^2$) bir-biridan $d=4\text{ mm}$ masofada, kerosin ichida turibdi. Agar, plastinkalar potentsiallar ayirmasi $U=150\text{ V}$ bo'lguncha zaryadlangan bo'lsa, ularning o'zaro ta'sir kuchi qancha? J: $F=2,5\cdot 10^{-4}\text{ N}$

20. $2,64\cdot 10^{-8}$ va $3,3\cdot 10^{-9}\text{ Kl}$ nuqtaviy elektr zaryadlar vakuumda, biri ikkinchisidan $0,6\text{ m}$ masofada turibdi. Zaryadlarni bir-biriga 25 sm gacha yaqinlashtirish uchun, qancha ish bajarish kerak?

$$J: A=1,83 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

21. Elektr maydon potentsiallari, 200 va 1200 V bo'lgan nuqtalar orasida, $3,0 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}$ musbat zaryadni ko'chirdi. Bunda, maydon qancha ish bajaragan? $J: A=3 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

22. Kuchlanganligi $5,0 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ bo'lgan bir jinsli elektr maydonda, $1,6 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}$ elektr zaryad maydon kuch chizig'i bo'ylab, 3,0 sm ga ko'chadi. Zaryad ko'chgan ikki nuqtaning potentsiallar farqini va bajarilgan ishini aniqlang? $J: A=2,4 \cdot 10^{-5} \text{ J}, \varphi_2 - \varphi_1 = 150 \text{ V}$

23. $1,0 \cdot 10^{-5}$ va $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}$ ℓ nuqtaviy zaryadlar havoda, biri ikkinchisidan 20 sm masofada turibdi. Zaryadlarni tutashuvchi to'g'ri chiziqning o'rtasida joylashgan nuqtadagi elektr maydon potentsialini aniqlang. $J: \Delta\varphi = 1,44 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

24. Zaryadlari $q_1 = 6,66 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$ va $q_2 = 13,33 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$ bo'lgan ikkita sharcha, bir-biridan $r_1 = 40 \text{ sm}$ uzoqlikda turibdi. Ularni bir-biriga $r_2 = 25 \text{ sm}$ gacha yaqinlashtirish uchun, qancha ish bajarish kerak?

$$J: A=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

25. 1 sm radiusli zaryadlangan shar markazidan, 10 sm uzoqlikdagi nuqtasining maydon potentsiyali topilsin. Masalani quyidagi hollar kabi yechilsin:

1) Shar zaryadining sirt zichligi 10^{-11} Kl/sm^2 .

2) Sharining potentsiyali 300 V ga teng. $J: 1) U=11,3 \text{ V}; 2) U=30$

V

26. Elektron elektr maydonining ikki nuqtasi oralig'ini o'tib, uning tezligi $2,9 \cdot 10^6$ dan, $3,0 \cdot 10^7$ gacha ortadi. Bu nuqtalar o'rtasidagi elektr potentsiyallari farqi qanday bo'ladi? Elektronning kinetik energiyasi qanchaga ortadi? $J: \Delta\varphi = 2,56 \text{ kV}; E_k = 4,1 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

27. Radiuslari 2 va 3 sm bo'lgan, o'tkazuvchi sharchalar mos ravishda, 30 va 40 V gacha zaryadlangan. Agar, sharchalarni sim bilan tutashtirilsa, ularning potentsiallari qanday bo'ladi? Sharchalar o'rtasidagi masofani, ularning radiuslari bilan taqqoslaganda, juda katta deb hisoblang. $J: U=36 \text{ V}$

28. Agar, Yerning maydon kuchlanganligi, Yer sirti yaqinida 130 V/m bo'lsa, Yerning radiusi 6400 km bo'lgan shar deb qarab, uning elektr zaryadi va potentsialini aniqlang. $J: q=5,9 \cdot 10^5 \text{ Kl}; U=8,3 \cdot 10^8 \text{ V}$

29. Tomonlari 6 sm bo'lgan, teng tomonli uchburchak uchlarining har birida 8 nKl bo'lgan zaryadlar joylashgan. Uchinchi uchidagi kuchlanganligini va potensialini aniqlang. J: $E=3,5 \cdot 10^4$ V/m; $U=2,4$ kV

30. Plastinalarning yuzi 60 sm^2 bo'lgan yassi havo kondensatoriga 90V kuchlanish berilgan, bunda kondensator zaryadi 10^{-9} Kl ga teng bo'ladi. Kondensatorning elektr sig'imi, unda to'plangan energiya va plastinalar orasidagi masofani aniqlang? J: $C=11 \text{ pF}$; $W=4,5 \cdot 10^{-8}$ J; $d=5$ mm

31. Yassi havo kondensatori plastinalar orasidagi masofa 1,5 mm va 150V kuchlanishgacha zaryadlangan. Kuchlanish 600 V gacha o'tishi uchun, plastinalarni qancha masofaga uzoqlashtirish kerak bo'ladi? J: $d=6$ mm ga

32. Yassi havo kondensatori har bir plastinasining yuzi $62,3 \text{ sm}^2$ dan, ular orasidagi masofa esa, 5mm. Agar, kondensator plastinalarida elektr potensiallari farqi 60 V bo'lsa, uning zaryadini aniqlang. J: $q=6,6 \cdot 10^{-10}$ K l

33. Yassi kondensator plastinkalari orasidagi potensiallar ayirmasi 90V. Har bir plastikaning yuzi 60 sm^2 va 10^{-9} Kl. Plastinkalar bir-biridan qancha masofada turishi topilsin. J: $d=4,8 \cdot 10^{-3}$ m

34. Noma'lum sig'imli 600V gacha zaryadlangan kondensatorning sig'imi 5 mkf bo'lgan, zaryadlanmagan kondensatorga parallel ulangandan keyin, batareyada kuchlanish 100V gacha tushib ketadi. Kondensatorning sig'imi qanday bo'ladi? J: $C=1 \text{ mkF}$

35. Agar, yassi kondensator har bir plastinkasining yuzi 15 sm^2 dielektrik esa, qalinligi 0,8 mm slyudadan iborat bo'lsa, uning sig'imini hisoblang. Dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon=6$ ga teng. J: $C=100$ pF

36. Sig'imlari 4,2 va 6 mkF da bo'lgan ikkita kondensator batareya qilib ulangan va 200V li o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulangan. Batareyaning energiyasi sig'imini: 1) ketma-ket ulangan hol uchun, 2) kondensatorlar parallel ulangan hol uchun aniqlang. J: 1) $C=109 \text{ mkF}$; $W=2,2 \cdot 10^{-2}$ J; 2) $C=12 \text{ mkF}$; $W=0,24$ J

37. Har bir qoplarning yuzi 600 sm^2 dan bo'lgan, yassi qog'ozli kondensator energiyasini aniqlang. Kondensatorning zaryadi $2 \cdot 10^{-7}$ Kl, qalinligi 2 mm bo'lgan, parafin shimdirilgan qog'oz dielektrik bo'lib xizmat qiladi. J: $W=3,8 \cdot 10^{-5}$ J

38. Yassi kondesator plastinkalarning oralig'i 4sm. Musbat plastinkadan proton va manfiy plastinkadan elektron bir vaqtda harakatlana boshlasa, ular musbat plastinkadan qanday masofada to'qnashadi? J: $d=52,2 \cdot 10^{-2}$ J

39. Yassi kondensator plastinkalarining oralig'i 1 sm ga teng. Plastinkalarning biridan - bir vaqtda, proton va α - zarracha harakatlana boshlaydi. Proton bir plastikadan ikkinchisigacha bo'lgan yo'lini bosib o'tgan vaqt oralig'ida, α - zarracha qanday masofani bosib o'tadi? J: $d=0,5$ sm

40. Yassi havo kondensatoridagi elektr maydon energiyasini 16 marta kamaytirish uchun, plastikalar orasidagi kuchlanishni, qanday o'zgartirish kerak bo'ladi? J: 4 marta kamaytirilgan.

41. Kondensator plastinkalari orasidagi masofa 6 marta, har bir plastinkaning yuzi 2 marta orttirilsa, kondensator sigimi qanday o'zgardi. J: 3 marta kamayadi.

42. Elektrostatik maydonning potentsiali 40 V bo'lgan nuqtasidan, potentsiali -10 V bo'lgan nuqtasiga $4 \cdot 10^{-7}$ Kl musbat zaryadni ko'chirishda, qanday ish bajariladi (J)? J: $A=2 \cdot 10^{-5}$ J

43. 100g massali ikkita bir xil shar vakuumda, bir-biridan uzoqlikda joylashgan. Sharlarning o'zaro tortishish kuchini muvozanatlash uchun, har bir lik sharda qanday bir xil zaryad bo'lishi lozim? Gravitatsiya doimiysi $6,67 \cdot 10^{-11} \text{H} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ ga teng.

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Kl}}{\text{H} \cdot \text{M}^2} \quad \text{J: } q=8,6 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

44. Ebonit tayoqchanning zaryadi 64 nKl ga teng bo'lsa, elektrlash jarayonida, unga nechta elektron o'tgan? Elektronning zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl. J: $N=4 \cdot 10^{11}$

45. Oraligi 15 sm bo'lgan ikkita parallel plastinka, 2 kV kuchlanishgacha zaryadlangan. Plastinkalar orasidagi $3 \cdot 10^{-4}$ Kl zaryadga, qanday kuch ta'sir qiladi (N)? J: $F=4$ N

46. Simni payvandlash uchun, 2000 V kuchlanishgacha zaryadlangan 2000 mkF sigimga ega bo'lgan kondensator ishlatiladi. Payvandlashda kondensatorning razryad vaqti $2 \cdot 10^{-6}$ s va qurilmaning foydali ish koeffitsienti 20% bo'lsa, uning foydali quvvati qanday bo'ladi (MVt)? J: $P=400$ MVt

47. Yassi havo kondensatori, qoplamalari orasidagi fazo hajmi 2m^2 , uning sigimi 5nF ga teng. Agar, hajm 4 m^3 gacha oshirilsa, kondensatorning sigimi necha nF bo'ladi? J: $C=2,5$ nF

17 - §. O'ZGARMAS TOK

Tok kuchi son jihatidan, o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan, vaqt birligida o'tgan elektr miqdoriga teng:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Agar, $I = \text{const}$ bo'lsa,

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{bo'ladi.}$$

Tok zichligini, tok tashuvchilarning tartibli harakat tezligi $\vec{v}$ va konsentratsiyasi n orqali ifodalash mumkin:

$$\vec{j} = e \cdot n \cdot \vec{v}$$

e - elektronning zaryadi bo'lib, $1,6 \cdot 10^{-19}$ KJ ga teng.

Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni:

$$I = \frac{U}{R}$$

U-o'tkazgich qismining uchlaridagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish, R - shu qismning qarshiligi.

O'tkazgichning qarshiligi, o'tkazgichning materialiga, uzunligi va kesim yuziga bog'liq:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

bu yerda, ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi.

O'tkazgichning qarshiligi uning temperaturasi ortishi bilan ortib boradi:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t^0)$$

bunda, α - o'tkazgich qarshiligining termik koeffitsienti, R_0 - 0^0C dagi o'tkazgich qarshiligi.

O'tkazgichlarni ketma-ket

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

va parallel ulash formulalari:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Solishtirma qarshilikni temperaturaga bog'liqlik formulasi:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t^0)$$

bunda, ρ_0 - 0^0 S dagi solishtirma qarshilik.

Solishtirma qarshilikning teskari qiymatiga, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deyiladi.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Bir jinsli bo'lmagan zanjir uchun Om qonuni:

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon}{R}$$

yoki,

$$I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$

ε - tok manbaining elektr yurituvchi kuchi.

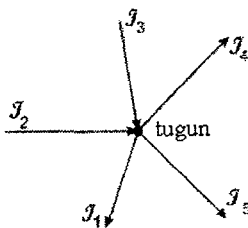
Berk zanjir uchun Om qonuni:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

bu yerda, R - tashqi qarshilik, r - ichki (tok manbaining) qarshiligi.

Tarmoqlangan elektr zanjiri uchun, Kirxgofning birinchi qonuni: Zanjir tuguniga kelgan barcha tok, kuchlarining algebraik yig'indisi nolga teng (1-rasm):

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$



I-rasm.

Tugunga kirib keluvchi toklarni musbat ishora bilan, undan chiqib ketayotgan toklarni manfiy ishora bilan olinadi, ya'ni:

$$I_1 + I_3 - I_2 - I_4 - I_5 = 0$$

Ikkinchi qonun: Tarmoqlangan zanjirning berk konturida, tok manbalrining elektr yurituvchi kuchlarining algebraik yig'indisi, tok kuchining konturning tegishli qismlari qarshiliklariga ko'paytmalarining algebraik yig'indisiga teng (2-rasm):

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = \sum_{i=1}^n I_i \cdot R_i$$

Tarmoqlangan zanjir uchun, Kirxgof qonunlari bo'yicha tenglamalar quyidagicha tuziladi. Birinchi qonunga ko'ra: B - tugun uchun.

$$I_1 - I_2 - I_5 = 0$$

Ikkinchi qonunga ko'ra:

ABDA kontur uchun,

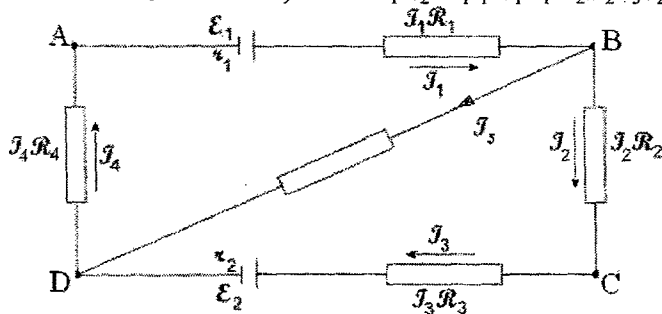
$$\varepsilon_1 = I_1 r_1 - I_1 R_1 - I_5 R_5 - I_4 R_4$$

BCDB kontur uchun,

$$-\varepsilon_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_5 R_5$$

ABCD kontur uchun,

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_1 r_1 + I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 - I_4 R_4$$



2 - rasm.

Konturda tanlangan ixtiyoriy aylanish yo'nalishiga mos bo'lgan toklarni musbat, yo'nalishi aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lgan toklarni esa, manfiy deb hisoblaymiz. Aylanish yo'nalishi bo'yicha, potentsiallarni oltiruvchi elektr yurituvchi kuchni musbat deb olamiz, ya'ni generator ichida minusdan plusga.

Bu qonunga asosan, yoziladigan barcha tenglamalar soni, aniqlanadigan noma'lumlar soniga teng bo'lishi kerak.

O'zgarmas tokning ishi:

$$A = I \cdot U \cdot t$$

O'zgarmas tokning quvvati:

$$N=I \cdot U$$

O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori uchun Joule-Lens qonuni:

$$Q = I \cdot U \cdot t = I^2 R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

Om qonunining differensial ko'rinishi:

$$\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$$

bu yerda, $\vec{j}$ - tok zichligi, σ - solishtirma o'tkazuvchanlik, $\vec{E}$ - elektr maydon kuchlanganligi.

Joule-Lens qonunining differensial ko'rinishi:

$$\omega = \sigma \cdot E^2$$

ω - issiqlik quvvatining hajmiy zichligi.

Tok manbaining foydali ish ko'effitsenti:

$$\eta = \frac{R}{R+r}$$

Elektroliz uchun Faradey qonunlari:

$$m = k g = k \cdot I \cdot t$$

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z}$$

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \cdot I \cdot t$$

k - moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti, q - elektrolitdan o'tgan zaryad kattaligi, m - elektrodda ajralib chiqqan modda massasi, $F=96,5$ kKl/mol-Faradey soni, Z - ajralib chiqqan modda atomining valentligi, M - molar massa.

Elektrolitdan o'tayotgan tok zichligi:

$$j = q \cdot n \cdot z(u_+ + u_-) \cdot E$$

bu yerda, u_+ va u_- lar musbat va manfiy ionlarning harakatchanligi, n - birlik hajmidagi ionlar soni, E - elektr maydon kuchlanganligi.

Gazlarda tok zichligi:

$$j = q \cdot n(u_+ + u_-)E = \sigma \cdot E$$

bunda, q - bitta ionning zaryadi.

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. Elektr yurituvchi kuchi 4,2 V bo'lgan, tok manbai uzunligi 10m va ko'ndalang kesimi diametri 1,0 mm bo'lgan nikel sim bilan qisqa tutashtirilganda, zanjirdagi tok kuchi 0,6 A ga teng bo'ldi. Tok manbaining ichki qarshiligini toping.

Berilgan:

$$\varepsilon = 4,2 \text{ V}$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$d = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$I = 0,6 \text{ A}$$

$$\rho = 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}$$

Yechilishi: Masalani yechish uchun zanjirning to'la qismi uchun Om qonuni ifodasini yozamiz:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

$$\text{bundan, } r = \frac{\varepsilon}{I} - R$$

Topish kerak:
r-?

Tashqi qarshilikni

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

formuladan topamiz.

$$\text{Yuza } S = \frac{\pi d^2}{4}$$

ni hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$R = \frac{4\rho l}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m} \cdot 10 \text{ m}}{3,14 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} = 5,4 \text{ Om}$$

U holda:

$$r = \frac{4,2}{0,6 \text{ A}} - 5,4 \text{ Om} = 1,6 \text{ Om}$$

Javob: $r = 1,6 \text{ Om}$.

2-masala. Ichki qarshiligi 19,8 Om bo'lgan galvanometr 10 mA gacha tok kuchini o'lchaydi. 10 A gacha tok kuchini o'lchash uchun, galvanometrni zanjirga qanday ulash kerak?

Berilgan:

$$R_g = 19,8 \text{ Om}$$

$$I_g = 10 \text{ mA} = 10^{-2} \text{ A}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

$$U = 10 \text{ B}$$

$$\rho = 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}$$

Yechilishi: Galvanometrda ampermetr sifatida foydalanish uchun, unga R_{sh} shunt (rezistor) parallel ulanadi (3-rasm). Shunt qarshiligini parallel ulash qoidasi bo'yicha hisoblash mumkin:

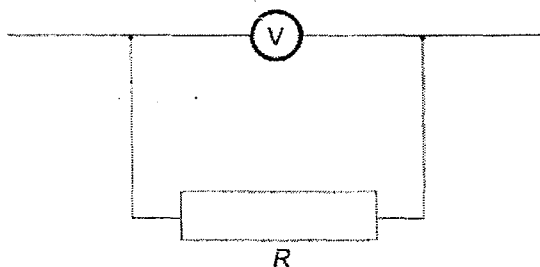
Topish kerak:

$$R_{sh} = ? R_k = ?$$

$$I_{sh} = I - I_g;$$

$$\frac{R_g}{R_{sh}} = \frac{I_{sh}}{I_g};$$

$$\frac{R_g}{R_{sh}} = \frac{I - I_g}{I_g} = n - 1$$



3-rasm.

Bunda,

$$n = \frac{I}{I_g}; \quad R_{sh} = \frac{R_g}{n-1}; \quad R_{sh} = \frac{19,8 \text{ Om}}{999} = 0,02 \text{ Om}$$



4-rasm.

Galvanometrdan voltmetr sifatida foydalanilganda, unga ketma-ket qilib qo'shimcha qarshilik R_Q ulanadi (4-rasm). U kuchlanish tushishi R_G va R_Q qarshiliklarda proporsional taqsimlanadi:

$$\frac{U - U_G}{U_G} = \frac{R_Q}{R_G}; \quad \frac{U}{U_G} - 1 = \frac{R_Q}{R_G};$$

$$R_Q = (n-1)R_G$$

bunda,

$$n = \frac{U}{U_G} = \frac{U}{I_G R_G}$$

$$n = \frac{10V}{0,01A \cdot 19,8Om} \approx 50$$

$$R_Q = 49 \cdot 19,8 Om \approx 970 Om$$

Javob: $R_{Sh} = 0,02 Om$, $R_Q = 970 Om$. Demak galvanometr shuntlangan holda ulanadi.

3-masala. Foydali ish koeffitsenti 70% bo'lgan minorali kran 0,55 m/s o'zgaras tezlikda 49 kN yukni ko'tarmoqda. Kuchlanishi 380 V bo'lgan tarmoqda ishlanayotgan elektr dvigateldagi tok kuchini aniqlang.

Berilgan:

$$\eta = 70\%$$

$$P = 4,9 \cdot 10^4 N$$

$$g = 0,55 m/s$$

$$U = 380 B$$

Topish kerak:

I-?

Yechilishi: Masalani yechish uchun, foydali ish koeffitsenti formulasini foydali

$$A_F = P \cdot g$$

va sarflangan umumiy

$$A_{um} = I \cdot U$$

quvvatlar nisbati ko'rinishida yozamiz:

$$\eta = \frac{P \cdot g}{I \cdot U} \cdot 100\%$$

bundan, tok kuchini topamiz:

$$I = \frac{P \cdot g}{\eta \cdot U} \cdot 100\%$$

$$I = \frac{4,9 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot 0,55 \text{ m/s} \cdot 100\%}{70\% \cdot 380 \text{ V}} \approx 101 \text{ A}$$

Javob: $I=101 \text{ A}$.

4-masala. Qarshiliklari 40 va 80 Om bo'lgan ikkita rezistor, parallel ulangan va o'zgarmas kuchlanish manbaiga tutashtirilgan. Birinchi rezistordan $3 \cdot 10^5 \text{ J}$ issiqlik miqdori ajraldi. Xuddi o'sha vaqtda ikkinchi rezistordan qancha issiqlik miqdori ajraladi? Agar, rezistorlar ketma-ket ulangan bo'lsa, ikkalasidan qancha issiqlik miqdori ajraladi?

Berilgan:

$$R_1=40\text{Om}$$

$$R_2=80\text{Om}$$

$$Q_1=3 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Topish kerak:

$$Q_1=?, Q_2=?$$

Yechilishi: Masalani yechish uchun, Joul-Lens qonunidan foydalanamiz:

$$Q_1 = \frac{U^2}{R_1} \cdot t, \quad Q_2 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t$$

(1)

Bu tenglamalarni hadma-had bo'lib $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}$,

Q_2 ni topamiz va hisoblaymiz:

$$Q_2 = \frac{R_1 \cdot Q_1}{R_2}$$

$$Q_2 = \frac{40\text{Om} \cdot 3 \cdot 10^5 \text{ J}}{80\text{Om}} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Agar, rezistorlar ketma-ket ulangan bo'lsa, u holda

$$Q = \frac{U^2 \cdot t}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

(1) Tenglamadan, $U^2 \cdot t$ ni topamiz va (2) tenglamaga qo'yamiz:

$$Q = \frac{Q_1 \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

$$Q = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot 40\text{Om}}{120\text{Om}} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Javob: $Q_2=1,5 \cdot 10^5 \text{ J}$; $Q=1,0 \cdot 10^5 \text{ J}$.

18-§. O'ZGARMAS TOK BO'LIMIGA DOIR MASALALAR

1. Elementning elektr yurituvchi kuchi 1,6 V ga, ichki qarshiligi 0,5Om ga teng. Tok kuchi 2,4 A bo'lganda, elementning F.I.K. qancha bo'ladi? J: $\eta=25\%$
2. E.Yu.K. 1,3 va 1,8 V hamda ichki qarshiliklari mos ravishda 0,1 va 0,15Om bo'lgan ikkita akkumulator parallel ulangan. Zanjirdagi tok kuchini va uning kuchlanishini aniqlang. J: $I=0,77\text{ A}$; $U=1,26\text{ V}$
3. Batareyaning E.Yu.K. 240 V, qarshiligi 1Om, tashqi qarshilik 23Om. Batareyaning: 1) umumiy quvvati, 2) foydali quvvati, 3) F.I.K. topilsin. J: $P_u=2,4\text{ kVt}$, $P_f=2,3\text{ kVt}$, $\eta=96\%$
4. E.Yu.K. 230 V bo'lgan generatorga 2,2 Om qarshilik ulangan. Agar, generator klemmlaridagi kuchlanish 220 V bo'lsa, uning qarshiligi qanchaga teng? J: $R=0,1\text{ Om}$
5. Ichki qarshiligi 1,5 Om va E.Yu.K. 1,45 V bo'lgan galvanik element, 3,5 Om tashqi qarshilikka ulangan. Zanjirning tok kuchini, element qutblaridagi kuchlanish va shu zanjirdagi elementning F.I.K. ni aniqlang. J: $I=0,29\text{ A}$; $U=1,02\text{ V}$; $\eta=70\%$
6. Agar, generatorning qarshiligi 0,05 Om, tashqi zanjir qarshiligi esa, 11,45 Om bo'lsa, uning E.Yu.K.ni va klemmlaridagi kuchlanishini aniqlang. Zanjirdagi tok kuchi 30 A.
J: $U_1=230\text{ V}$; $U_2=229\text{ V}$
7. Agar, generatorning E.Yu.K. 230V, uning qarshiligi 0,1 Om, tashqi zanjir qarshiligi esa, 23,9 Om bo'lsa, undagi tok kuchini aniqlang. J: $I=10\text{ A}$
8. E.Yu.K. 1,8 V bo'lgan elektr energiya manbaining zanjirdagi qisqa tutashuv tok kuchi 6 A ga teng. Tashqi zanjir qanday bo'lganda, undagi tok kuchi 2 A ga teng bo'ladi? J: $R=0,6\text{ Om}$
9. Element, reostat va ampermetr ketma-ket ulangan. Elementning E.Yu.K. 2V va ichki qarshiligi 0,4 Om. Ampermetr 1 A ni ko'rsatadi, elementning F.I.K. topilsin. J: $\eta=70\%$
10. O'tkazuvchanligi $2,4 \cdot 10^{-2}\text{ Om}$ bo'lgan elektr zanjiri, 50 V kuchlanishli o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulandi. Zanjirdagi tok kuchini va uning qarshiligini aniqlang. J: $I=1,2\text{ A}$; $R=42\text{ Om}$
11. Qarshiligi 40 Om bo'lgan pech yasash uchun, radiusi 2,5 sm li chinni silindirga, deometri 1 mm li nixrom simdan necha qavat o'rash kerak? J: $N=200\text{ o'ram}$

12. Tokning ruxsat etilgan zichligi $2,5 \text{ A/mm}^2$ bo'lganda, undagi tok kuchi 1000 A bo'lishi uchun, qanday diametrli mis sim tanlash kerak? J: $d=23 \text{ mm}$

13. Massasi $3,6 \text{ kg}$ bo'lgan mis sim chulg'ami $22,5 \text{ Om}$ qarshilikka ega, chulg'amdagi simning uzunligini aniqlang.

J: $L=736 \text{ m}$

14. Diametri 1 sm , og'irligi 1 kg bo'lgan temir sterjenning qarshiligi topilsin. J: $R=0,0018 \text{ Om}$

15. 120 V ga mo'ljallangan, qarshiligi $R=24 \text{ Om}$ bo'lgan dazmol qizdirgich elementini, 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulash uchun, qanday qo'shimcha qarshilikni ulash talab qilinadi? J: $R=20 \text{ Om}$

16. Diametri $0,1 \text{ mm}$ bo'lgan, 75 m uzunlikdagi sim o'ralgan g'altak, 12 V kuchlanishli elektr energiya manbaiga ulangan. Galtakdagi tok kuchini aniqlang. J: $I=2,7 \text{ mA}$

17. Turar joy elektr simlari uchun, yo'l qo'yilgan nagruzka 6 A/mm^2 . Agar, mis simning uzunligi 30 m bo'lsa, undagi kuchlanishning tushishi qancha bo'ladi? J: $U=3 \text{ V}$

18. Uzunligi 500 m va diametri 2 mm bo'lgan mis simdan o'tayotgan tokning kuchi 2 A ga teng bo'lsa, undagi potensialning tushishi topilsin. J: $U=5,4 \text{ V}$

19. Mis sim o'ralgan g'altakning qarshiligi $R=10,8 \text{ Om}$, mis simning og'irligi $P=3,41 \text{ kg}$. Galtakka o'ralgan simning uzunligi va diametri d topilsin. J: $l=500 \text{ m}$; $d=10^{-3} \text{ m}=1 \text{ mm}$

20. Mis simli g'altak chulg'amining qarshiligi 14°S da 10 Om ga teng. Tokka ulangandan keyin, chulg'amning qarshiligi $12,2 \text{ Om}$ ga teng bo'lib qoladi. Chulg'am qancha temperaturagacha qiziydi? Mis qarshiligining temperatura koeffitsenti $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ ga teng.

J: $t=70^{\circ}\text{C}$

21. Qarshiligi 20 Om va uchlaridagi kuchlanish 12 V bo'lgan o'tkazgich ko'ndalang kesimi orqali, 30 s da qancha elektr miqdori o'tadi? Elektr tokining ishini aniqlang. J: $q=18 \text{ nKl}$; $A=216 \text{ J}$

22. Agar, ampermetr va voltmetr ko'rsatishlari o'zgarmas va mos ravishda 50 A va 220 V ga teng bo'lsa, generator 8 soatda tashqi zanjirga qancha energiya beradi? Javobini joule va kilovatt-soat hisobida ifodalang. J: $W=317 \text{ MJ}$; $W=88 \text{ kVtsoat}$.

23. Agar, bitta tarmoqdagi tok kuchi 60 A , tarmoqdagi kuchlanish esa, 220 V bo'lsa, ikkita parallel ulangan elektr dvigatelning 8 soat ishlaganda, sarflangan energiyasini aniqlang. $W=176 \text{ Vtsoat}$.

24. Agar, to'rtta cho'g'lanma lampa 120 V kuchlanishli tarmoqqa: a) parallel, b) ketma-ket, v) ikki parallel gruppaga ikkitadan ketma-ket ulangan bo'lsa, 8 soatda sarf bo'lgan energiyani aniqlang. Lampaning qarshiligi 120 Om.

J: 1) $W=13,8 \text{ MJ}$; 2) $W=864 \text{ kJt}$; 3) $W=3,46 \text{ MJ}$

25. Qarshiligi $R_0=10 \text{ Om}$ bo'lgan rezistorga qarshiligi $R_1=15 \text{ Om}$ bo'lgan rezistor parallel ulandi. Zanjirning umumiy qarshiligi R_0 ga teng bo'lishi uchun ularga ketma-ket qilib qanday R_2 qarshilik ulash kerak (Om)? J: $R=4 \text{ Om}$

26. Agar, ikki elektrodli lampaning anodiga har sekunda $3 \cdot 10^{16}$ ta elektron yetib borsa, anod toki (mA) nimaga teng bo'ladi? $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ KJ}$. J: $I=4,8 \text{ mA}$

27. Ko'ndalang kesim yuzi $0,5 \text{ mm}^2$ va uzunligi 2 m bo'lgan o'tkazgichning qarshiligiga teng qarshilik hosil qilish uchun, o'sha materialdan yasalgan va ko'ndalang kesim yuzi 10 mm^2 bo'lgan simdan necha metr olish kerak? J: $L=40 \text{ m}$

28. Elektr yurituvchi kuchi 12 V, ichki qarshiligi 1 Om bo'lgan o'zgarmas tok manbaiga, qarshiligi 3 Om bo'lgan rezistor ulangan. Manbadan o'tayotgan tokning kuchi qanday (A)? J: $I=3 \text{ A}$

29. Agar, alyuminiy o'tkazgichdan o'tayotgan tok zichligi $2 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$ bo'lsa, o'tkazgich ichidagi maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi? Alyuminiyning solishtirma qarshiligi $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng. J: $E=5,6 \text{ V/m}$

30. Zanjirning qarshiligi 0,5 Om bo'lgan qismida, 3 s da 54 J issiqlik ajralishi uchun, zanjirdagi tok kuchi qanday bo'lishi kerak?

J: $I=5 \text{ A}$

31. Zanjirdagi tok kuchi 30 A bo'lganda, tashqi quvvat 180 Vt ga teng bo'lgan. Agar, manbaning ichki qarshiligi 0,4 Om ga teng bo'lsa, uning EYuKi qanday (V)? J: 18 V

32. Umumiy elektr qarshiligi 20 Om bo'lishi uchun, 25 Omli rezistorga, parallel qilib qanday rezistorni ulash kerak (Om)?

J: $R=100 \text{ Om}$

33. Bir metrining massasi 55 kg bo'lgan, 2 km uzunlikdagi po'lat relsning qarshiligini aniqlang (Om). Po'latning zichligi $7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, solishtirma qarshiligi $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ Om}$. J: $R=0,034 \text{ Om}$

34. Zanjir qismidan 3 s da o'tgan tok, 24 J ish bajaradi. Agar, zanjir qismidagi kuchlanish 4 V bo'lsa, undan qanday tok o'tadi? J: $I=2 \text{ A}$

35. Ko'ndalang kesimi $1,25 \text{ mm}^2$ bo'lgan mis simdan 8 A tok o'tmoqda. Elektronlarning konsentratsiyasi $n = 8 \cdot 10^{22} \text{ sm}^{-3}$ bo'lsa, ularning tartibli harakat tezligi qanday bo'ladi? $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$.

J: $v = 0,5 \text{ mm/s}$

36. Alyuminiy o'tkazgichdan o'tayotgan tok zichligi $2 \cdot 10^5 \text{ A/m}^2$ bo'lsa, o'tkazgich ichidagi maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi? Alyuminiyning solishtirma qarshiligi $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$.

J: $E = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ V/m}$

37. Qarshiligi 330 Om bo'lgan isitgichdan o'tayotgan tokning kuchi qanday bo'lganda, 0°S temperaturadagi 4 g muz 4 s da erib ketadi? Muzning solishtirma erish issiqligi $3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ ga teng.

J: $I = 1 \text{ A}$

38. Nikelin va ruxdan yasalgan o'tkazgichlar, bir xil massaga va qarshilikka ega. Qaysi o'tkazgich uzunroq va necha marta uzun? Nikelinich zichligi $8,41 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, solishtirma qarshiligi $42 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$. Ruxning zichligi $7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, solishtirma qarshiligi $6 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$. J: Rux sim 2,9 marta uzun.

39. Ichki qarshiligi $1,5 \text{ Om}$ va EYuK 30 V bo'lgan manbaga, qanday qarshilik (Om) ulanganda, zanjirdagi tok kuchi 2 A ga teng bo'ladi? J: $R = 13,5 \text{ Om}$

40. Zanjirga ulangan ampermetrning ichki qarshiligi $0,24 \text{ Om}$ va ampermetr shuntining qarshiligi $0,06 \text{ Om}$. Ampermetr 4 A tokni ko'rsatsa, zanjirdagi tok kuchi (A) qanday bo'ladi? J: $I = 20 \text{ A}$

41. 30 V kuchlanishga mo'ljallangan 30 kVt quvvatli qurilmaning butun energiyasi elektroliz uchun ishlatilsa, elektrokimyoviy ekvivalenti $3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/Kl}$ bo'lgan moddadan 1 minutda qancha ajraladi? J: $M = 0,018 \text{ kg}$

42. O'tkazgichdagi tok kuchi 1 A . O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan, 1 s da nechta elektron o'tadi? Elektron zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$. J: $N = 6,25 \cdot 10^{18}$

43. $10 \text{ kVt}\cdot\text{soat}$ energiya sarflangan bo'lsa, elektroliz vaqtida ajralgan misning massasi qanday (kg)? Vanna klemmlaridagi kuchlanish 10 V . Qurilmaning FIK 75%. Misning elektrokimyoviy ekvivalenti $\kappa = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/Kl}$. J: $m = 0,89 \text{ kg}$

19-§. ELEKTROMAGNITIZM

Bio-Savar-Laplas qonuni bo'yicha, I tok o'tayotgan kontur elementi dl fazoning biror A nuqtasidagi induksiyasi

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I |d\vec{l} \cdot \vec{r}|}{r^3} \quad \text{yoki}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot dl \cdot \sin \alpha}{r^2}$$

ga teng magnit maydoni hosil qiladi, bunda, r - tok elementi dl dan A nuqttagacha bo'lgan masofa, α radius vektor $\vec{r}$ bilan tok elementi $d\vec{l}$ orasidagi burchak.

μ_0 - magnit doimiysi son qiymati $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Gn/m ga teng. Bio-Savar-Laplas qonunini turli ko'rinishidagi konturlarga tatbiq qilib, quyidagilarni topish mumkin.

Tokli cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich magnit maydonining induksiyasi:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot a}$$

bunda, a - magnit maydonining induksiyasi aniqlanadigan nuqtadan tokli o'tkazgichgacha bo'lgan masofa.

Uzunligi chekli bo'lgan to'g'ri o'tkazgich uchun

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{R} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

bunda α_1 va α_2 - o'tkazgich bilan uning uchloriga o'tkazilgan radius vektorlar orasidagi burchak.

Aylana shaklidagi tokli o'tkazgich markazida hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2R}$$

R - aylana shaklidagi tokli o'tkazgich radiusi.

Aylana shaklidagi tokli konturning o'qidan d masofada yotgan nuqtadagi magnit maydon induksiyasi:

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + d^2)^{3/2}}$$

Magnit maydon induksiyasi $\vec{B}$ va bu maydon kuchlanganligi $\vec{H}$ orasidagi bog'lanish formulasi:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$$

bunda, μ - muxitning nisbiy magnit kirituvchanligi.

Nisbiy magnit kirituvchanlik μ ning son qiymati har xil moddalar uchun, har xil bo'lib, ferromagnit jismlar uchun, ilovada ko'rsatilgan grafikdan foydalanib olinadi.

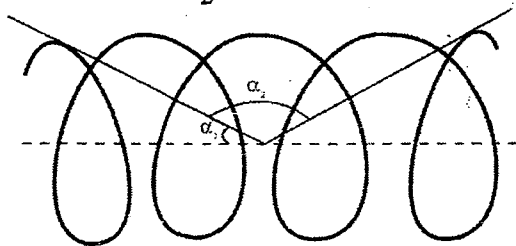
Cheksiz uzun solenoid (g'altak) o'qida hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi:

$$B = \mu \mu_0 n I$$

bunda, n - solenoidning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan o'ramlar soni, yani $n = N/l$ bu yerda, N o'ramlar soni, l - solenoid uzunligi.

Chekli solenoid o'qida yotgan nuqta uchun magnit maydon induksiyasi:

$$B = \mu_0 \mu \frac{I \cdot n}{2} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$



1-rasm

Bundagi α_1 va α_2 burchaklar 1-rasmda ko'rsatilgan. Chyeksiz uzun solenoid uchun $\alpha_1 = 0$ va $\alpha_2 = 180^\circ$ ga teng.

Magnit maydon induksiyalari $\vec{B}_1$ va $\vec{B}_2$ bo'lgan ikkita maydonning umumiy induksiyasi: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ va uning son qiymati

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 - 2B_1B_2 \cos \alpha}$$

bunda, α $\vec{B}_1$ va $\vec{B}_2$ lar orasidagi burchak.

Magnit maydonining tokli o'tkazgichga ta'sir kuchi uchun Amper qonuni:

$$d\vec{F} = I[\vec{B}d\vec{l}] \quad \text{yoki} \quad dF = IBdl \sin \alpha$$

bunda, dl - tok o'tayotgan o'tkazgich elementi, I - undan o'tayotgan tok kuchi, α - tok yo'nalishi bilan magnit maydon induksiya sinining yo'nalishi orasidagi burchak.

Ikki parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi:

$$F = \mu_0 \mu \frac{I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

bunda, l - o'tkazgich uzunligi, d - ular orasidagi masofa.

Tokli konturning magnit momenti $\vec{P}_m$ son jihatidan, kontur yuzi S bilan undan o'tayotgan tok kuchining ko'paytmasiga teng:

$$\vec{P}_m = \vec{n} \cdot I \cdot S$$

bunda, $\vec{n}$ - kontur sirtiga o'tkazgan perpendikulyarning birlik vektori.

Tokli ramkaga ta'sir etuvchi mexanik momenti (kuch momenti):

$$M = F \cdot R$$

bu yerda, F - ta'sir etuvchi kuch, R - ramka radiusi. Ikkinchi tomondan

$$\vec{M} = [\vec{P} \cdot \vec{B}] \quad \text{yoki,} \quad M = P \cdot B \cdot \sin \alpha$$

Harakatdagi elektr zaryadining magnit maydon induksiya va kuchlanganligi:

$$B = \mu_0 \mu \frac{q\vartheta}{4\pi r^2}; \quad H = \frac{q\vartheta}{4\pi r^2}$$

Magnit maydonida ϑ tezlik bilan harakat qilayotgan zaryadlangan zarrachaga ta'sir etuvchi kuch (Lorens kuchi):

$$\vec{F} = q[\vec{B} \cdot \vec{\vartheta}] \quad \text{ёки} \quad F = q \cdot B \cdot \vartheta \cdot \sin \alpha$$

Bu formulalarda, q - zaryad miqdori, V - magnit maydon induksiya vektori, ϑ - zaryadning tezligi, α - zaryadning harakat yo'nalishi bilan induksiya vektori orasidagi burchak.

Agar, zaryadga elektr ($\vec{E}$) va magnit ($\vec{B}$) maydonlari bir vaqtda ta'sir qilsa, teng ta'sir etuvchi kuch:

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{B}\vartheta$$

Konturdan o'tayotgan magnit induksiya oqimi: $F=B \cdot S \cdot \cos \alpha$. Bunda, S - kontur kesimining yuzi, α - kontur tekisligiga tushirilgan perpendikulyar bilan magnit maydon induksiya vektori yo'nalishi orasidagi burchak.

Solenoid uchun magnit induksiya oqimi:

$$\Phi = \mu_0 \mu I \cdot n \cdot S = \mu_0 \mu \frac{I \cdot N \cdot S}{l} = \mu_0 \mu \frac{I \cdot N \cdot V}{l^2}$$

bunda, $n = \frac{N}{l}$ uzunlik birligidagi o'ramlar soni, N - o'ramlar soni, S - solenoid kesimining yuzi va l - uning uzunligi.

Tokli o'tkazgichni, magnit maydonda siljatilganda bajarilgan ish:

$$dA = IdF$$

dF - o'tkazgich kesib o'tgan magnit oqimining o'zgarishi.

Induksiya elektr yurituvchi kuchi, quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

O'zinduksiya elektr yurituvchi kuch: $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$ ga teng bo'ladi. Bunda, L - konturning induktivligi.

$$\text{Solenoidning induktivligi: } L = \mu_0 \mu n^2 l \cdot S = \mu_0 \mu \frac{N^2}{l} \cdot S$$

bunda, l - solenoid uzunligi, S - uning kesim yuzi, n - uzunlik birligidagi o'ramlar soni, N - hamma o'ramlar soni.

$$\text{Magnit maydon energiyasi: } W = \frac{LI^2}{2}$$

Magnit maydon energiyasining hajmiy zichligi:

$$w = \frac{W}{V} = \frac{B \cdot H}{2} = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0 \mu} = \frac{\mu \mu_0 H^2}{2}$$

Magnetiklarda hosil bo'lgan magnit maydon induksiya:

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}^1$$

bunda, V_0 - vakuumdagi magnit maydon induksiya, $\vec{B}^1$ - magnetikda

hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi, $\vec{B}$ - natijaviy magnit maydon induksiyasi.

Moddaning magnit qabul qiluvchanligi:

$$\chi = \frac{j}{H}$$

bunda, j - magnitlanish vektori, ya'ni hajm birligidagi molekular magnit momentlarining yig'indisi.

Magnit kirituvchanligi va magnit qabul qiluvchanlik orasidagi bog'lanish:

$$\mu = 1 + \chi$$

Omik qarshiligi $R=0$ bo'lgan tebranish konturi uchun tebranish davri:

$$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni:

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

bunda, I_{ef} , U_{ef} - tok kuchi va kuchlanishning effektiv qiymatlari, ωL - g'altakning induktivlik qarshiligi, $1/\omega C$ - kondensatorning sig'im qarshiligi.

Tok va kuchlanishning effektiv va maksimal qiymatlari orasidagi bog'lanish:

$$I_{\text{max}} = \frac{I_{ef}}{\sqrt{2}}, \quad U_{\text{max}} = \frac{U_{ef}}{\sqrt{2}}$$

O'zgaruvchan tok zanjiridagi o'rtacha quvvat va ajralib chiqqan issiqlik miqdorini hisoblash formulalari:

$$N_{or} = I_{ef} U_{ef} \cos \varphi, \quad Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

MASALA YeChIsh NAMUNALARI

1-masala. To'g'ri tokli o'tkazgichning AB kesmasi o'rtasiga o'tkaziladigan perpendikular, AB kesmadan 5 sm uzoqlikda turgan C nuqtadagi (2-rasm) magnit maydonning kuchlanganligi hisoblansin. O'tkazgichdan 20 A tok o'tadi. AB kesma C nuqtadan 60° burchak ostida ko'rinadi.

Berilgan:

$$b=5 \text{ sm}=0,05 \text{ m}$$

$$I=20 \text{ A}$$

$$\alpha=60^\circ$$

Topish kerak: H?

Yechilishi:

Bio-Savar-Laplas qonuni
bo'yicha, I - tok o'tayotgan
kontur elementi, dl fazoning biror
A nuqtasida kuchlanganligi

$$dH = \frac{I \cdot dl \cdot \sin \alpha}{4\pi \cdot r^2} \quad (1)$$

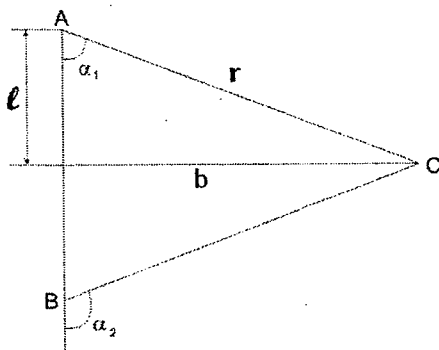
ga teng magnit maydoni hosil qiladi. Bu formulani bir o'zgaruvchanli tenglamaga aylantiramiz, ya'ni dl ni $d\alpha$ orqali ifodalaymiz. 2-rasm

$$dl = b \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (2)$$

ga teng. dl ning bu ifodasini α burchak bo'yicha differensiallab, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$dl = -\frac{b \cdot d\alpha}{\sin^2 \alpha} \quad (3)$$

bu holda, C nuqtadagi magnit



2-rasm.

maydoni kuchlanganligi, quyidagi ko'rinishga keladi.

$$dH = -\frac{\frac{b \cdot d\alpha}{\sin^2 \alpha} \cdot I \cdot \sin \alpha}{4\pi \cdot r^2} \quad (4)$$

(4) ni integrallaymiz

$$H = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{I \sin \alpha d\alpha}{4\pi r^2} \quad (5)$$

So'ngra,

$$r = \frac{b}{\sin \alpha} \quad (6)$$

ga teng ekanligini e'tiborga olib, magnit maydoni kuchlanganligini topamiz:

$$H = -\frac{J}{4\pi b} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha \cdot d\alpha = \frac{I}{4\pi b} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

Shart bo'yicha, $I=20$ A, $b=5 \cdot 10^{-2}$ m, $\alpha_1=60^\circ$, $\alpha_2=180^\circ-60^\circ=120^\circ$. Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak,

$$H = \frac{I}{4\pi b} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) = \frac{20}{4\pi b} (\cos 60^\circ - \cos 120^\circ) = 31,8 \frac{A}{m}$$

$$\text{Javob: } H=31,8 \frac{A}{m}$$

2-masala. Uzunligi 80sm bo'lgan to'g'ri o'tkazgich kesmasidan, 50A tok oqib o'tmoqda. O'tkazgich kesmasining eng chetki nuqtalaridan bir xil uzoqlikda hamda o'tkazgichning o'rtasidan 30sm uzoqlikda joylashgan A nuqtadagi magnit maydon induksiyasini toping (3-rasm).

Berilgan:

$$l=80 \text{ sm}=0,8 \text{ m}$$

$$I=50 \text{ A}$$

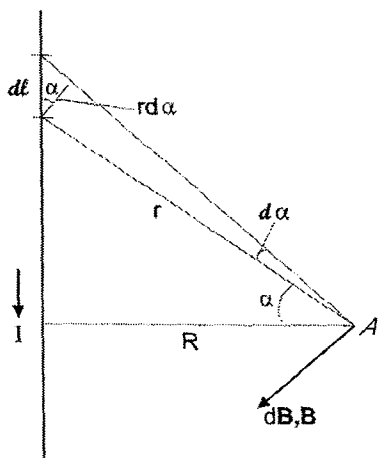
$$r_0=30 \text{ sm}=0,3 \text{ m}$$

Topish kerak: B-?

Yechilishi: Bio-Savar-Laplas qonuniga asosan, $I \cdot dl$ tok elementi induksiyasi dB ga teng bo'lgan magnit maydonini hosil qiladi.

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{r^2} \cdot dl \quad (1)$$

bu yerda, α tok elementi Idl bilan radius vektor r orasidagi burchak.



3-rasm.

Rasmdan

$$dl = r \frac{d\alpha}{\sin \alpha}, \quad r = \frac{r_0}{\sin \alpha} \text{ ga teng.}$$

dl va r ning bu qiymatlarini (1) tenglamaga qo'yib, integral ishorasi ostidagi ifodani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha \cdot d\alpha \quad (2)$$

bu ifodani integrallab, quyidagi formulani hosil qilamiz

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) \quad (3)$$

A nuqta o'tkazgich kesmasiga nisbatan simmetrik bo'lgani uchun, $\cos \alpha_2 = -\cos \alpha_1$ ga teng bo'ladi, u holda (3) formula A nuqta o'tkazgich kesmasiga nisbatan, simmetrik bo'lgani uchun $\cos \alpha_2 = -\cos \alpha_1$ ga teng bo'ladi, u holda (3) formula quyidagicha yoziladi:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_0} \cos \alpha_1 \quad (4)$$

rasmdan

$$\cos \alpha_1 = \frac{\frac{l}{2}}{\sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + r_0^2}} = \frac{l}{\sqrt{4r_0^2 + l^2}} \quad (5)$$

bu qiymatni (3) formulaga qo'yib,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_0} \frac{l}{\sqrt{4r_0^2 + l^2}} \quad (6)$$

(6)-ifodani hosil qilamiz. Bunga kattaliklarni son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^7 \cdot 50}{2\pi \cdot 30 \cdot 10^{-2}} = \frac{80 \cdot 10}{\sqrt{4(3 \cdot 10^{-2}) + (80 \cdot 10^{-2})^2}} = 26,7 \text{ mTl}.$$

O'lcham birligini tekshiramiz

$$[B] = \frac{Gn \cdot A \cdot m}{m \cdot m^2} = \frac{Tl \cdot m^2 A}{A \cdot m^2} = Tl.$$

Javob: $V=26,7 \text{ mTl}$

3-masala. Radiusi $R=10 \text{ sm}$ bo'lgan xalqa shaklidagi uzun o'tkazgichdan (4-rasm), $I=80 \text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Xalqaning hamma nuqtalaridan bir xil $r=20 \text{ sm}$ uzoqlikda joylashgan A nuqtadagi magnit maydon induksiyasini toping.

Berilgan:

$R=10 \text{ sm}=0,1 \text{ m}$

$I=80 \text{ A}$

$r=20 \text{ sm}=0,2 \text{ m}$

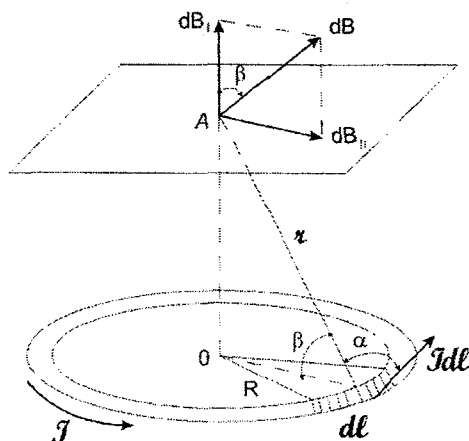
Topish kerak: $B=?$

Yechilishi: O'ram o'qida, o'ram tekisligidan, a masofadagi magnit maydon induksiyasi quyidagi formuladan topiladi:

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + a^2)^{3/2}} \quad (1)$$

(1) formulaga rasmdan foydalangan holda, ba'zi matematik o'zgartirishlar kiritib, quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2r^3}$$



4-rasm.

hamma kattaliklarni "HB" sistemasida ifodalab hisoblaymiz.

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 80 \cdot (0,1)^2}{2 \cdot (0,2)^3} Tl = 6,28 \cdot 10^{-5} Tl$$

O'lcham birligini tekshiramiz.

$$[B] = \frac{[\mu_0] \cdot [I] \cdot [R^2]}{[r^3]} = \frac{1Gn \cdot 1A \cdot 1m^2}{1m \cdot 1m^3} = \frac{1Gn \cdot 1A^2}{1A \cdot 1m^2} = \frac{1J}{1A \cdot 1m^2} = \frac{1H \cdot 1m}{1A \cdot 1m^2} = Tl$$

Javobi: $B=62,8 \text{ mkTl}$

4-masala. Har birining uzunligi 2,5 m bo'lgan va bir-biridan 20 sm masofada joylashgan ikkita to'g'ri uzun o'tkazgichlardan (5-rasm), bir xil miqdorda $I=1000 \text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Toklarning o'zaro ta'sir kuchini hisoblang.

Berilgan:

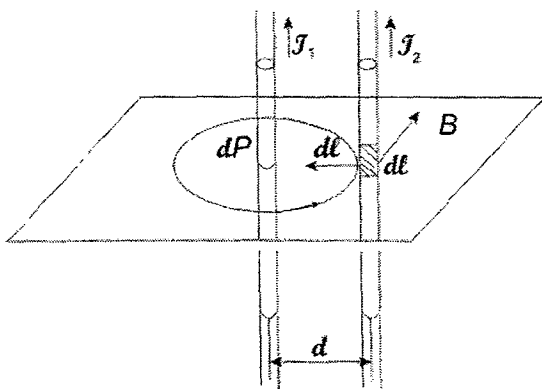
$l=2,5 \text{ m}$

$d=20 \text{ sm}=0,2 \text{ m}$

$I=10^3 \text{ A}$

Topish kerak: $F=?$

Yechilishi: Tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri, ularni hosil qilgan magnit maydoni orqali yuzaga keladi. Toklar bir tomonga yo'nalgan deb faraz qilamiz.



5-rasm.

I_1 tok B_1 magnit maydoni hosil qiladi. Bu magnit maydon induksiyasining moduli

$$B_1 = \frac{\mu_0 J_1}{2\pi d} \quad (1)$$

ga teng.

Amper qonuniga muvofiq, I_2 tok oqib o'tayotgan ikkinchi tokli o'tkazgich uzunligini dl_2 elementiga, magnit maydoni tomonidan dF kuch ta'sir qiladi:

$$dF = B_1 I_2 dl_2 \sin \alpha \quad (2)$$

O'tkazgich magnit maydon induksiyasining vektori B_1 ga perpendikular bo'lgani uchun, $\sin \alpha = 1$ ga teng, bu holda (2), formula quyidagi ko'rinishga keladi.

$$dF = B_1 I_2 dl_2 \quad (3)$$

Bu ifodaga B_1 ni (1)- formuladagi qiymatini qo'yib

$$dF = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I_2}{2\pi d} \cdot dl \quad (4)$$

uni hosil qilamiz.

Toklarning o'zaro ta'sir kuchini topish uchun (4), ifodani integrallaymiz:

$$F = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I_2}{2\pi d} \int_0^l dl = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi d} \cdot l \quad (5)$$

$I_1 = I_2 = I$ bo'lganligidan (5)- formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$F = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi d} \quad (6)$$

(6) - tenglamaning o'ng tomoni, kuch birligi Nyutonni (N) berishini tekshirib ko'ramiz.

$$[F] = \frac{[\mu_0] \cdot [I^2] \cdot [l]}{[d]} = \frac{1 \frac{Gn}{m} \cdot (1A)^2 \cdot 1m}{1m} = \frac{1J}{1m} = 1N$$

(6) - tenglamaga kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib, hisoblaymiz:

$$F = \frac{2\pi \cdot 10^{-7} (10^3) \cdot 2,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2} = 2,5N$$

Javob: $F=2,5 \text{ N}$

5-masala. $U=6 \text{ kV}$ potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan electron, bir jinsli magnit maydoniga, maydon yo'nalishiga nisbatan $\alpha=30^\circ$ burchak ostida uchib kiradi va spiral bo'ylab harakat qila boshlaydi. Magnit maydon induksiyasi $B=1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Vb/m}^2$ 1) Spiral o'ramining radiusi, 2) spiral qadami topilsin.

Berilgan:

$$U=6 \text{ kV}=6 \cdot 10^3 \text{ B}$$

$$\alpha=30^\circ$$

$$B=1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Vb/m}^2$$

$$e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$$

$$m=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Topish kerak: $R=? \quad l=?$

Yechilishi: Magnit maydoniga uchib kirayotgan elektronning tezligi

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad (1)$$

ga teng. Bu tezlikni ikkita tashkil etuvchiga: $\vartheta_{\tau} = \vartheta \cdot \cos \alpha$ - kuch chiziqlari bo'ylab yo'nalgan tashkil etuvchiga va $\vartheta_n = \vartheta \cdot \sin \alpha$ - kuch chiziqlariga tik yo'nalgan tashkil etuvchiga ajratamiz.

Elektron yo'lining V ga tik joylashgan tekislikka bo'lgan proeksiyasi, radiusi spiral o'ramining izlayotgan radiusiga teng bo'lgan aylanani beradi va u quyidagi formuladan topiladi:

$$\frac{m\vartheta_n^2}{R} = e\vartheta_n B \quad (2)$$

$$R = \frac{m\vartheta_n}{eB} = \frac{m\vartheta \cdot \sin \alpha}{eB} \quad (3)$$

Bu yerda, α - elektron tezligining yo'nalishi bilan maydon yo'nalishi orasidagi burchak. Ma'lumki,

$$T = \frac{2\pi R}{\vartheta \cdot \sin \alpha} \quad (4)$$

Shu bilan birga

$$R = \frac{m \cdot \vartheta \cdot \sin \alpha}{eB} \quad (5)$$

ni (4)-ga qo'ysak

$$T = \frac{2\pi m}{eB} \quad (6)$$

davrni yangi ifodasini olamiz, ya'ni davr elektron tezligiga bog'liq emasligi ko'rinadi. U holda, elektron vintli trayektoriyasining qadami:

$$h = \vartheta_{\tau} \cdot T = \frac{2\pi \cdot m \cdot \vartheta \cdot \cos \alpha}{eB} \quad (7)$$

Elektronning tezligini (1) formula yordamida aniqlab, masaladagi son qiymatlarini (3) va (7) formulalarga qo'yib, spiral o'rami radiusi va qadamini topamiz:

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ KJ} \cdot 6 \cdot 10^3 \text{ V}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 1,45 \cdot 10^9 \text{ m/c}$$

$$R = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 10^7 \text{ m/c} \cdot \sin 30^\circ}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Vb/m}^2} = 4,375 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$h = g_r \cdot T = \frac{2\pi \cdot m \cdot v \cdot \cos \alpha}{eB} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^7 \text{ m/c} \cdot \cos 30^\circ}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ KJ} \cdot 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Vb/m}^2} = 23,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Javob: $R=4,375 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $h=23,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

6-masala. $I=100 \text{ A}$ tok oqayotgan tomonlari $a=11 \text{ sm}$ bo'lgan yassi kvadrat kontur, bir jinsli magnit maydoniga erkin o'rnatilgan ($B=ITl$). Tashqi kuchlar konturni, o'qqa nisbatan 1) $\varphi_1=90^\circ$, 2) $\varphi_2=3^\circ$ burchaklarga burganda, bajarilgan ish A topilsin. Kontur burilganda, undagi tok kuchi o'zgarmaydi.

Berilgan:

$$I=100 \text{ A}$$

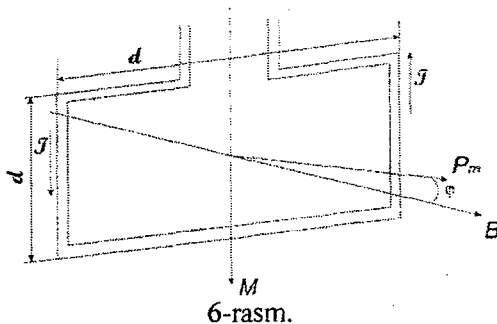
$$a=10 \text{ sm}=0,1 \text{ m}$$

$$B=1 \text{ Tl}$$

$$\varphi_1=90^\circ$$

$$\varphi_2=3^\circ$$

Topish kerak: A ?



Yechilishi: Magnit maydonida tokli konturga kuch momenti ta'sir etadi (6-rasm).

$$M = P_m \cdot B \cdot \sin \varphi \quad (1)$$

Bu yerda, $P_m=I \cdot S=Ia^2$ kontur magnit momenti. φ magnit induksiyasi B (konturga normal bo'yicha yo'nalgan) va $\vec{P}_m$ vektorlar orasidagi burchak.

Boshlang'ich holatda, masala shartiga asosan, kontur magnit maydoniga erkin joylashtirilgan. Bunda, kuch momenti nolga teng ($M=0$), demak, $\varphi=0$, ya'ni $\vec{P}_m$ va $\vec{B}$ vektorlar bir xil yo'nalgan. Agarda, tashqi kuchlar konturni muvozanat holatidan chiqarib yuborsa, u holda hosil bo'luvchi kuch momenti, konturni boshlang'ich holatiga qaytarishga intiladi. Tashqi kuchlar ushbu momentga qarshi ish bajaradi.

Kuch momenti o'zgaruvchan bo'lganligidan (burilish burchagi φ ga bog'liq), ishni hisoblash uchun differensial ko'rinishdagi ish formulasi $dA=Md\varphi$ dan foydalanamiz. (1) - ifodani etiborga olib, quyidagini yozamiz:

$$dA = I \cdot B \cdot a^2 \sin \varphi \cdot d\varphi$$

Ushbu ifodani integrallab, chekli burchakka burilgandagi ishni topamiz:

$$A = I \cdot B \cdot a^2 \int_0^{\varphi} \sin \varphi \cdot d\varphi \quad (2)$$

$\varphi = 90^\circ$ burchakka burilgandagi ish

$$A_1 = I \cdot B \cdot a^2 \int_0^{\pi/2} \sin \varphi d\varphi = I B a^2 / (-\cos \varphi) /_0^{\pi/2} = I \cdot B \cdot a \quad (3)$$

Son qiymatlarini XB sistemasida hisoblaymiz:

$$A_1 = 100 \cdot 1 \cdot (0,1)^2 J = 1 J$$

$\varphi_2 = 3^\circ$ burchakka burilgandagi ish. Bunda φ_2 burchak kichkina ekanligini e'tiborga olib, (2) ifodadaga $\sin \varphi \approx \varphi$ o'zgartirish kiritamiz:

$$A_2 = I \cdot B \cdot a^2 \int_0^{\varphi} \varphi d\varphi = \frac{1}{2} I \cdot B \cdot a^2 \varphi^2 \quad (4)$$

φ_2 burchakga radianda qiymat berib, kattaliklarni son qiymatlari (4) ga qo'yib hisoblaymiz.

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 1 \cdot (0,1)^2 \cdot (0,0523)^2 J = 0.00137 J$$

Javob: $A_1 = 1 J$, $A_2 = 0,00137 J$

Masalani boshqa usullar bilan ham yechish mumkin.

1. Tokli konturni magnit maydonida ko'chirishdagi tashqi kuchlar ishi, konturdagi tok kuchini, konturni kesib o'tuvchi magnit oqimi o'zgarishiga, ko'paytmasiga teng:

$$A = -I\Delta\Phi = I(\Phi_1 - \Phi_2)$$

bu yerda, F_1 - kontur ko'chishidan oldin, kesib o'tgan magnit oqimi, F_2 - kontur ko'chishidan keyingi magnit oqimi.

Agarda, $\varphi_1 = 90^\circ$ bo'lsa, $\Phi_1 = B \cdot S$, $\Phi_2 = 0$. Demak, $A = I \cdot B \cdot S = I B a^2$ bu (3)- formula bilan mos keladi.

2. Tokli konturni magnit maydonidagi mexanik potensial energiyasi $U(\varphi) = P_m \cdot B \cdot \cos\varphi$ dan foydalanamiz.

Bunda, tashqi kuchlar ishi:

$$A = \Delta U = U_2 - U_1 \text{ yoki } A = P_m B (\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1)$$

$P_m = I a^2$, $\cos\varphi_1 = 1$, $\cos\varphi_2 = 0$ bo'lganligi uchun $A = I \cdot B \cdot a^2$ bu ham (3)- formula bilan mos keladi.

20-§. ELEKTROMAGNITIZM BO'LIMIGA DOIR MASALALAR

1. Bir-biridan 0,1 m uzoqlikda joylashgan ikkita to'g'ri uzun o'tkazgichlardan, qarama-qarshi yo'nalishda $I_1 = I_2 = 10$ A tok o'tmoqda. Har bir o'tkazgichdan 10 sm narida turgan nuqtadagi magnit maydoni kuchlanganligining qiymati va yo'nalishini toping. J: 16 A/m

2. To'g'ri burchakli qilib egilgan o'tkazgichdan, 20 A tok o'tadi. Burchak uchidan 10 sm narida, burchak bissektirasisida yotgan nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. J: 77,3 A/m

3. Xalqa ko'ndalang kesimi $S = 1,0 \text{ mm}^2$ bo'lgan mis simdan yasalgan bo'lib, undan 20 A tok o'tganda, halqa markazida kuchlanganligi $H = 0,178 \cdot 10^3$ A/m ga teng magnit maydoni hosil bo'ladi. O'tkazgichning uchlari, qanday potensiallar ayirmasiga ulanganligi topilsin. J: $U = \pi r^2 / SH = 0,12$ v

4. Radiusi 4 sm bo'lgan doiraviy konturdan, 2 A tok oqadi. Uning o'qida, kontur tekisligidan 3 sm yuqorida joylashgan nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. J. $N = 12,7$ A/m

5. Radiusi 11 sm bo'lgan, doiraviy o'ram markazidagi magnit maydonining kuchlanganligi $0,06 \cdot 10^{-3}$ A/m. Shu o'ram o'qida, o'ram

tekisligidan 10 sm naridagi magnit maydoni kuchlanganligi topilsin.

J: 25,8 A/m

6. Uzunligi 1 metr simdan yasalgan kvadrat ramkadan, 10 A tok o'tmoqda, shu ramka markazidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. J: 35,8 A/m

7. O'ramlar soni 20 ta bo'lgan tokli ramkada, 5 A tok oqib o'tmoqda. Agar, tokli ramkaning yuzasi 10 cm^2 bo'lsa, uning magnit momentini toping. J: $0,1 \text{ A} \cdot \text{m}^2$

8. Aylana o'ramning markazidagi magnit maydon kuchlanganligi 500 A/m ga teng. O'ramning magnit momenti $6 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ ga teng bo'lsa, o'ramdagi tok kuchi va o'ramning radiusi hisoblansin. J: 200 A; 0,2 m

9. Muntazam ko'pburchak shaklida simdan ramka yasalgan. Undan 2 A tok o'tsa, ramka markazida kuchlanganligi 33 A/m bo'lgan magnit maydon hosil bo'ladi. Ramka yasalgan simning uzunligi topilsin. J: 0,2 m

10. Elektromagnit qutblar orasida induksiyasi 0,1 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydoni hosil bo'ladi. Maydon kuch chiziqlariga tik o'rnatilgan 70 sm uzunlikdagi simdan, 70 A tok o'tadi. Simga ta'sir qiluvchi kuch topilsin. J: 4,9 H

11. Uchta parallel to'g'ri o'tkazgichlar bir-biridan 20 sm uzoqlikda joylashgan. Ularning har biridan, bir xil miqdorda $I=400 \text{ A}$ tok oqib o'tmoqda. Ikkita o'tkazgichdan o'tayotgan toklar, bir tomonga yo'nalgan. Har bir o'tkazgichning birlik uzunligiga ta'sir etuvchi kuchni toping. J: $F=0,16 \text{ N}$

12. 1 A tok oqib o'tayotgan parallel cheksiz uzun ikkita o'tkazgich uzunligi, 1 metriga 0,1 N kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bu o'tkazgichlar bir-biridan qanday masofada joylashgan. J: 2 mkm

13. Kuchlanganligi 225 A/m bo'lgan bir jinsli magnit maydoni, uzunligi 50 sm bo'lgan, tokli o'tkazgichga 10^{-4} N kuch ta'sir qilayapti. Agar, magnit maydon kuchlanganlik chiziqlari bilan tokning yo'nalishi, orasidagi, burchak 45° bo'lsa, o'tkazgichdagi tok kuchini toping.

J: $I=0,9 \text{ A}$

14. Radiusi 10 sm bo'lgan o'ramdan 2 A tok o'tkazilib, magnit maydoniga joylashtirilganda, unga $0,65 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$ kattalikdagi kuch momenti ta'sir etadi. Magnit maydon kuchlanganligi topilsin.

J: $H=7,6 \text{ A/m}$

15. Uzunligi 0,5 metr bo'lgan to'g'ri o'tkazgich induksiyasi 20 mTl bo'lgan magnit maydoni kuch chiziqlariga tik joylashganda, 0,15 N kuch ta'sir qiladi. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchini toping. J: 15 A

16. 20 sm uzunlikdagi simdan avval, kvadrat, so'ng doira shaklida kontur yasalgan va induksiyasi 0.1Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. Konturlarning har biriga ta'sir etuvchi kuchlarning aylantirish momenti topilsin. Konturlardan 2 A tok oqib o'tadi. Har bir kontur tekisligi, magnit maydon induksiya vektori yo'nalishi bilan 45° burchak tashkil qiladi. J: 1) $M_1=3,53 \cdot 10^{-4}$ N·m, $M_2=4,5 \cdot 10^{-4}$ N·m

17. Induksiyasi 0,1 Tl bo'lgan magnit maydoniga, bo'yi 3 sm va eni 2 sm bo'lgan to'g'ri burchakli karkasga o'ralgan ingichka simdan iborat, 400 o'ramli galvanometr g'altagi osilgan. G'altakdan 10^{-7} A tok o'tadi. G'altak tekisligi: 1) magnit maydoni yo'nalishiga parallel va 2) magnit maydoni yo'nalishiga 60° burchak ostida turganda, galvanometr g'altagiga ta'sir etadigan aylantiruvchi moment topilsin. J: 1) $M_1=2,4 \cdot 10^{-9}$ H·m, $M_2=1,2 \cdot 10^{-9}$ N·m

18. Induksiyasi 0,01 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonga, uzunligi 20 sm bo'lgan to'g'ri o'tkazgich joylashtirilgan. Agar, o'tkazgichdan 50 A tok oqayotgan bo'lsa, hamda tok yo'nalishi va magnit induksiyasi vektori orasidagi burchak $\alpha=30^{\circ}$ bo'lsa, o'tkazgichga ta'sir qilayotgan F kuch aniqlansin. J: 0,05 N

19. Elektr uzatuvchi sistemadagi, simlar orasidagi masofa 0,5 m, ulardan oquvchi tok kuchi 500 A bo'lganda, toklarni uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi o'zaro ta'sir kuchini toping. J: $F/\ell=0,1$ H

20. Uzunligi 0,2 m va massasi 5 g bo'lgan to'g'ri o'tkazgich, gorizontal holda ikkita ipga osib qo'yilgan va bir jinsli magnit maydonga joylashtirilgan. Magnit maydon induksiyasi 49 mTl va o'tkazgichga perpendikulyar bo'lsa, o'tkazgichdan qanday tok o'tganda, iplardan biri uzilib ketadi. Ipni taranglik kuchi $F_{\text{tar}}=39,2$ mN.

J: $I=3$ A

21. Radiusi 20 sm bo'lgan o'ramdan, $I=50$ A tok oqib o'tmoqda. O'ram induksiyasi, $B=0,2$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonga joylashtirilgan. Agarda, o'ram tekisligi induksiya chiziqlari bilan 60° burchak hosil qilsa, o'ramga ta'sir etayotgan kuch momenti aniqlansin. J: $M_1=1,1$ N·m

22. Magnit maydonining induksiya chiziqlariga perpendikulyar yo'nalishda 10 km/s tezlikda uchib kirgan elektron maydonda, radiusi

1 sm bo'lgan aylana chizsa, shu maydonning induksiyasini toping.

$$J: B=5,7 \cdot 10^{-12} \text{ Tl}$$

23. Agar, solenoidni uzunligi 50 cm, o'ramlar soni 500, oqib o'tuvchi tok 10 A va magnit singdiruvchanligi 500 bo'lsa, solenoidning temir o'zagidagi magnit maydon induksiyasini toping.

$$J: B=\mu_0 \mu_n I / l = 62,8 \text{ Tl}$$

24. Kuchlanganligi 20 A/m bo'lgan, bir jinsli magnit maydonidagi protonning impuls momenti $6,6 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{rad/s}$ ga teng. Proton magnit induksiya chiziqlariga perpendikular ravishda harakatlanayotgan bo'lsa, uning kinetik energiyasini toping.

$$J: 8 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

25. $q=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ K/}$ zaryadga ega bo'lgan zarracha, $N=5 \cdot 10^3 \text{ A/m}$ kuchlanganlikka ega bo'lgan bir jinsli maydonga, 10^5 m/s tezlikda kirib kelgan. Unga ta'sir etuvchi kuch topilsin. $J: 1 \cdot 10^{-16} \text{ N}$.

26. Induksiyasi 0,002 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonga, $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ tezlikda, elektron kirib keldi. Elektron trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin. $J: R=5,68 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

27. Induksiyasi 10^{-3} Tl bo'lgan bir jinsli maydonda, 2 sm radiusli aylana bo'ylab harakatlanayotgan, elektronning tezligi topilsin.

$$J: v=0,35 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

28. To'g'ri chiziqli uzun o'tkazgichdan, 3 mm masofada kinetik energiyasi $8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ bo'lgan, elektron o'tkazgichga parallel ravishda harakatlanmoqda. Agar, o'tkazgichdan 10 A tok oqib o'tayotgan bo'lsa, elektronga ta'sir etuvchi kuchni toping.

$$J: F=4 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

29. Kuchlanganligi 10^5 A/m bo'lgan magnit maydonida, proton aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Aylananing radiusi 2 sm ga teng. Protonning kinetik energiyasini toping. $J: W_k=500 \cdot 10^{-19} \text{ H}$

30. 300 V potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron 4 mm uzoqlikdagi to'g'ri uzun simga parallel ravishda harakatlanadi. Simdan 5 A tok o'tsa, elektronga qanday kuch ta'sir etadi.

$$J: F=4 \cdot 10^{-16} \text{ H}$$

31. Tezligi $4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ bo'lgan elektron magnit maydoniga, kuch chiziqlariga tik uchib kiradi. Magnit maydonning induksiyasi 10^{-3} Tl . Magnit maydonida, elektronning tangensial va normal tezlanishini toping. $J: a_t=0, a_n=7 \cdot 10^{15} \text{ m/c}^2$

32. $4,8 \cdot 10^{-17} \text{ J}$ energiyaga ega bo'lgan elektron, kuchlanganligi

465 A/m bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, induksiya chiziqlariga perpendikular ravishda harakatlanmoqda. Lorents kuchini, elektronning tezligini va harakat traektoriyasi radiusini aniqlang.

$$J: F=2,8 \cdot 10^{-2} \text{ N}; R=8 \cdot 10^{-2} \text{ m}; g=8 \cdot 10^{15} \text{ m/s}$$

33. Induksiyasi 10 mTl bo'lgan bir jinsli magnit maydonga, induksiya chiziqlariga perpendikulyar ravishda, elektron $W_k=300 \text{ keV}$ kinetik energiya bilan uchib kiradi. Elektronning harakat traektoriyasini egrilik radiusi qanday? $J: R=4 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

34. Magnit maydoniga joylashgan, Vilson kamerasida olingan fotografiyada, elektronning traektoriyasi 10 sm radiusli aylana yoyini ko'rsatadi. Magnit maydonining induksiyasi 10^{-2} Tl . Elektron energiyasi topilsin. $J: W=140,8 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

35. Zaryadli zarracha, aylana bo'yicha 10^6 m/s tezlik bilan magnit maydonida harakat qiladi. Magnit maydonining induksiyasi 0,3 Tl. Aylananing radiusi 4 sm. Zarrachaning energiyasi $1,92 \cdot 10^{-15} \text{ J}$ ga teng bo'lganda, uning zaryadi topilsin. $J: q=3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$

36. Tomonlari 4 santimetrdan bo'lgan kvadrat ramka, kuchlanganligi $\frac{1}{4\pi} \text{ A/m}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashgan. Ramka tekisligi, maydon yo'nalishi bilan 45° burchak hosil qiladi. Ramkadan o'tuvchi magnit oqimi topilsin.

$$J: \Phi=1,13 \cdot 10^{-4} \text{ Vb}$$

37. Induksiyasi 0,05 Tl bo'lgan magnit maydonida, 1 m uzunlikdagi sterjen, magnit maydonining kuch chiziqlariga parallel aylanmoqda. Aylanish o'qi, sterjenning bir uchidan o'tgan. Sterjenning har bir aylanishida, u bilan kesishuvchi magnit induksiyasining oqimi topilsin. $J: \Phi=0,157 \text{ Vb}$

38. Kuchlanganligi $7,96 \cdot 10^4 \text{ A/m}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, yuzasi 16 sm^2 bo'lgan ramka, 2 ayl/s tezlik bilan aylanmoqda. Ramkadan o'tuvchi magnit oqimining eng katta qiymati topilsin. $J: \Phi_{\max}=1,6 \cdot 10^{-4} \text{ Vb}$

39. Uzunligi 25 sm bo'lgan o'zaksiz solenoidning magnit oqimi $5 \cdot 10^{-6} \text{ Vb}$ bo'lsa, solenoidning magnit momenti topilsin.

$$J: P_m=1 \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

40. Radiusi 10 sm bo'lgan halqa induksiyasi, 0,318 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. Halqa tekisligi, magnit induksiyasi chiziqlari bilan, 30° burchak hosil qiladi. Halqaning kesib o'tuvchi magnit oqimi topilsin. $J: \Phi_{\max}=1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Vb}$

41. Uzunligi 20 sm va diametri 3 sm bo'lgan g'altak, 400 o'ramga ega. G'altakdan 2 A tok o'tadi. G'altakning induktivligi va g'altakning ko'ndalang kesimidan o'tayotgan magnit oqimi topilsin.

$$J: L=7,1 \cdot 10^{-4} \text{ Gn}, \Phi=3,55 \cdot 10^{-6} \text{ Vb}$$

42. 1 A tok o'tayotganda, induktivligi $L=0,001 \text{ Gn}$ bo'lgan g'altakni kesib o'tuvchi magnit oqimi $2 \cdot 10^{-5} \text{ Vb}$ bo'lsa, g'altakdagi o'ramlar soni qancha bo'ladi? $J: N=500$

43. Uzunligi 50 sm va magnit momenti $P_m=0,4 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ bo'lgan solenoidni kesib o'tuvchi magnit oqimi aniqlansin. $J: \Phi=1 \cdot 10^{-6} \text{ Vb}$

44. Yuzasi 20 sm^2 bo'lgan yassi kontur induksiyasi, 0,03 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonida joylashgan. Agar, kontur tekisligi magnit induksiya chiziqlari bilan 60° burchak hosil qilsa, konturni kesib o'tayotgan magnit oqimini toping. $J: \Phi=6 \cdot 10^{-5} \text{ Vb}$

45. O'ramlarning soni 400 bo'lgan g'altakning uzunligi 20 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 9 sm^2 . G'altakning induktivligi hamda g'altak ichiga temir o'zak kiritilgandagi induktivligi topilsin. Shu sharoitdagi o'zak materialining magnit kirituvchanligi 400 ga teng.

$$J: L_1=0,9 \text{ mGn}, L_2=0,36 \text{ Gn}$$

46. Solenoid chulg'ami ko'ndalang kesimi $S=1 \text{ mm}^2$ bo'lgan, N ta sim o'ramidan iborat. Solenoidning uzunligi $\ell=25 \text{ sm}$ va uning qarshiligi $R=0,2 \text{ Om}$. Solenoidning induktivligi topilsin.

$$J: L=5,5 \cdot 10^{-5} \text{ Gn}$$

47. Induktivligi $0,001 \text{ Gn}$ bo'lgan bir qavatli g'altakdagi sim chulg'amingi o'ramlar soni qancha? G'altakning diametri 4 sm, simning diametri 0,6 mm, o'ramlar zich joylashgan. $J: N=380$

48. Temir o'zakli g'altakning ko'ndalang kesimi 20 sm^2 bo'lib, uning 500 o'rami bor. O'zakli g'altak chulg'amida 15 A tok o'tganda, g'altakning induktivligi $0,28 \text{ Gn}$ ga teng bo'ladi. Shu sharoitda, temir o'zakning magnit kirituvchanligi topilsin. $J: \mu=1400$

49. Temir o'zakli solenoid ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 . Ko'ndalang kesim yuzini, kesib o'tuvchi magnit oqimi $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ Vb}$ ga teng bo'lgan holda, o'zak materialining magnit kirituvchanligi topilsin. $J: \mu=1400$

50. Temir o'zakli, uzunligi 50 sm, ko'ndalang kesimini yuzi 10 sm^2 va o'ramlar soni 1000 bo'lgan solenoid berilgan. Solenoid chulg'amidan $I_1=0,1 \text{ A}$, $I_2=0,2 \text{ A}$ va $I_3=2 \text{ A}$ tok o'tgandagi uning induktivligi topilsin. $J: L_1=9 \text{ Gn}; L_2=5,8 \text{ Gn}; L_3=0,83 \text{ Gn}$

51. Ikkita g'altak bitta umumiy o'zakka o'ralgan. Birinchi g'altakning induktivligi $0,2 \text{ Gn}$, ikkinchisidiki esa, $0,8 \text{ Gn}$. Birinchi

g'altakdan o'tayotgan 0,3 A tokni 0,001 sekund davomida uzib qo'yilsa, ikkinchi g'altakdan qancha tok o'tadi? J: $I=0,2$ A

52. Elektr toki 1 sekund davomida 50 A ga o'zgarib, kuchlanish 0,08 V ga teng bo'lsa, uning induktivligi qancha bo'lgan?

$$J: L=1,6 \text{ mGn}$$

53. Yuzasi 10 sm^2 bo'lgan solenoid $N=10^3$ o'ramdan iborat. Tok kuchi 5 A bo'lganda, solenoidning ichidagi magnit maydoni induksiyasi 0,05 Tl ga teng. Solenoidning induktivligini toping.

$$J: L=10^{-2} \text{ Gn}$$

54. Induksiyasi $0,5 \text{ Vb/m}^2$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, 10 sm uzunlikdagi o'tkazgich, magnit maydoniga perpendikular ravishda, 0,2 m/s tezlik bilan tekis harakat qilmoqda. O'tkazgichdan 2A tok oqmoqda. O'tkazgichning 10 sekund vaqt ichida siljishi uchun bajarilgan A ish va bunday siljishga sarflangan N quvvatni aniqlang. J: $\Delta A=0,2$ J; $N=2 \cdot 10^{-2} \text{ Vt}$

55. Tomonlari 1 sm dan bo'lgan kvadrat ramka, kuchlanganligi 100 A/m bo'lgan bir jinsli magnit maydonga joylashtirilgan. Maydon yo'nalishi, ramkaga o'tkazilgan normal bilan 30° burchak hosil qiladi. Agarda, ramka 100 ta o'ramga ega bo'lsa va undan 1 A tok oqayotganida, ramkani turgan joyidan u tomonga va bu tomonga 30° ga burilsa, u qanday ish bajaradi. J: $A=0,5 \text{ mJ}$

56. Uzunligi 0,5 m bo'lgan va 1 A o'tayotgan o'tkazgich kuchlanganligi, 100 A/m bo'lgan magnit maydon induksiyasi, chiziqlarga perpendikular tekislikda, bir uchi orqali o'tuvchi o'q atrofida tekis aylanmoqda. Bir minutlik aylanma harakat davomida, 0,01 J ish bajariladi. O'tkazgichning aylanishidagi burchak tezligi topilsin. J: $\omega=2 \cdot 10^{-2} \text{ rad/s}$

57. Bir-biridan 10 sm uzoqlikda joylashgan ikkita to'g'ri uzun o'tkazgichlardan, bir xil yo'nalishda $I_1=20$ A va $I_2=30$ A tok o'tadi. O'tkazgichlarni 20 sm uzoqlikkacha siljitishda (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) qancha ish bajariladi.

$$J: A/\ell=8,3 \cdot 10^{-5} \text{ J/m}$$

58. Bir-biridan biror uzoqlikda joylashgan, ikkita to'g'ri uzun o'tkazgichlardan yo'nalishlari va miqdori bir xil bo'lgan tok o'tadi. Agar o'tkazgichlar oraliqini ikki marta ortishida (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) bajarilgan ish 0,055 J ga teng bo'lsa, har bir o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi topilsin. J: $I_1=I_2=20$ A

59. Kuchlanganligi 100 A/m bo'lgan magnit maydoniga, 20 A tok o'tayotgan 10 sm radiusli o'ram o'rnatilgan. Bu o'ram diametriga

nisbatan, 60° burchakka burishi uchun, qancha ish bajarishi kerak?

$$J: A=2,3 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

60. Qandaydir magnit qutbini, 100 A tok o'tayotgan o'tkazgich atrofida ikki marta aylantirganda, 10^{-3} J ish bajarilgan. Qutbning magnit induksiya oqimini hisoblang. $J: \Phi=2 \cdot 10^{-5} \text{ Vb}$

61. Dairaviy kontur tekisligi, magnit maydoniga, maydon kuch chiziqlari bilan 90° burchak tashkil etadigan qilib o'rnatilgan. Magnit maydon kuchlinganligi $0,159 \text{ A/m}$. Konturning radiusi 2 sm bo'lib, undan 2 A tok o'tadi. Konturning, kontur diametriga mos keluvchi o'q atrofida 90° ga burish uchun, qancha ish bajarish kerak? $J: A=5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

62. Tomonlari 10 sm qilib kvadrat shaklida bukilgan o'tkazgichdan, 20 A tok o'qmoqda. Kvadrat tekisligi, magnit kuch chiziqlariga perpendikular. O'tkazgichni maydon tashqarisiga chiqarish uchun, kerak bo'lgan ish aniqlansin. Magnit induksiyasi $0,1 \text{ Tl}$. Maydon bir jinsli deb qabul qilinsin. $J: A=2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

63. Tomonlari 10 sm bo'lgan yassi kvadrat, kontur induksiyasi 1 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga, erkin aylana oladigan holda qo'zg'almas o'qqa o'rnatilgan va undan $I=100 \text{ A}$ tok oqadi. Kontur 1) $\varphi=90^\circ$, 2) $\varphi=30^\circ$ burchakka burilganda, tashqi kuchlar bajargan ish aniqlansin. Kontur burilayotganda, undagi tok kuchi o'zgartirilmay turiladi. $J: A_1=1 \text{ J}; A_2=1,37 \text{ mJ}$

64. Induksiya $0,3 \text{ Tl}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, uzunligi 15 sm bo'lgan o'tkazgich induksiyasi chiziqlariga perpendikular ravishda, 10 m/s tezlik bilan harakat qilmoqda. O'tkazgichda induksiyalangan elektr yurituvchi kuch topilsin. $J: \varepsilon=0,45 \text{ V}$

65. Solenoidda tok kuchi 1 minut ichida, 0 dan 10 A gacha, bir tekis ortishi natijasida, solenoidda 20 J energiya to'planadi. Solenoidda qanday elektr yurituvchi induksiyalanadi? $J: \varepsilon=0,067 \text{ V}$

66. Diametri 10 sm bo'lgan, 500 o'ramli g'altak, magnit maydonida turibdi. Magnit maydonining induksiyasi $0,1 \text{ s}$ davomida, 0 dan 2 Vb/m^2 gacha ko'payganda, g'altakdagi induksiya elektr yurituvchi kuchning o'rtacha qiymati, qancha bo'ladi? $J: \varepsilon=15,7 \cdot 10^2 \text{ V}$

67. Reaktiv dvigatelli samolyotning tezligi 950 km/soat . Agar, yer magnit maydoni kuchlanganligining vertikal tashkil etuvchisi $4 \cdot 10^{-5} \text{ A/m}$ va samolyot qanotining qulochi $12,5 \text{ m}$ bo'lsa, samolyot qanotlarining uchida hosil bo'luvchi induksiya, elektr yurituvchi kuch topilsin. $J: \varepsilon=165 \text{ mV}$

68. Induksiya $5 \cdot 10^{-2}$ Tl bo'lgan magnit maydonida, 1 m uzunlikdagi sterjen, 20 rad/sek ga teng o'zgarish burchak tezlik bilan aylanmoqda. Aylanish o'qi sterjen uchidan o'tadi va magnit maydoni, kuch chiziqlariga parallel holda turadi. Sterjen uchlarida hosil bo'lgan induksiyaning elektr yurituvchi kuchi topilsin. J: $\varepsilon=0,5$ V

69. Induksiya 10 mTl bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, aktiv qismining uzunligi $0,25$ m bo'lgan o'tkazgich, magnit induksiya vektoriga, 30° burchak ostida 5 m/s tezlik bilan harakatlanganda unda hosil bo'ladigan induksiya elektr yurituvchi kuchning kattaligini toping. J: $\varepsilon=6,25$ mV

70. Aktiv qismning uzunligi 1 m bo'lgan o'tkazgich, magnit maydoni induksiya chiziqlariga 60° burchak ostida qanday tezlik bilan harakatlantirilganda, o'tkazgichda 1 V induksiya elektr yurituvchi kuchi uyg'otiladi? Magnit maydon induksiya $0,2$ Tl ga teng.

J: $\vartheta=5$ m/s

71. Ko'ndalang kesimi 100 sm² bo'lgan 100 ta o'ramdan iborat g'altak, 5 ayl/s tezlik bilan induksiya $0,1$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonida tekis aylanadi. Aylanish o'qi, magnit maydon induksiya vektori yo'nalishiga tik. Aylanayotgan g'altakdagi maksimal induksiya, elektr yurituvchi kuch topilsin. J: $\varepsilon_{\max}=3,14$ V

72. Induksiya $0,2$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonda, yuzasi 15 sm² bo'lgan, 100 ta o'ramli g'altak 5 ayl/s chastota bilan aylanmoqda. Aylanish o'qi, g'altak o'qi va maydon induksiya chiziqlariga perpendikular. G'altakdagi maksimal induksiya elektr yurituvchi kuch aniqlansin. J: $\varepsilon_{\max}=0,94$ V

73. Induksiya $0,1$ Tl bo'lgan magnit maydonida, 200 o'ramli g'altak aylanmoqda. G'altakning aylanish o'qi, uning o'qiga perpendikular va magnit maydon yo'nalishida yo'nalgan. G'altakning aylanish davri $0,2$ sekund, g'altak ko'ndalang kesimining yuzi 4 sm². Aylanuvchi g'altakdagi maksimal induksion elektr yurituvchi kuch topilsin. J: $\varepsilon_{\max}=250$ V

74. Energiyasining hajmiy zichligi $0,4$ J/m³ bo'lgan bir jinsli magnit maydoni, induksiya chiziqlariga perpendikular joylashgan, o'tkazgich uzunligini har 1 sm ga, $0,01$ N kuch bilan ta'sir qiladi. O'tkazgichdagi tok kuchi aniqlansin. J: $I=100$ A

75. Solenoid o'ramlarining qarshiligi 15 Om ga teng. Agarda, tok $0,01$ s davomida solenoiddan o'tsa, solenoidda magnit maydoni energiyasiga, ekvivalent issiqlik ajralib chiqsa, uning induktivligi

qanday? $J: L=7,5 \cdot 10^{-2} \text{ Gn}$

76. Uzunligi 50 sm va ko'ndalang kesimning yuzi 2 sm^2 bo'lgan solenoid $2 \cdot 10^{-7} \text{ Gn}$ induktivlikka ega. Solenoid ichidagi magnit maydoni energiyasining hajm zichligi 10^{-3} J/m^3 bo'lishi uchun, solenoiddan qancha tok o'tishi kerak? $J: I=1 \text{ A}$ bo'lganda

77. Induktivligi 0,5 Gn bo'lgan g'altak orqali o'tayotgan tok kuchi 2 marta orttirilganda, magnit maydon energiyasi 3 J ga ortdi. Tok kuchining va maydon energiyasining boshlang'ich qiymatini toping. $J: I=2 \text{ A}; W_{\text{mag}}=1 \text{ J}$

78. Solenoidda tok kuchi 10 A bo'lganda, 0,5 Vb magnit oqim hosil bo'ladi. Solenoid magnit maydoning energiyasini toping.

$J: W_{\text{mag}}=2,5 \text{ J}$

79. Kichik diametrlı va 30 sm uzunlikdagi solenoid ichida, magnit maydon energiyasining hajmiy zichligi $1,75 \text{ J/m}^3$ ga teng bo'lishi uchun, Amper-o'ramlar soni qancha bo'lishi kerak?

$J: IN=500 \text{ amper-o'ram}$

80. Toroid o'rami bir-biriga zich joylashgan va diametri 0,4 mm bo'lgan simdan iborat. Toroid kesim yuzi 40 sm^2 , o'rta chizig'ining uzunligi 30 sm va o'tayotgan tok 6 A bo'lsa, po'lat o'zakda magnit maydon energiyasi topilsin. $J: W_{\text{mag}}=13,5 \text{ J}$

81. Induktivligi 0,2 Gn bo'lgan solenoid chulg'amlaridan 10 A tok oqmoqda. Solenoid magnit maydoni energiyasi W ni aniqlang.

$J: W_{\text{mag}}=10 \text{ J}$

82. Zanjir uzilgandan 0,01 s vaqt o'tgach, undagi tok kuchi aniqlansin. Zanjir qarshiligi $R=20 \text{ Om}$ va induktivligi $L=0,1 \text{ Gn}$. Zanjir uzilguncha tok kuchi $I_0=50 \text{ A}$ ga teng. $J: I=100 \text{ A}$

83. Magnit xususiyatiga ega bo'lgan materialdan yasalgan o'zakka ega bo'lgan solenoid, bir-biriga zich joylashgan $N=1200$ o'ramlik simga ega. Tok kuchi $I=4 \text{ A}$ bo'lganida, magnit oqimi 6 mkVb. Solenoidning induktivligi L va magnit maydoni energiyasi aniqlansin. $J: L=1,8 \text{ mGn}; W_{\text{mag}}=14,4 \text{ mJ}$

84. Tebranish konturi sig'imi $9 \cdot 10^{-10} \text{ F}$ kondensator hamda 10^{-3} Gn induktivlikka ega g'altakdan iborat kontur, qanday to'lqin uzunlikka sozlangan? Kontur qarshiligi xisobga olinmasin.

$J: \lambda=1787 \text{ m}$

85. Sig'imi 890 mkf bo'lgan kondensator va induktivligi $2 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$ g'altakdan tebranish konturi yasalgan. Kontur qanday to'lqin uzunlikka moslangan? $J: \lambda=2,5 \cdot 10^3 \text{ m}$

86. Induktivligi $4 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$, sig'imi $4 \cdot 10^{-4}$ dan $7 \cdot 10^{-4} \text{ mkF}$ gacha

o'zgara oladigan tebranish konturini, qanday to'lqin diapazoniga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda kichik. J: 2383 m dan 3152 m gacha to'lqin diapazoniga sozlash mumkin.

87. 2 mkF sig'imli kondensator ulangan tebranish konturida 1000 Gs chastotali tebranishlarni hosil qilish uchun, qanday induktivlik ulash kerak? Konturning qarshiligi hisobga olinmasin. J: $L=12,7 \text{ mGn}$

88. Induktivligi $3 \cdot 10^{-5} \text{ Gn}$ bo'lgan g'altak plastinkalarning yuzasi 10 sm^2 va ular oraliqlari 0,1 mm bo'lgan yassi kondensatorga ulangan. Agar, kontur 750 m uzunlikdagi to'lqinga rezonanslashsa, plastinkalar oralig'ini to'ldiruvchi muhitning dielektrik singdiruvchanligi nimaga teng? J: $\epsilon=6$

89. Sig'imi 0,25 mkF bo'lgan kondensator va induktivligi $\cdot 10^{-3} \text{ Gn}$ g'altakdan tebranish konturi yasalgan. Kontur qanday to'lqin uzunlikka moslangan? J: 29788 m

90. Induktivligi $4 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$, sig'imi $4 \cdot 10^{-4}$ dan $7 \cdot 10^{-4}$ mkF gacha o'zgara oladigan tebranish konturini, qanday to'lqin diapazoniga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda kichik. J: 2383 m dan 3152 m gacha to'lqin diapazoniga sozlash mumkin.

91. Sig'imi $6 \cdot 10^{-4}$ mkF va induktivligi $5 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$ dan $65 \cdot 10^{-2} \text{ Gn}$ gacha o'zgara oladigan tebranish konturini, qanday to'lqin diapazoniga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda kichik. J: 3264 m dan 5925 m gacha bo'lgan to'lqin diapazoniga sozlanadi.

92. Tebranish konturiga, $5 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ sig'imli kondensator ulangan, 750 metr to'lqin uzunligiga moslash uchun, qanday induktivlikka ega bo'lgan g'altak ulanishi kerak? J: $L=5 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$

93. Tebranish konturida 1500 Gs chastotali tebranishlarni hosil qilish uchun, 2,5 mkF sig'imli kondensatorga, qanday induktivlik ulash kerak? Konturning qarshiligi hisobga olinmasin. J: $L=6,76 \text{ Gn}$

94. Plastinkalarining yuzasi $S=11 \text{ sm}^2$ va ular orasidagi masofa $d=0,2 \text{ mm}$ bo'lgan yassi kondensatorga, induktivligi $L=6 \cdot 10^{-5} \text{ Gn}$ bo'lgan g'altak ulangan. Agar, kontur 900 m uzunlikdagi to'lqinga mos bo'lsa, plastinkalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi topilsin. J: $\epsilon=7,8$

95. Tebranish konturiga, sig'imi 0,2 mkF ga teng kondensator ulangan. Uning qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasini, vaqtga qarab, o'zgarish tenglamasi $U=100\sin 2 \cdot 10^3 \pi t$ ko'rinishda berilgan. 1) Tebranish davri, 2) kontur induktivligi, 3) shu konturga muvofiq, keluvchi to'lqin uzunligi topilsin. J: $T=10^{-3} \text{ s}$; $L=12,7 \text{ mGn}$; $\lambda=3 \cdot 10^5 \text{ m}$

96. 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga, uzunligi 30 sm, ko'ndalang kesimining yuzi 25 sm^2 va o'ramlar soni 2500 bo'lgan g'altak ulangan. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° bo'lsa, G'altakning aktiv qarshiligini toping. J: $R=11,86 \text{ Om}$.

97. Kuchlanishi 100 V, chastotasi 60 Gs bo'lgan, o'zgaruvchan tok zanjiridagi 1 mkF sig'imli kondensator orqali o'tuvchi tok kuchi topilsin. J: $I=37,7 \text{ mA}$

98. Chastotasi 100 Gs, kuchlanishi 110 V bo'lgan, o'zgaruvchan tok zanjiriga, 2mkF sig'imli kondensator va qarshiligi 150 om bo'lgan, reostat ulangan. Zanjirning to'liq qarshiligi va tok kuchi topilsin. J: $Z=789 \text{ Om}$; $I=0,14 \text{ A}$

99. Uzunligi 60 sm va diametri 10 sm bo'lgan g'altakning chulg'ami, ko'ndalang kesim yuzi 1 mm^2 bo'lgan 800 o'ram mis simdan iborat. Qanday chastotali o'zgaruvchan tokda, g'altakning to'la qarshiligi aktiv qarshiligidan, ikki barobar katta bo'ladi? J: 112Gs

100. 220 V kuchlanishli 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga $S_1=0,4 \text{ mkf}$ va $S_2=0,3 \text{ mkf}$ sig'imli ikki kondensator ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchini, birinchi va ikkinchi kondensatordagi potensial tushishini toping. J: $I=11,8 \text{ mA}$; $U_1=94,3 \text{ B}$; $U_2=125,7 \text{ B}$

101. Xonadondagi o'zgaruvchan tok manbaiga, induktivligi 1 Gn, aktiv qarshiligi 0 bo'lgan, g'altak ulangan. Undagi tok kuchi va quvvati topilsin. J: $I=0,7 \text{ A}$; $N=154 \text{ Bt}$

102. Ko'ndalang kesimining yuzi 1 mm^2 bo'lgan 500 o'ramli mis simdan yasalgan g'altak, 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altak uzunligi 50 sm va radiusi 4 sm bo'lsa, induktiv qarshilik, g'altakning to'la qarshiligining qancha qismini tashkil etadi? J: $X_L/Z=0,424$

103. Induksiyasi 0,01 Tl bo'lgan magnit maydonda, proton radiusi 10 sm bo'lgan aylana bo'ylab harakat qilsa, uning tezligi qanday (km/s)? $q_p=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$, $m_p=1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. J: $9=96 \text{ km/s}$

104. Agar, g'altakdan 8 A tok o'tganda, unda 2 Vb magnit oqim vujudga kelsa, g'altakning induktivligi (Gn) qanday? J: $L=0,25 \text{ Gn}$

105. O'tkazgichdan tok kuchi 0,2 s vaqt davomida 0 dan 4 A gacha tekis o'zgarganda, 40 mV o'zinduksiya E.Yu.K. hosil bo'lsa, bu o'tkazgichning induktivligi qanday (mGn)? J: $L=0,25 \text{ mGn}$

106. Magnit oqimining o'zgarish tezligi 60 mVb/s bo'lganida, g'altakda uyg'onuvchi E.Yu.K. $\varepsilon=12 \text{ V}$ bo'lsa, g'altakdagi o'ramlar

soni N qanday? $J: N=200$

107. Induktivligi $0,01 \text{ Gn}$ bo'lgan tebranish konturidagi tok kuchi, $I=2\cos 100t \text{ (A)}$ qonun bo'yicha o'zgarsa, o'zinduksiya EYuKning amplitudaviy qiymati qanday bo'ladi? $J: \epsilon=2 \text{ V}$

108. Magnit induksiyasi 1 Tl bo'lgan magnit maydonda, induksiya chiziqlariga tik yo'nalishda harakatlanayotgan mis o'tkazgichda, 2 A induksion tok hosil bo'lishi uchun, o'tkazgichning tezligi qanday bo'lishi kerak? O'tkazgichning ko'ndalang kesimi $0,017 \text{ mm}^2$, misning solishtirma qarshiligi $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$. $J: \eta=2 \text{ m/s}$

109. Induktivligi 5 mGn bo'lgan g'altakdagi magnit oqimning o'zgarish tezligi 20 mVb/s bo'lsa, g'altakda hosil bo'ladigan induksiya, EYuK qanday bo'ladi? $J: \epsilon=20 \text{ mV}$

110. Kuchlanishni 220 dan 44000 V gacha orttirish uchun, transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi o'ramlar soni, nechta bo'lishi kerak? Birlamchi chulg'amda 20 o'ram bor. $J: N=4000$

111. Agar, tebranishlar konturidagi kondensatorning sig'imi $0,4 \text{ mkF}$, tebranishlarning siklik chastotasi 5000 rad/s bo'lsa, g'altakning induktivligi qanday (Gn)? $J: L=0,1 \text{ Gn}$

112. Tebranishlar konturida 6 MGs chastotali radioto'lqin hosil bo'lmoqda. To'lqin tarqalish yo'nalishdagi 100 km masofada, nechta shunday to'lqin uzunligi joylashadi? $J: N=2000$

113. Tok chastotasi 100 Gs bo'lganda, induktivligi $0,1 \text{ Gn}$ bo'lgan g'altakning reaktiv qarshiligi, nimaga teng bo'ladi?

$J: R=62,8 \text{ Om}$

114. Transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi o'ramlar soni 990 ta, kirishidagi kuchlanish 220 V , chiqishidagi esa, 330 V bo'lsa, birlamchi chulg'amdagi o'ramlar soni qanday? $J: N=660$

115. O'zgaruvchan tok zanjiridagi kuchlanishning samarador qiymati 220 V ga teng. Kuchlanishning amplituda qiymati nimaga teng? $J: U=311 \text{ V}$

116. Ta'sir etuvchi (effektiv) qiymati 220 V bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjiriga, 440 Om aktiv qarshilik ulangan. Tokning amplitudaviy qiymati qanday? $J: I=0,707 \text{ A}$

IV-bob. OPTIKA VA ATOM FIZIKASI

21 - §. GEOMETRIK OPTIKA

Yorug'likning qaytish qonuni:

a) Yorug'lik nurining tushish burchagi, qaytish burchagiga tengdir.

b) Tushgan nur, qaytgan nur va nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikular bir tekislikda yotadi.

Yorug'likning sinish qonuni:

a) Yorug'lik nurini tushish burchagining sinusini, sinish burchagining sinuviga nisbati, berilgan muhit uchun o'zgarmas bo'lib, ikkinchi muhitni, birinchi muhitga nisbatan, sindirish ko'rsatkichi deyiladi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = n_{21}$$

Bu yerda, ϑ_1 - yorug'likni birinchi muhitdagi, ϑ_2 - yorug'likni ikkinchi muhitdagi tezligidir.

Agar, birinchi muhit bo'shliq bo'lsa u holda:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{\vartheta} = n$$

bo'lib, muhitni absolut sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

b) Tushgan nur, singan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan tik bir tekislikda yotadi.

Yorug'lik nuri, optik zichligi kichik bo'lgan muhitga o'tganda, to'la ichki qaytish chegaraviy burchagi:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}, \quad \beta = 90^\circ$$

Bu qonunlar yassi to'lqinlarda bajariladi, ya'ni $\frac{\lambda}{R} < 1$ va $\frac{\lambda}{r} \approx 1$

shart bajarilishi kerak, bu yerda, R - biror optik asbobni yorug'lik kiruvchi teshigini radiusi, r - to'lqin frontining radiusi, λ - tajribada ishlatiladigan yorug'lik to'lqin uzunligi.

Sferik ko'zgu tenglamasi:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R} = \frac{1}{F}$$

bu yerda, a - manbadan ko'zgugacha bo'lgan masofa, b - ko'zgudan tasvirgacha bo'lgan masofa, R - ko'zguning egrilik radiusi, F - ko'zguni fokus masofasi.

Yupqa linza tenglamasi:

$$-\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{F} = D$$

bu yerda: a - buyumdan linzagacha va b - linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa, n - linzaning nisbiy sindirish ko'rsatkichi, R_1 va R_2 - linzalarning egrilik radiuslari. Linzalar uchun ishoralar quyidagicha belgilanadi, ya'ni linzadan chiqqan nur bo'yicha hisoblanadigan masofa musbat, nurga teskari masofa esa, manfiy hisoblanadi, F - linzaning fokus masofasi, D - linzaning optik kuchi.

Ko'zgu va linzalarni ko'ndalang kattalashtirishi:

$$k = \frac{h_2}{h_1} = \frac{b}{a}$$

bunda, h_1 - buyumning balandligi va h_2 - tasvirning balandligi.

Lupani kattalashtirishi:

$$k = \frac{L}{F}$$

bunda, L - eng yaxshi ko'rish masofasi, F - lupaning bosh fokus masofasi.

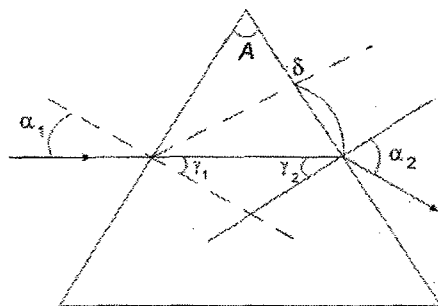
Mikroskopning kattalashtirilishi:

$$k = \frac{\delta \cdot d}{F_{ob} \cdot F_{ok}}$$

bunda, F_{ob} va F_{ok} - ob'yektiv va okular linzalarining fokus masofasi, δ - ularning ichki fokuslari orasidagi masofa, $d=25$ sm eng yaxshi ko'rish masofasi.

Prizmadan o'tuvchi nur yo'li va uning tenglamasi (1-rasm):

$$\delta = \alpha_1 + \alpha_2 - A$$



1-rasm.

bu yerda: α_1 - nurning prizmagga tushish burchagi; α_2 -nurning prizmadan chiqish burchagi; δ - prizmani og'irish burchagi. Agar,

$$\alpha_1 = \alpha_2; \quad \tau_1 = \tau_2 \quad \text{va} \quad \delta = 2\alpha - A$$

bo'lsa, prizmani sindirish ko'rsatkichi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$n = \frac{\sin \frac{A + \delta}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. Ko'lning qirg'og'ida turgan odam, ko'l tubidagi toshga qarab turibdi. Tosh 1 metr chuqurlikda turibdi. Agar, ko'zga tushayotgan nur bilan suv sirtiga o'tkazilgan tik orasidagi burchak 60° bo'lsa, toshning yotgan joyi, suv sirtidan qanday chuqurlikda bo'lib ko'rinadi. Suvni sindirish ko'rsatkichi $n=1,33$ ga teng.

Berilgan:

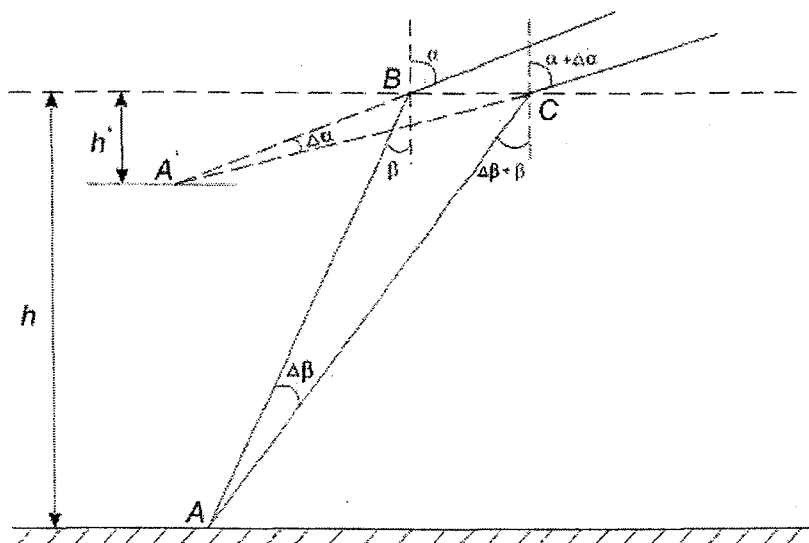
$h = 1\text{m}$

$n = 1,33$

$\alpha = 60^\circ$

Topish kerak: H -?

Yechilishi: Bizga ma'lumki-nur, suv, havo chegarasida sinadi, lekin ko'z, bu siniqlikni sezmaydi. Shuning uchun jism siljiganga o'xshab ko'rinadi. Jismni tasvirini hosil qilish uchun, kamida ikkita nur zarur, shu nurlar ko'zda kesishib tasvirni hosil qiladi (2-rasm).



2-rasm

Masalan, A nuqtada tosh yotibdi, undan ikkita nur $\Delta\beta$ burchak ostida tarqalmoqda, suv havo chegarasiga β va $\Delta\beta + \beta$ burchak ostida tushadi va havoga $\Delta\alpha$ va $\alpha + \Delta\alpha$ burchak ostida chiqadi. Lekin, toshni ko'rib turgan odam ko'ziga tosh A nuqtada emas, A' nuqtada bo'lib ko'rinadi. Shuning uchun ham tosh h chuqurlikda emas, h' chuqurlikda bo'lib ko'rinadi. h' ni topish uchun ABC Δ dan BC ni topamiz:

$$BC = h'(tg(\alpha + \Delta\alpha) - tg\alpha) = h' \left(\frac{\sin(\alpha + \Delta\alpha)}{\cos(\alpha + \Delta\alpha)} - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)$$

$\Delta\beta$ juda kichik burchakligini hisobga olsak, $\cos\Delta\alpha=1$ va $\sin\alpha=\Delta\alpha$ ga teng bo'ladi. O'rniga qo'yib ba'zi matematik o'zgarishlar qilsak:

$$BC = h' \frac{\Delta\alpha}{\cos^2 \alpha}$$

formulaga ega bo'lamiz. Ikkinchi tomondan,

$$BC = h(\operatorname{tg}\beta + \Delta\beta) - \operatorname{tg}0 = h \frac{\Delta\beta}{\cos^2 \beta}$$

Bu ikki tenglamaning chap tomonlari, teng bo'lganligi uchun, o'ng tomonlari ham teng bo'ladi.

$$h' \frac{\Delta\alpha}{\cos^2 \alpha} = h \frac{\Delta\beta}{\cos^2 \beta}$$

bundan,

$$h' = h \frac{\Delta\beta \cdot \cos^2 \alpha}{\Delta\alpha \cdot \cos^2 \beta}$$

matematik o'zgartirish yo'llari bilan:

$$h' = \frac{h \cdot \cos^2 \alpha}{n \cdot \left(1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

hisoblash:

$$h' = \frac{h \cdot \cos^2 60^\circ}{1,33 \cdot \left(1 - \frac{\sin^2 60^\circ}{1,33^2}\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{0,125}{0,581} = 0,215$$

Javobi: $h' = 0,215$ m.

2-masala. Sham botiq ko'zgudan 60 sm uzoqlikda turibdi. Agar, shamni ko'zguga tomon 10 sm ga sursak, tasvirning ko'zgudan uzoqligi 80 sm ga ortadi. Ko'zguning egrilik radiusini toping.

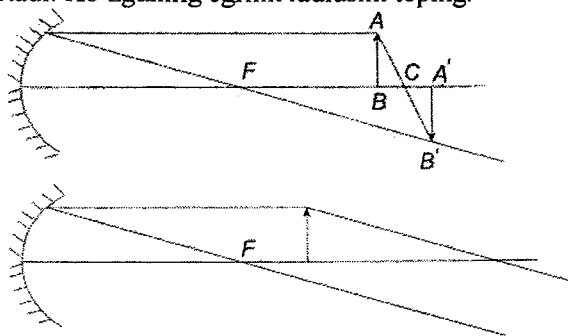
Berilgan:

$$d_1 = 60 \text{ sm}$$

$$d_2 = 60 - 10 = 50 \text{ sm}$$

$$f_2 = 80 + f_1$$

Topish kerak: R-?



3-rasm

3 - rasmdagi I va II hollar uchun, quyidagi formulalarni yozamiz:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1}, \quad \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_2}$$

Lekin, $F_1 = F_2$ natijada

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$$

tenglik paydo bo'ladi. Son qiymatlarini qo'yamiz:

$$\frac{1}{60} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{50} + \frac{1}{f_1 + 80},$$

$$\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_1 + 80} = \frac{1}{50} - \frac{1}{60}$$

$$\frac{f_1 + 80 - f_1}{f_1(f_1 + 80)} = \frac{60 - 50}{3000} = \frac{1}{300}$$

$$(f_1 + 80 - f_1)300 = f_1(f_1 + 80) \cdot 10$$

$$f_1 + 80f_1 - 24000 = 0$$

Bu kvadratik tenglamani yechib, f_1 ni topamiz:

$$f_1 = -40 \pm \sqrt{1600 + 2400},$$

$f_1 = -40 \pm 160$, $f_1 = 120$ sm. Tenglamani 2 chi ildizi $f_1 = -200$ sm bo'lib, masala shartini qanoatlantirmaydi. Chunki, f_1 ning manfiy qiymati mavhum tasvirga to'g'ri keladi. Bizning masalada, ikkala holda ham haqiqiy tasvir hosil bo'ladi.

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} = \frac{2}{R}$$

Formuladan foydalanib, ko'zguni egrilik radiusi R ni topamiz.

$$\frac{2+1}{120} = \frac{2}{R} \quad \text{bunda, } R = 80 \text{ sm.}$$

Javobi: $R = 80$ sm.

22-§. GEOMETRIK OPTIKA BO'LIMIGA DOIR MASALALAR

1. Gorizontaal yorug'lik nuri, vertikal joylashgan ko'zguga tushadi. Agar ko'zgu o'z o'qi atrofida 5° ga burilsa, qaytgan nur qancha burchakka buriladi? J: $\beta = 10^\circ$

2. Yorug'lik nuri yassi, parallel shisha plastinkaga 30° burchak bilan tushib, undan dastlabki nurga parallel holda chiqadi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,5 va nurlar orasidagi masofa 1,94 sm bo'lsa, plastinkaning d qalinligini toping? J: $D = 0,1$ m

3. Yorug'lik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun to'la ichki qaytishning limit burchagi $42^\circ 23'$. Skipidardan yorug'likning tarqalish tezligi qancha? J: $9 = 2,02 \cdot 10^8$ m/s

4. Monoxromatik nur, sindirish burchagi 40° bo'lgan prizmaning yon sirtiga normal tushmoqda. Bu nur uchun, prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,5. Prizmadan chiqayotgan nurning dastlabki yo'nalishidan og'ishi topilsin. J: $\varphi = 34^\circ 37'$

5. Daryo tubiga, balandligi 125 sm bo'lgan xoda tik o'rnatilgan. Quyosh nurlari suv sirtiga 35° burchak ostida tushmoqda. Xodaning daryo tubidagi soyasining uzunligi qancha? J: $h = 0,875$ m

6. Yorug'lik nuri prizмага qanday burchak ostida tushgan bo'lsa, shunday burchak ostida chiqadi, bunda, nur dastlabki

yo'nalishidan 6° ga buriladi. Prizmaning sindirish burchagi 12° ga teng bo'lsa, prizma moddasining sindirish ko'rsatkichi aniqlansin. J: $n=1,45$

7. Yorug'lik nuri havodan sindirish ko'rsatkichi $n=1,8$ bo'lgan yassi parallel shisha plastinkaga 60° burchak ostida tushmoqda. Agar, yorug'lik nuri undan chiqishda 2,5 sm ga siljigan bo'lsa, plastinkaning qalinligi qancha? J: $d=0,12m$

8. Monoxromatik nur prizmaning yon sirtiga normal tushadi va undan 25° ga og'ib chiqadi. Bu nur uchun, prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,7 ga teng bo'lsa, prizmaning sindirish burchagi topilsin. J: $\varphi=28^{\circ}$

9. Ba'zi bir shisha navlarining qizil hamda binafsha nurlari uchun sindirish ko'rsatkichi 1,51 va 1,53 ga teng. Bu nurlar shisha - havo chyegarasiga tushganida, to'la ichki qaytish limit burchaklari topilsin. J: $A_q=41^{\circ}18'$; $\alpha_b=41^{\circ}48'$

10. Suv yuziga $d=2$ sm qalinlikda yog' quyilgan. Yog'ning sindirish ko'rsatkichi $n_1=1,6$. Yorug'lik nuri havodan yog'ga 40° burchak ostida tushmoqda. Bundan so'ng, yorug'lik nuri $v=3$ sm qalinlikdagi suvdan o'tadi. Yorug'lik nuri suvdan havoga qaytib chiqadimi? Nurning suvdagi va yog'dagi yo'li nimaga teng? Suvning absolut sindirish ko'rsatkichi $n_{suv}=1,33$. J: $L_{suv}=1sm$; $L_{yog'}=1,5sm$

11. Fokus masofasi 16 sm bo'lgan linza, buyumning oralari 60 sm bo'lgan ikki vaziyatida aniq tasvir beradi. Buyumdan ekrangacha bo'lgan masofa topilsin. J: $b=1m$

12. Fokus masofasi 50 sm bo'lgan, uzoqni ko'rish trubasi cheksizlikni ko'radigan qilib qo'yilgan. Truba okulari birmuncha surilgandan keyin, ob'yektivdan 50 m uzoqlashtirilgan buyumlar, ravshan ko'rinishga boshlagan. To'g'rilash paytida okular qancha masofaga surilgan? J: $d=5mm$

13. Bir shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,5, ikkinchisidiki 1,7. Ikkala shishadan shakli bir xilda bo'lgan, ikkita bir xil, ikki yoqlama qavariq linza yasalgan. Bu linzalarning fokus masofalarining nisbatini toping. J: $F_1/F_2=1,4$

14. Linzaning havodagi fokusi 20 sm bo'lsa, linza suvga botirilgandagi fokus masofasini toping. Linza yasalgan shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,6. J: $F=0,59m$

15. Lupa normal ko'z uchun $k=10$ marta kattalashtirishi uchun, lupani chegaralovchi sirtlarining egrilik radiuslari qanchaga

teng bo'lishi kerak? Lupa yasalgan shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1,5$, hamda $R_1=R_2$ deb olinsin. J: $|R_1|=|R_2|=25\text{mm}$

16. Mikroskop ob'yektivining fokus masofasi 2 mm, okularining fokus masofasi esa, 40 mm. Ob'yektiv fokusi bilan okular fokusi o'rtasidagi masofa 18 sm. Mikroskopning kattalashtirilishi topilsin. J: $k=562$

17. Teleskop fokus masofasi 150 sm bo'lgan ob'yektiv va fokus masofasi 10 sm bo'lgan okularga ega. Agar, to'lin oy qurollanmagan ko'zga 31' (minut) burchak bilan ko'rinsa, mazkur teleskopdan, qanday ko'rish burchagi bilan ko'rinadi. J: $\varphi=7^\circ45'$

18. Optik kuchi 10 dioptriya va diametri 15 sm bo'lgan ikki yoqlama qavariq linzaning bosh optik o'qida, shu'lalanuvchi nuqta joylashtirilgan. Linzadan, shu'lalanuvchi nuqtagacha bo'lgan masofa 12 sm. Linzaning ikkinchi tomonida, uning fokusiga bosh optik o'qqa, perpendikular qilib ekran qo'yilgan. Ekranida ko'rinadigan yorug' doiraning diametrini toping. J: $d=0,5\text{sm}$

19. Fokus masofalari $F_1=5$ va $F_2=7$ sm bo'lgan linzalardan tuzilgan lupani kattalashtirishini toping. Linzalar bir - biriga tegib turadi. J: $k=200$

23-§. FOTOMETRIYA

Yorug'lik manbaidan vaqt birligida tarqalayotgan energiya bilan o'lchanadigan kattalikka, yorug'lik oqimi deyiladi:

$$\Phi = \frac{dW}{dt}$$

bu yerda, Φ - yorug'lik oqimi, W - yorug'lik energiyasi, t - vaqt.

Yorug'lik kuchi I son jihatidan, fazoviy burchak birligiga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimiga tengdir:

$$I = \frac{d\Phi}{dw}$$

w - fazoviy burchak.

Yoritilganlik, E yuza birligiga to'g'ri keluvchi yorug'lik oqimiga tengdir:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

Agar, sirt r masofada joylashgan manbadan, a – burchak ostida, I - yorug'lik kuchi bilan yoritilayotgan bo'lsa, yoritilganlik quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{r^2}$$

Yorqinlik, R - son jihatidan yuza birligidan chiqayotgan yorug'lik oqimiga teng:

$$R = \frac{d\Phi}{dS}$$

Yorqinlik ravshanlik (yoritilganlik) bilan quyidagicha bog'langan:

$$R = p \cdot B$$

bu yerda, p - qaytish koeffitsienti, B - ravshanlik

Ravshanlik, B manbaning ko'rinuvchi sirtining (kuzatish yo'nalishiga tik yo'nalishdagi) yuza birligidan chiqayotgan yorug'lik kuchi bilan o'lchanadi:

$$B = \frac{I}{S_0}$$

bu yerda, S_0 - ko'rinadigan sirt. Agar, proeksiyasi orqali ifodallasak:

$$B = \frac{dI}{dS \cdot \cos \theta}$$

bu yerda, θ - sirt yuzasiga o'tkazilgan tik bilan kuzatish yo'nalishing orasidagi burchak.

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. Yorug'lik kuchi, 300 shamli elektr lampochka 6 m balandlikka osilgan (4 - rasm). Yerdagi stolba atrofidagi joyda yoritilganligi 2 lk dan kam bo'lmagan doiraning yuzi qancha?

Berilgan:

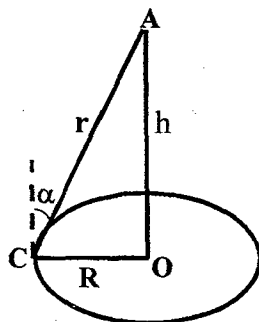
$$I=300$$

$$h=6 \text{ m}$$

$$E = 2 \text{ lk}$$

Topish kerak: S-?

Yechilishi: AO stolbaning A nuqtasiga, lampochka osilgan bo'lsin. Yerdagi yoritilganlik, stolba tagidagi O nuqtada maksimum bo'lib, undan uzoqlashgan sari kamayib boradi.



4-rasm

Agar, S nuqtadagi yoritilganlik E_S bo'lsa, unda yoritilganligi E_C dan kam bo'lmagan doiraning radiusi R bo'ladi. S nuqtadagi yoritilganlikni bilgan holda doirani radiusi R ni topamiz. S nuqtadagi yoritilganlik:

$$E_C = \frac{I \cdot \cos \alpha}{r^2}$$

$$\text{lekin, } \cos \alpha = \frac{h}{r} \text{ unda } E_C = \frac{I \cdot h}{r^2} = \frac{I \cdot h}{r^3}$$

rasmdagi $r = \sqrt{h^2 + R^2}$ ekanligini hisobga olsak,

$$E_C = \frac{I \cdot h}{(h^2 + R^2)^3}$$

ko'rinishga keladi, bundan R - ni topamiz.

$$2 = \frac{300 \cdot 6}{(6^2 + R^2)^3}, \quad (36 + R^2)^3 = 900^2 = 81 \cdot 10^4$$

$$36 + R^2 = \sqrt[3]{81 \cdot 10^4} = 30 \cdot \sqrt[3]{30} = 30 \cdot 3,104$$

$$R^2 = 93,21 - 36 = 57,21 \text{ m}^2$$

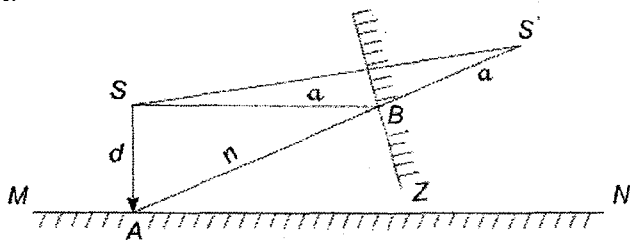
unda, R radiusli doiraning yuzi:

$$S = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 57,21 = 180 \text{ m}^2$$

Javobi: S=180 m²

24-§. FOTOMETRIYAGA DOIR MASALALAR

1. Diametri 2 m bo'lgan dumaloq stolning chekkalarining yoritilganligi maksimal bo'lishi uchun, stol markazidan qanday balandlikda, lampani o'rnatish kerak? $J: h=4m$
2. Yuzi $25 m^2$ keladigan kvadrat xonaning markazida lampochka osilgan. Lampochkani nuqtaviy yorug'lik manbai deb hisoblab, xona burchaklaridagi yoritilganlik eng ko'p bo'lishi uchun, lampochka poldan qancha balandlikda turishi kerak? $J: h=2,5m$
3. Diametri 10 m bo'lgan dumaloq stolning markazidan 3 m balandlikda, yorug'lik kuchi 250 sham bo'lgan lampa osilgan. Agar, lampani hamma yo'nalishda bir xilda yorug'lik tarqatuvchi nuqtaviy manba deb qarab, stol yuzining qancha protsenti yoritilganligi, 6 luksdan kam emasligini toping. $J: 25\%$
4. S nuqtaviy yorug'lik manbai, MN sirtini yoritadi. Yorug'lik manbai S ning yon tomoniga yoritiladigan sirt qadar uzoqlikda, A nuqtaga yorug'lik qaytaruvchi Z yassi ko'zgu joylashtirilsa, yorug'lik manbai S dan, sirtning A nuqtasiga perpendikular tushayotgan nurlarning yoritilganligi, qanday o'zgaradi? (5 - rasm). Ko'zgu o'ziga tushgan nurlarning hammasini qaytaradi deb hisoblang. $J: 2$ marta kamayadi.



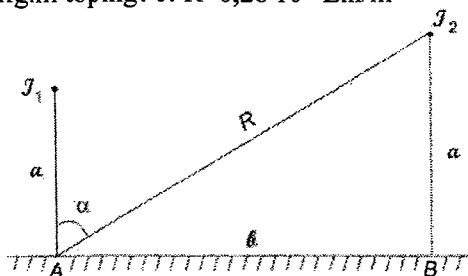
5-rasm.

5. Botiq yarim sfera ustida, yarim sferaning diametriga teng balandlikda, nuqtaviy yorug'lik manbai $I=50$ sham joylashgan. Nurlar 35° burchak bilan tushadigan nuqtadagi yarim sferaning yoritilganligi aniqlansin. Yarim sferaning radiusi $R=1$ m ga teng. J: $E=240$ лк
6. O'lchami 10×30 sm qog'oz varag'i, 100 sham yorug'lik kuchiga ega bo'lgan lampochka bilan yoritiladi, chunonchi unga, lampochkadan butun yorug'likning 0,5 protsenti tushadi. Shu qog'oz varag'ining yoritilganligi topilsin. J: $E=210$ лк

7. Diametri 6 sm bo'lgan shar shaklidagi lampani solishtirma quvvati 0,85 Vt/kd. Agar, lampani kuchi 170 kd bo'lsa, yorug'lik oqimini, yorqinligini va ravshanligini toping. J: $E=150$ lk

8. Hovlida ikkita 200 shamli elektr cho'g'lama lampochka, 3 m balandlikka osilgan. Lampochkalar orasi 5 m (6 - rasm). Yerdan har bir lampochka tagidagi va ikkala lampochkadan barobar uzoqlikda turgan nuqtaning yoritilishi hisoblansin. J: $E=388$ lk

9. Agar, tarqatayotgan yorug'lik oqimi 400 mm, tolani uzunligi $l=60$ sm va diametri $d=0,04$ mm bo'lsa, elektr lampaning tolasini yorqinligini toping? J: $R=6,28 \cdot 10^{-4}$ Lm/m²



6-rasm.

10. Sport maydonining markazida, 5 m balandlikda elektr lampasi osilgan. Lampani nuqtaviy yorug'lik manbai, deb qarasa, markazdan qancha masofada yoritilganlik, markazdagidan 2 marta kam bo'ladi. J: $d=1,7$ m

25 -§. YoRUG'LIK INTERFERENSIYA SI VA DIFRAKSIYA SI

Yorug'lik nuri o'tgan S masofadagi muhitning nur sindirish ko'rsatkichiga ko'paytmasi, optik yo'l uzunligini beradi:

$$L=nS$$

Ikki yorug'lik nurining optik yo'llar farqi: $\Delta=L_2-L_1=n_2S_2-n_1S_1$

Fazalar farqi orqali iterferensiyaning kuchayish sharti - $\delta=2k\pi$ va susayish sharti - $\delta=(2k-1)\pi$

Optik yo'llar farqi, juft yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lsa, interferensiyaning maksimum sharti:

$$\Delta=2k\frac{\lambda}{2}$$

va toq yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lsa, minimum sharti hosil bo'ladi:

$$\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

Yuqoridagi formulalarda $k=0,1,2$, butun sonlar, λ - yorug'lik to'lqin uzunligi.

Fazalar farqi bilan yo'llar farqi orasidagi bog'lanish formulasi:

$$\delta = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda}$$

Qo'shni interferensiyalar yo'llar orasidagi masofa:

$$\Delta X = \frac{L}{d} \lambda$$

bu yerda, λ - yorug'likning to'lqin uzunligi. L - yorug'lik manbalaridan ekrangacha bo'lgan masofa, d - kogerent manbalar orasidagi masofa.

Yassi parallel plastinkadagi interferensiya (qaytgan nur uchun) natijasini quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$\Delta = 2dncos\beta \pm \frac{\lambda}{2} = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

bu yerda, d - plastinkaning qalinligi, n - nur sindirish ko'rsatkichi, α - nurning tushish burchagi, β - nurning sinish burchagi, agar kuchayish sharti bajarilsa,

$$\Delta = 2k\frac{\lambda}{2}$$

ga teng bo'ladi va yuqoridagi tenglama, quyidagi ko'rinishga keladi:

$$(2k+1)\frac{\lambda}{2} = 2dncos\beta \pm \frac{\lambda}{2} = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

ko'rinishida bo'ladi, bu yerda ($k=0,1,2,\dots$).

Nyutonning qorong'i xalqlarining radiusi (qaytgan nurda) quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} \quad (k=0,1,2,\dots).$$

Yorug' xalqlarini radiusi (qaytgan nurda):

$$r_k = \sqrt{(2k+1)R\frac{\lambda}{2}} \quad (k=0,1,2,\dots).$$

tenglamasi bilan aniqlanadi, o'tuvchi nurda, bu shartlar almashishadi.

Dumaloq teshikdan hosil bo'lgan difreksiyada Frenel zonalar usulidan foydalaniladi. Ixtiyoriy Frenel zonasining yuzi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$S = \frac{\pi ab\lambda}{a+b}$$

bu erda, a - manbadan to'lqin frontigacha bo'lgan masofa, b - to'lqin frontidan kuzatilayotgan nuqttagacha bo'lgan masofa, λ - to'lqin uzunligi,

k - sonli Frenel zonasining radiusi:

$$r_k = \sqrt{\frac{a \cdot b}{a+b}} k\lambda$$

a va b masofalardan kichik bo'lgan, r_0 radiusli teshikka to'g'ri keluvchi zonalar soni k ni topish formulasi:

$$k = \frac{r_0^2}{\lambda} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$$

Bitta tirqishda hosil bo'lgan difraksiyaning maksimum (kuchayish) sharti.

$$a \sin \varphi = (2k+1)\frac{\lambda}{2}; \quad k = 0,1,2 \dots$$

a - tirqish kengligi. Minimum (susayish) sharti:

$$a \sin \varphi = 2k\frac{\lambda}{2}; \quad k = 0,1,2 \dots$$

Difraksion panjarada difraksiyani maksimumining hosil bo'lishi sharti:

$$d \cdot \sin \varphi = 2k \frac{\lambda}{2}; \quad k = 0, 1, 2 \dots$$

sonlar bo'lib spektr tarkibi, d - difraksion panjara doimiysi,

$$d = \frac{1}{N_0}$$

bu yerda, N_0 - uzunlik birligidagi tirqish soni, φ - difraksiya burchagi.

Difraksion panjarani ajrata olish qobiliyati:

$$\frac{\lambda}{\Delta \lambda} = k \cdot N; \quad N - \text{tirqishlar soni.}$$

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. Kogerent manbalar orasidagi masofa $d=0,9$ mm. Manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa $L=3,5$ m. Agar, manbadan chiqayotgan monoxrmatik nurni to'liq uzunligi $\lambda=6400$ Å bo'lsa, 1 sm uzunlikdagi yorug' yo'llar sonini toping?

Berilgan:

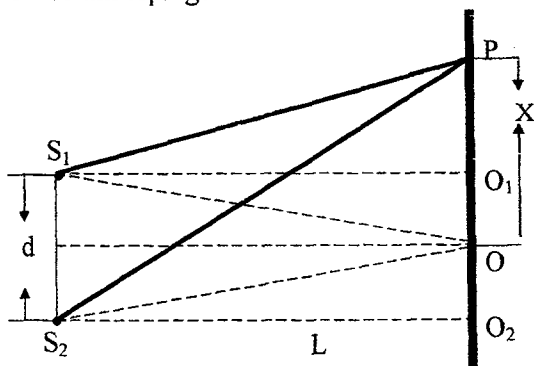
$$d=0,9\text{mm}=9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\lambda=6400 \text{ Å}=64 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

$$L=3,5 \text{ m}$$

$$x=1 \text{ sm} = 0,01 \text{ m}$$

Topish kerak: k/x -?



7 - rasm

Yechilishi: (S_1 va S_2) kogerent manbalaridan ekrandagi O nuqta, bir xil uzoqlikda joylashganligi uchun, yoritilganlikning maksimumi to'g'ri keladi. Chunki S_1O va S_2O bir biriga tengdir (7-rasm).

Ekranni ixtiyoriy nuqtasidagi yoritilganlikning maksimum quyidagi sharti, ya'ni yo'l farqi

$$\Delta = S_2 - S_1 = k\lambda \quad (1) \text{ ga teng,}$$

Bu yerda, Δ - yo'l farqi, λ - to'lqin uzunligi, k yorug' yo'llar soni. Chizmadan yo'l farqi

$$\Delta = \frac{xd}{L} \quad (2)$$

ga tengligini ko'ramiz.

(1) va (2) tenglamalarni solishtirish yo'li bilan k/x ni topamiz:

$$k\lambda = \frac{xd}{L}, \quad \frac{k}{x} = \frac{d}{L\lambda} \quad (3)$$

berilgan kattaliklarni son qiymatlarini (3) tenglamaga qo'yib hisoblasak:

$$\frac{k}{x} = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{3,5 \cdot 64 \cdot 10^{-3}} = 400 \frac{1}{m}$$

2-masala. Nyuton xalqalari kuzatiladigan qurilma, linza bilan shisha plastinka orqasida havo qatlami mavjud. Qaytgan yorug'likda kuzatilayotgan 5 va 15 qorong'i Nyuton xalqalarining diametri mos holda 0,7 va 1,7 mm ga teng. Linzaning egrilik radiusi topilsin. Yorug'likning to'lqin uzunligi $\lambda=581\text{nm}$.

Berilgan:

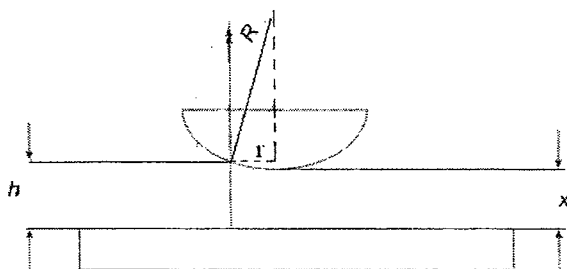
$$r_5=0,35 \text{ mm}$$

$$r_{15}=0,85 \text{ mm}$$

$$\lambda=581 \text{ nm}$$

Topish kerak:

R-?



8 - rasm

Yechilishi: Linzaga tushayotgan nurni ma'lum qismi qaytadi, bir qismi linzadan o'tib, shisha plastinkadan qaytadi va A nuqtada uchrashib yo'l farqiga

$$\Delta = 2h + \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

ega bo'ladi (8-rasm). Bu yerda, h - A nuqtadan plastinkagacha bo'lgan bo'shliq kengligi qorong'u halqa uchun:

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

ga tengdir.

Linza shisha plastinkaga tegib turmaganligi uchun, xalqa radiusi quyidagi formuladan topiladi:

$$\frac{2R - (h - x)}{r} = \frac{r}{h - x} \quad (3)$$

$$2R(h - x) - (h - x)^2 = r^2 \quad (4)$$

R-egrilik radiusi, r - xalqa radiusi. Bunda, $(h - x)^2$, $2R(h - x)$ dan nisbatan, juda kichik bo'lganligi uchun, uni e'tiborga olmasa ham bo'ladi.

$$r^2 = 2R(h - x) \quad (5)$$

(5) ifodadan h ni o'rninga, (2) formulani qo'ysak:

$$r^2 = 2R \left(k \frac{\lambda}{2} - x \right)$$

Berilishiga binoan r_5 va r_{15} ma'lum shuning uchun, ikkita tenglama tuzib, bir-biridan ayiramiz:

$$r_5^2 = 2R \left(5 \frac{\lambda}{2} - x \right); \quad r_{15}^2 = 2R \left(15 \frac{\lambda}{2} - x \right)$$

$$r_{15}^2 - r_5^2 = 2R(15\lambda - 2x) - 2R(5\lambda - 2x) = 2R15\lambda - 4Rx - 2R5\lambda + 4Rx = 20\lambda$$

bunda,

$$R = \frac{r_{15}^2 - r_5^2}{20\lambda}$$

Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

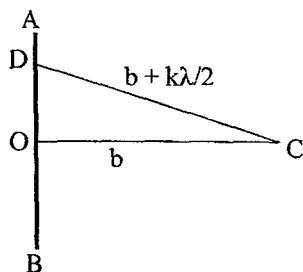
$$R = \frac{(0,85 \cdot 10^{-3})^2 - (0,35 \cdot 10^{-3})^2}{20 \cdot 581 \cdot 10^{-9}} = 0,102 \text{ m}$$

3-masala. 4-frenel zonasining radiusi $r_4 = 3 \text{ mm}$ bo'lsa, 12 - Frenel zonasining radiusini toping (9-rasm).

Berilgan:

$$r_4 = 3 \text{ mm}$$

Topish kerak: $r_{12} = ?$



9-rasm

Yechilishi: AB - to'liq fronti, C - kuzatish nuqtasi, $OC = b$, $CD = b + \frac{\lambda}{2}$, $OD = r_k$. Chizmadan ko'rinadiki, zonaning radiusi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$r_k^2 = \left(b + k \frac{\lambda}{2}\right)^2 - b^2 = k\lambda b + k^2 \frac{\lambda^2}{4}$$

λ - kichik bo'lganligi uchun $k^2 \frac{\lambda^2}{4}$ hadni tashlab yuborsa ham bo'ladi. Demak,

$$r_4^2 = 4\lambda b$$

Masalani shartiga asosan, 2 ta tenglama tuzamiz:

$$r_4^2 = 4\lambda b; \quad r_{12}^2 = 12b\lambda$$

Tenglamalarni hadma - had bo'lamiz:

$$\frac{r_4^2}{r_{12}^2} = \frac{4\lambda b}{12\lambda b} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \text{ bundan,}$$

$$r_{12}^2 = 3r_4^2 = 3 \cdot 9 = 27 \text{ mm}^2$$

$$r_k = 3 \cdot \sqrt{3} \text{ mm}$$

4-masala. Difraksion panjarani har bir millimetriga, 200 ta shtrix to'g'ri keladi. Unga tik holda tushayotgan yorug'lik, to'lqin uzunligi $\lambda = 5750 \text{ \AA}$ bo'lsa, hosil bo'lgan spektarning eng katta sonini toping.

Berilgan:

$$N=200$$

$$l=1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\lambda=5750 \text{ \AA} = 0,575 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Topish kerak: $K_{\max}$ -?

Yechilishi: Uzunlik birligiga to'g'ri kelgan shtrixlar soni N bilan panjara doimiysi d quyidagicha bog'langan.

$$d = \frac{l}{N}$$

Qiymatlarini o'rniga qo'ysak d ni topamiz: $d = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{200} \text{ m} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

Difraksion panjaradagi difraksiyani hosil bo'lish shartini, quyidagi tenglama qanoatlantiradi:

$$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$$

bu yerda, d - panjara doimiysi, k - spektarning tartib soni, φ - difraksiya burchagi, λ - tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi. Bu tenglamdan $K_{\max}$ ni topamiz:

$$k_{\max} = \frac{d \cdot \sin \varphi}{\lambda}$$

bu formuladan, $\sin \varphi$ ifodani o'rniga, 1 ni qo'yamiz, chunki difraksiya burchagi $\varphi=90^\circ$ dan katta bo'la olmaydi, natijada,

$$k_{\max} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{0,575 \cdot 10^{-6}} = 8,7$$

Lekin, $k_{\max}$ butun son bo'lishi shart, shuning uchun $k_{\max}=9$ ga teng deb olamiz.

26-§. YORUG'LIK INTERFERENSIYASI VA DIFRAKSIYASIGA DOIR MASALALAR

1. Yung tajribasida, to'lqin uzunligi $\lambda=0,57$ mkm bo'lgan monoxrmatik yorug'lik bilan yoritilgan teshiklar orasidagi masofa 1,2 mm va teshiklardan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m. Uchta birinchi yorug' yo'llarning vaziyati topilsin.

J: $x_1=1,8\text{mm}$, $x_2=3,6\text{mm}$, $x_3=5,4\text{mm}$

2. Vertikal joylashgan sovun, pardani to'lqin uzunligi $\lambda=546$ nm bo'lgan yashil nur bilan yoritilmoqda. Nur sovun pardasiga tik tushadi. Qaytgan nurdagi interferensiya yo'llarini kuzatar ekanmiz, beshta qorong'i yo'l o'rtasidagi masofa 2 sm ga teng. Sovun pardasini hosil qiluvchi sovunli suvni, nur sindirish ko'rsatkichi $n=1,33$ bo'lsa, sovun pardasini sirtlari orasidagi burchak topilsin. J: $\alpha=11^\circ$

3. Yung tajribasida yashil yorug'lik nuri $\lambda=5\cdot 10^{-5}$ sm, qizil yorug'lik nuri $\lambda=6,5\cdot 10^{-5}$ sm bilan almashtirilsa, ekrandagi qo'shni interferensiya yo'llari o'rtasidagi masofa necha marta oshadi?

J: 1,3 marta

4. Qalinligi $d=1,5$ mkm bo'lgan yupqa glisirin pardaning sirtiga, tik holda oq yorug'lik tushmoqda. Spektarning ko'zga ko'rinadigan qismining to'lqin uzunligini toping ($\lambda=0,4$ mkm dan $0,8$ mkm gacha). J: $\lambda=5,5\cdot 10^{-7}\text{m}$

5. Yupqa shisha ponaga, to'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lgan yorug'lik nuri, tik holda tushmoqda. Interferensiya natijasida, qorong'i va yorug' yo'llar hosil bo'ladi. Qo'shni qorong'i yo'llar orasidagi masofa 0,5 mm. Shishani nur sindirish ko'rsatkichi 1,6 bo'lsa, ponaning sirtlari orasidagi burchak topilsin. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi. J: $\alpha=45^\circ$

6. Sovun pardasiga yorug'lik 45° burchak ostida tushmoqda. Sovun pardasi qanday eng kichik qalinligida bo'lsa, parda sariq rangda ko'rinadi ($\lambda_{\text{sar}}=6\cdot 10^{-7}$ m). Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi. Sovunli suvni nur sindirish ko'rsatkichi $n=1,33$ ga teng. J: $h=0,13\text{mkm}$

7. Shisha ponaning sirtiga, tik holda to'lqin uzunligi $\lambda=5,82\cdot 10^{-7}$ m bo'lgan yorug'lik tushmoqda. Agar, pona sirtlari orasidagi burchak $\varphi=20$ va shishani nur sindirish ko'rsatkichi $n=1,5$ bo'lsa, shisha ponaning uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi qorong'i interferensiyon yo'llar sonini toping. J: 1smda 5ta tasma

8. Frenelning biko'zgulari to'lqin uzunligi $\lambda = 486 \text{ m}$ yorug'lik bilan yoritilganda, ko'zgularni kesishgan nuqtasida $L=1 \text{ m}$ masofada joylashgan ekranda kengligi $\Delta x = 1 \text{ mm}$ bo'lgan interferension yo'llar hosil bo'ladi. Yorug'lik manbasi ko'zgularni kesishgan nuqtasidan $r=10 \text{ sm}$ masofada joylashgan bo'lsa, ko'zgular orasidagi masofani toping. J: $\alpha = 60^\circ$

9. Nur sindirish ko'rsatkichi $n=1,52$ bo'lgan shishadan yasalgan Frenel biprizmasiga to'lqin uzunligi $\lambda = 500 \text{ nm}$ yorug'lik tushmoqda. Agar, yorug'lik manbasidan biprizmagacha bo'lgan masofa $d=50 \text{ sm}$ va ekrandan biprizmagacha bo'lgan masofa $L=150 \text{ sm}$, interferension manzara kengligi $\Delta x=0,2 \text{ mm}$ bo'lsa, biprizmaning o'tmas burchagini toping. J: $\alpha = 120^\circ$

10. Nyuton xalqalarini hosil qilish uchun, ishlatiladigan yassi qavariq linzaning fokus masofasi topilsin. Agar, uchinchi qorong'i xalqaning radiusi $r_4=1,1 \text{ mm}$, nur sindirish ko'rsatkichi $n=1,6$ va yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda = 589 \text{ nm}$. Kuzatish, qaytgan nurda olib boriladi. J: $F=0,46 \text{ m}$

11. Agar, ikkinchi va yigirmanchi qorong'i Nyuton xalqalari o'rtasidagi masofa $4,8 \text{ mm}$ bo'lsa, uchinchi va o'n oltinchi qorong'i xalqalar o'rtasidagi masofa, qanchaga teng? Kuzatish, qaytgan nurda olib boriladi. J: $d=3,6 \text{ mm}$

12. Maykelson interferometri bilan qilingan tajribada, interferensiya manzarasini 500 yo'lga siljitish uchun, ko'zguni $0,161 \text{ mm}$ masofaga siljitish kerak bo'ldi. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini toping. J: $\lambda = 6,44 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

13. Teshikli ekrandan, kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa 1 m . Ekran to'lqin uzunligi $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Agar, manba nuqtaviy va manbadan ekrangacha bo'lgan masofa $0,5 \text{ m}$ bo'lsa, Frenel zonalarining beshinchisining radiusini toping. J: $r_5 = 12,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

14. Dumaloq teshikli diafragma monoxromatik yorug'likning ($\lambda = 0,6 \text{ mkm}$) parallel dastasi normal tushadi. Ekranda difraksion manzara kuzatiladi. Diafragma bilan ekran o'rtasidagi masofa qanday kattalikda bo'lganida, difraksion manzaraning markazida qorong'iroq dog' kuzatiladi? Teshik diametri $1,96 \text{ mm}$.

J: $d = 0,8 \text{ m}$

15. To'lqin uzunligi $0,6 \text{ mkm}$ bo'lgan monoxromatik manbadan, $1,2 \text{ m}$ masofada joylashgan $2,2 \text{ mm}$ diametrli diafragma, sferik to'lqin tushmoqda. Agar, teshikka joylashgan Frenel zonolari

soni 4 ga teng bo'lsa, diafragmadan kuzatilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofani toping. J: $d = 0,5\text{m}$

16. Agar, ekran bilan to'liq fronti orsidagi masofa 1 m bo'lsa, to'liq uzunligi 0,5 m bo'lgan yassi to'liq fronti uchun, beshinchi va oltinchi Frenel zonalarining radiuslarining farqi va zonalar yuzasining nisbati topilsin. J: $r_6 - r_5 = 0,14\text{m}$

17. Kengligi 0,01 mm bo'lgan difraksion tirqishga, tik holda to'liq uzunligi $6563\text{\AA}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Birinchi va ikkinchi maksimumlar uchun, difraksion burchaklar farqi topilsin. J: $\Delta\alpha = 15^\circ$

18. Monoxromatik manbadan ($\lambda = 6000\text{\AA}$) yorug'lik, dumaloq teshikli diafragma normal tushadi. Teshik diametri 6 mm. Diafragma orqasida 3 m masofada ekran joylashgan bo'lsa, diafragma teshigiga Frenelning necha zonasi sig'adi? J: 5 zona.

19. To'liq uzunligi $\lambda = 4100\text{\AA}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik, difraksion panjaraga tushmoqda. Agar, birinchi va ikkinchi maksimumlarni difraksion burchaklarini farqi $\Delta\varphi = 2^\circ 21'$ bo'lsa, difraksion panjarani 1 mm da, nechta shtrix borligini toping.

J: $N = 1000$

20. Difraksion panjara doimiysi 2,0 mkm va eni 25 sm bo'lsa, mazkur panjara ikkinchi tartibli spektrning sariq nurlar ($\lambda = 6 \cdot 10^{-5}\text{sm}$) sohasida, qanday to'liq uzunliklari farqini ajrata oladi? J: $\Delta\lambda = 0,24\text{\AA}$

27 -§. YoRUG'LIKNING QUTBLANISHI

Malyus qonuni:

$$I = I_0 \cdot \cos^2 \alpha$$

bu yerda, I - analizatoridan chiqqan nur intensivligi, I_0 - polarizatoridan chiqqan nur intensivligi, α - polarizatoridan analizatorlarning bosh tekisliklari orasidagi burchak.

Byuster qonuni:

$$\tan \alpha = \sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} = \frac{n_2}{n_1} = n$$

bu yerda, α - yorug'lik nurini muhitga tushish burchagi, $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi, n_2, n_1 - muhitning nisbiy nur sindirish ko'rsatkichi.

Optik aktiv moddalardan qutblangan yorug'lik o'tganda, uning qutblanish tekisligini aylanish burchagi:

$$\varphi = [\alpha] \cdot l$$

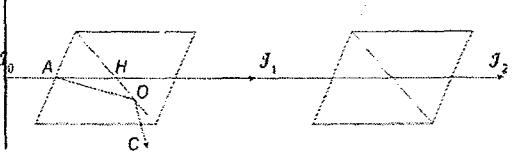
bu yerda, α - berilgan moddani tabiatiga, temperaturasiga va yorug'likni to'liq uzunligiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, solishtirma aylanish deb ataladi. l - aktiv moddadagi yorug'likning yo'li.

Agar, aktiv modda suyuqlik bo'lsa burilish burchagi φ - konsentratsiyasiga ham bog'liq bo'ladi:

$$\varphi = [\alpha] \cdot C \cdot l$$

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. Ikkita sirt berilgan va biriga yorug'lik to'g'ridan - to'g'ri tushmoqda, ikkinchisiga, 2 ta nikol prizmasi orqali o'tib, keyin tushmoqda. Agar, ikkala sirtni yoritilganda, ko'zimizga bir xildek bo'lib ko'rinsa, nikol prizmalari orasidagi burchak 70° bo'lganda, sirtlarning yorqinliklarini nisbati qanday bo'ladi? Har bir nikol prizmasi yorug'likni 10 % energiyasini yutadi.

Berilgan: $I = 0,9I_0$ $\varphi = 70^\circ$ Topish kerak: I_0/I_2	 10-rasm
--	---

Yechilishi: I_0 intensivligiga ega bo'lgan tabiiy nur, nikol prizmasidan o'tganda, ikkita yorug'lik to'liqligiga ajraladi: (10 - rasm). AN yo'nalishda g'ayri oddiy nur tarqaladi $I_0/2$ va AO yo'nalishda esa, oddiy nur tarqaladi. Oddiy nur nikol prizmasining Kanada balzami surilgan qismidan o'tayotganda to'la ichki qaytishga uchraydi. Oddiy nur esa, to'g'ri o'tadi. Birinchi nikol prizmasidan faqat bitta yo'nalishdagi tebranishlar o'tadi va uning energiyasini 0,1 qismi yutiladi. Natijada birinchi nikol prizmasidan o'tgan yorug'lik intensivligi $I_1 = 0,5 \cdot 0,9 \cdot I_0$ ga teng bo'ladi.

Malyuz qonuniga asosan, ikkinchi nikol prizmasida yotgan yorug'lik intensivligi, unga tushayotgan yorug'lik intensivligiga va prizmalar orasidagi burchak kosinusining kvadratiga bog'liqdir:

$$I_2 = I_0 \cdot \cos^2 \varphi$$

I_2 ni qiymatini e'tiborga olib, ikkinchi prizmaning muhitini aniqlaymiz:

$$I_2 = 0,5 \cdot 0,8 \cdot I_0 \cdot \cos^2 \varphi$$

$$\frac{I_0}{I_2} = \frac{1}{0,5 \cdot 0,8 \cdot \cos^2 \varphi}$$

φ ni son qiymatini qo'ysak:

$$\frac{I_0}{I_2} = 27,37 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

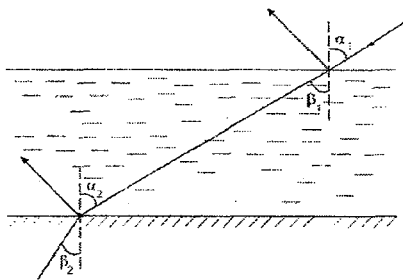
2-masala. Yorug'lik-havodan suyuqlik ($n_2=1,33$) sirtiga tushmoqda, suv turgan shisha ($n_1=1,5$) idishni tubidan qaytganda, to'la qutblanishi uchun, suyuqlik sirtiga qanday burchak ostida tushmog'i kerak?

Berilgan:

$$n_2=1,33$$

$$n_1=1,5$$

Topish kerak α -?



11 – rasm

Yechilishi: Suv sirtiga, α burchak ostida tushuyotgan yorug'likni ma'lum qismi qaytadi va ma'lum qismi ikkinchi muhitga (suvga), β burchak ostida sinib o'tadi (11-rasm). Qaytgan va singan nurlar, qisman qutblangan bo'ladi. Suvga sinib o'tgan nur ham o'z navbatida, shisha idish tubidan qaytadi va ma'lum qismi sinib o'tadi.

Yorug'likni sinish qonuniga asosan:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

n_2 - ikkinchi muhitni, nur sindirish ko'rsatkichi, n_1 - birinchi muhitni nur sindirish ko'rsatkichi. Bryuster qonuniga asosan, to'la qutblanish burchagi α_2 , ikkinchi va birinchi muhitni nur sindirish ko'rsatkichlarining nisbatiga tengdir:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{n_2}{n_1}$$

Son qiymatlarini qo'yib hisoblasak:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{1,5}{1,33} = 1,125$$

$$\alpha = 48^{\circ}24'$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{n_2}{n_1} \cdot \sin \beta_1 = \frac{1,33}{1} \cdot \sin 48^{\circ}24' = 0,994$$

$\alpha_1 = 84^{\circ}$. Bu yerda, $\alpha_2 = \beta_1$ bo'lganligi uchun, 1 - muhit havo, 2 - muhit suv bo'lganligi uchun, $n_2 = 1,33$, $n_1 = 1$ ga teng bo'ladi.

28 - §. YORUG'LIKNING QUTBLANISHIGA DOIR MASALALAR

1. Qalinligi $d = 2$ mm bo'lgan kvars plastinkasini, parallel joylashgan nikol prizmalari orasiga kiritilganda, qutblanish tekisligi $\varphi = 53^{\circ}$ ga burildi. Kvars plastinkasini qanday eng kichik qalinligida polyarimetrlning ko'rish maydoni qorong'u bo'lib qoladi? J: $d = 0,5$ mm

2. Ikkita nikol prizmalarni bosh tekisliklari, o'zaro 60° burchakni hosil qiladi. Nikol prizmalaridan o'tuvchi nur intensivligi 2 marta ortishi uchun, prizmalarni bosh tekisliklari orasidagi burchakni, qanchaga uzgartirish kerak? J: $\alpha = 90^{\circ}$

3. Tabiiy nur ikkita nikol prizmasidan o'tganda, intensivligi 5 martaga kamaygan. Har bir nikol prizmasida, yorug'likning yutilishi va qaytishi natijasida, yorug'lik intensivligi 10 % ga kamaygan. Mazkur prizmalarning bosh tekisliklari orasidagi burchakni toping. J: $\alpha = 30^{\circ}$

4. Biror modda uchun, to'la ichki qaytish limit burchagi 45° ga teng. Bu modda uchun to'la, qutblanish burchagi nimaga teng?

J: $\varphi = 54^{\circ}44'$

5. To'la qutblanish burchagi bilan tushayotgan tabiiy yorug'lik nuri, yassi - parallel shisha plastinkadan o'tadi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1,54$. Plastinkadan o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin. J: $p=18,9\%$

6. Sariq yorug'lik, qand eritmasi solingan naychadan o'tayotganda, qutblanish tekisligi 20^0 ga burildi. Agar, naycha uzunligi 15 sm 1 g/sm^3 konsentratsiyasida qandning solishtirma buralishi 66^0 dm^{-1} ga teng bo'lsa, qand eritmasining konsentratsiyasini toping.

$$J: c=0,2 \text{ g/sm}^3$$

7. To'la qutblanish burchagi bilan tushayotgan tabiiy yorug'lik nuri, yassi - parallel shisha plastinkadan o'tadi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1,54$. Plastinkadan o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin. J: $p=18,9\%$

8. Kvars plastinkasini bosh tekisliklari orasidagi burchak 90^0 ga teng qilib joylashtirilgan, ikkita nikol prizmasi (polyarizator va analizator) orasiga kiritildi. Ikkita nikol prizmasi orasidagi ko'rish maydoni, maksimal yorishib ketishi uchun, kvars plastinkasini minimal qalinligi qanday bo'lishi kerak? J: $d=1,2 \text{ mm}$

9. Yorug'lik nuri shisha sirtiga 60^0 burchak ostida tushadi. Shu holda qaytgan nur, to'la qutblangan bo'lsa, yorug'lik nurining sinish burchagini toping. J: $\beta=45^0$

10. Polyarizator va analizatorlarning bosh tekisliklari orasidagi burchak 50^0 ga teng. Tabiiy yorug'lik shunday sistemadan o'tganda, intensivligi sakkiz marta kamayadi. Polyarizator va analizatoridagi yorug'likning yutilish koeffitsientini toping. Yorug'likning qaytishdagi, kamayishi hisobga olinmasin. J: $K=0,45$

29-§. YORUG'LIKNING KVANT TABIATI

Fotonni energiyasi:

$$E = \hbar \omega = \frac{h}{2\pi} 2\pi \nu = h\nu$$

bu yerda, $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ - Plank doimiysi, ν - tebranish chastotasi.

Fotonni impulsi:

$$P = \frac{h\nu}{c}$$

Foton massasi:

$$m = \frac{hv}{c^2}$$

Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi yoki fotoeffekt hodisasida energiyani saqlanish qonuni:

$$hv = A_{\text{чик}} + \frac{mv^2}{2}$$

Agar, $v=0$ bo'lsa $hv=A_{\text{чик}}$ bo'ladi, bu holda, v -fotoeffektning qizil chegarasiga muvofiq keluvchi chastota.

Yorug'lik bosimi:

$$P = \frac{E}{c}(1 + p)$$

bu yerda, E - birlik sirti, vaqt birligi ichida tushuvchi energiya miqdori, p - yorug'likning qaytish koeffitsienti. Yorug'lik bosimini fotonning impulsi orqali ifodalasak:

$$P = (1 + p)N \frac{hv}{c}$$

bu yerda, N – birlik, yuzaga, birlik vaqt ichida tushuvchi fotonlar soni.

Kompton effekti - rentgen nurining, erkin elektronlardan sochilishi tufayli, to'liq uzunligini o'zgarishi:

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\varphi)$$

bu yerda, m - elektron massasi, φ - sochilish burchagi.

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. $n=5 \cdot 10^4$ ta fotondan iborat bo'lgan yorug'lik oqimi. To'liq uzunligi $\lambda=300$ nm mos keluvchi energiyaga ega bo'lib, sezgirligi $k=4,5$ mA/Bt bo'lgan fotosezgir qatlamga tushmoqda. Chiqayotgan fotoelektronlar sonini toping.

Berilgan:

$$n=5 \cdot 10^4$$

$$\lambda=300 \text{ nm} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$k=4,5 \text{ mA/Vt} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ A/Vt}$$

$$e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ KJ}$$

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

Yechilishi: Fotoelementni sezgirligi deb, birlik quvvatiga ega bo'lgan, yorug'lik oqimi ta'sirida vujudga kelgan fototok qiymatiga aytiladi:

$$\kappa = \frac{I_F}{P} \quad (1)$$

bu yerda, I_F - fototok, R - yorug'lik oqimining quvvati.

Topish kerak: N ?

Kvant energiya:

$$E=h\nu \quad (2)$$

n ta kvantni energiyasi esa:

$$E=n h \nu \quad (3)$$

ν - chastota.

Fotokatodga berilgan quvvat esa:

$$P = \frac{n h \nu}{t} = \frac{n h c}{t \lambda} \quad (4)$$

ga teng bo'ladi. t - yorug'lik oqimini ta'sir etish vaqti.

N - elektronlarni harakati tufayli paydo bo'lgan fototok:

$$I_\phi = \frac{Ne}{t} \quad (5)$$

Bu ifodalarni (1) formulaga olib borib qo'ysak:

$$\kappa = \frac{Ne \lambda}{n h c}$$

kelib chiqadi, bu tenglamadan N ni topamiz:

$$N = \frac{nkhc}{e\lambda} = \frac{5 \cdot 10^4 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^{-7}} = 931$$

2-masala. To'liq uzunligi $\lambda=663$ nm bo'lgan monoxromatik nur tik xolda, yassi oyna sirtiga tushmoqda. Nurlanish oqimi $\Phi_a=0,6$ Vt:

- 1) Shu sirtga ta'sir etuvchi bosim kuchini toping;
- 2) Sirtga har bir sekundda tushayotgan fotonlar sonini toping.

Berilgan:

$$\lambda=663 \text{ nm}$$

$$\Phi_a=0,6 \text{ Vt}$$

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

$$P=1$$

Yechilishi: Bosim deb, yuza birligiga ta'sir etuvchi kuchga aytiladi.

$$P = \frac{F}{S} \quad \text{bundan,} \quad F = PS \quad (1)$$

Yorug'lik bosimi esa, quyidagi tenglamadan topiladi:

Topish kerak: F ?, n ?

$$P = E_e(p+I)/c \quad (2)$$

bu yerda, E_e - birlik vaqt ichida, birlik yuzaga tushuvchi energiya miqdori yoki energetik yoritilganlik, c - yorug'lik tezligi, p - yorug'likni qaytarish koeffitsienti. Bu ifodani (1) tenglamaga qo'yib hisoblaymiz:

$$F = \frac{0,6}{3 \cdot 10^8} (1+1) = \frac{1,2}{3 \cdot 10^8} = 0,4 \cdot 10^{-8} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

Bitta fotonning energiyasini fotonlar soniga ko'paytmasi nurlanish quvvatiga teng bo'ladi:

$$\Phi_a = \frac{h \cdot n}{\lambda}$$

bundan,

$$n = \frac{\Phi_a \cdot \lambda}{h \cdot c} = \frac{0,6 \cdot 6,63 \cdot 10^{-7}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 2 \cdot 10^{18} \text{ 1/c}$$

$$\text{Javobi: } F=4 \cdot 10^{-9} \text{ N, } n=2 \cdot 10^{18} \text{ 1/c}$$

3-masala. Kompton energiyasiga asosan, foton elektron bilan to'qnashib, $\theta=90^\circ$ ga sochilgan, sochilgan fotonni energiyasi $\varepsilon_2=0,4\text{Mev}$. Fotonni sochilishdan oldingi energiyasini toping.

Berilgan:

$$\theta = 90^\circ$$

$$\varepsilon_2 = 0,4 \text{ Mev.}$$

$$h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$m_0=9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

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

Yechilishi: Kompton formulasidan foydalanamiz

$$\Delta\lambda = 2 \frac{h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ - to'liq uzunligi o'zgarishi, m_0 - elektronni tinch holatidagi massasi. To'liq uzunliklarini energiya orqali ifodalaymiz:

Topish kerak: ε_1 ?

$$\frac{hc}{\varepsilon_2} - \frac{hc}{\varepsilon_1} = \frac{hc}{m_0 c^2} 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

h_0 ga qisqartirib, ε_1 ni topamiz:

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_2 m_0 c^2}{m_0 c^2 - \varepsilon_2 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}$$

Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$\varepsilon_1 = \frac{0,4 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 - 0,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot \sin^2 \left(\frac{90}{2} \right)} = 1,85 \text{ Mev}$$

30-§. YORUG'LIKNING KVANT TABIATIGA DOIR MASALALAR

1. To'lqin uzunligi 0,2 mkm bo'lgan yorug'lik kvantlari ta'sirida, rux plastinkasidan uchib chiqayotgan elektronlarni, maksimal impulslerini hisoblang. J: $P=3,5 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

2. Massasi tinch holatdagi elektron, massasiga teng bo'lgan fotonning, yorug'lik to'lqin uzunligini toping. J: $\lambda=2,3 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

3. Fotonga muvofiq, keladigan to'lqin uzunligi $160 \cdot 10^{-4} \text{ A}^0$ bo'lsa, uning energiyasi va harakat miqdorini toping.

J: $E=12,4 \cdot 10^{-22} \text{ J}$; $P=4,14 \cdot 10^{-30} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

4. $\varepsilon=4,9 \text{ eV}$ energiyali yorug'lik kvantlari $A=4,5 \text{ eV}$ ish bajargan holda, metallan elektronlarni uzib chiqaradi. Har bir elektron uchib chiqayotganda, metall sirtiga berilgan maksimal impulsni toping.

J: $P=3,45 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

5. Ikki atomli gaz malekulasining kinetik energiyasi, qanday temperaturada to'lqin uzunligi $\lambda=5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ bo'lgan, foton energiyasiga teng bo'ladi. J: $T=9800^\circ \text{K}$

6. Rux metall uchun, fotoeffektning qizil chegarasi $\lambda_0=310 \text{ nm}$ ga teng. Agar, rux metallan yasalgan plastinkaga, to'lqin uzunligi $\lambda=200 \text{ nm}$ yorug'lik tushayotgan bo'lsa, ajralib chiqqan elektronning maksimal tezligi qanday bo'ladi? J: $v=9 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

7. Kaliy to'lqin uzunligi, $\lambda=150 \text{ nm}$ bo'lgan yorug'lik bilan yoritilganda, chiqadigan fotoelektronning maksimal kinetik energiyasini toping. J: $E_K=10,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

8. Katodi litiydan yasalgan fotoelementga, to'lqin uzunligi $\lambda=200 \text{ nm}$ bo'lgan yorug'lik tushganda, chiqadigan elektronlarni tutuvchi potentsiallar farqini eng kichik qiymatini toping. J: $U=4,7 \text{ V}$

9. Metall sirtiga ultrabinafsha nuri ($\lambda=0,25 \text{ mkm}$) yo'naltirilganda, hosil bo'lgan fototok tutuvchi potentsiallar farqi $U_{\min}=0,96 \text{ V}$ ga teng bo'lganda, to'xtaydi. Fotoelektronning metallan chiqish ishini toping. J: $A=5,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

10. Platina sirtidan chiquvchi fotoelektronlarni tutuvchi potentsial, kattaligi $0,8 \text{ V}$ ga teng. 1) Qo'llanilgan nurlanish to'lqin uzunligi, 2) Fotoeffekt ro'y bergan maksimal to'lqin uzunlik topilsin.

J: $\lambda_1=2040 \text{ \AA}$; $\lambda_2=2340 \text{ \AA}$

11. Metall sirtiga rentgen nuri ($\lambda=1 \text{ nm}$) tushmoqda. Chiqish ishini hisobga olmasdan fotoelektronni maksimal tezligi topilsin.

$$J: 9=2,2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

12. Yorug'lik ta'sirida metaldan ajralib chiquvchi elektronlarni tutuvchi potentsiali 4 V va fotoeffektini qizil chegarasi 0,6 mkm bo'lsa, metall sirtiga tushuvchi yorug'lik to'liqini chastotasi topilsin.

$$J: 15 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

13. Qandaydir metall uchun fotoeffektini qizil chegarasi 0,4mkm ga teng. Ajralib chiqqan fotoelektronni kinetik energiyasi 2eV bo'lsa, metalga tushayotgan foton energiyasini qanday qismi chiqish ishiga sarf bo'ladi? $J: k=25\%$

14. Agar, biror metall sirtiga $2,25 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ chastotali yorug'lik bilan ajralib chiqadigan fotoelektronlar 6,6 V mkm teskari potentsial bilan, $4,4 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ chastotali yorug'lik bilan ajralib chiqadigan fotoelektronlar 16,6 V teskari potentsial bilan butunlay tutilsa, Plank doimiysi h aniqlansin. $J: h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

15. Metall sirtiga chastotasi $\nu=7,3 \cdot 10^{14} \text{ Gs}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik nuri tushmoqda. Shu metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi 560 nm bo'lsa, fotoelektronning maksimal tezligini toping. $J: 9=5,1 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

16. Yassi sirtga intensivligi $I=3,5 \cdot 10^3 \text{ J/m}^2\text{s}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik oqimi $\alpha=60^\circ$ burchak ostida tushmoqda. Agar qaytarish koeffisienti 0,6 ga teng bo'lsa, yassi sirtga berilayotgan normal bosimni toping. $J: P=1,7 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$

17. Yuzasi 100 sm^3 sirt har bir minutda, 63 J yorug'lik energiyasini oladi. Agar, olayotgan yorug'ligini to'liqin yutadi desak, sirtga beriladigan yorug'lik bosimini toping. $J: P=3,5 \cdot 10^{-7} \text{ H/m}^2$

18. P.N.Lebedev tajribalaridan birida, doirachaga tushayotgan monoxromatik yorug'likning ($\lambda=5,6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) quvvati 0,5 J/min ga teng bo'lsa, 1 sek. da doirachani 1 sm^2 yuzasiga tushayotgan fotonlar sonini toping. Yorug'lik to'liqin yutiladi deb qarang.

$$J: N=1,2 \cdot 10^{17} 1/\text{sm}^2\cdot\text{s}$$

19. To'liqin qaytaruvchi sirtga tik tushayotgan yorug'likning bosimi 40 mkPa ga teng bo'lsa, sirtga tushayotgan yorug'lik intensivligini toping. $J: I=4,7 \cdot 10^{-7} \text{ Vt/m}^2$

20. To'liqin uzunligi $\lambda=40 \text{ nm}$ bo'lgan yorug'lik qora sirtga tik tushib, $R=2 \text{ nPa}$ bosim bersa, 1 mm^2 yuzaga 10 sekund ichida tushayotgan fotonlar sonini toping. $J: N=5,9 \cdot 10^{11} 1/\text{s}$

21. Kompton effekti tufayli erkin elektronda, foton $\theta = \frac{\pi}{2}$ burchakda sochilgan. Agar, fotonning sochilishigacha bo'lgan

energiyasi $\varepsilon_1=1,02$ MeV bo'lsa, tepkili elektronning olgan impulsi topilsin. J: $P=5 \cdot 10^{-28}$ kg·m/s

22. Erkin elektronlarda va erkin protonlarda yorug'likni Kompton sochilishidagi to'lqin uzunligining o'zgarishida, maksimal qiymatini toping. J: $\lambda_e=2,42 \cdot 10^{-12}$ m; $\lambda_p=1,4 \cdot 10^{-5}$ m

23. Kompton effekti natijasida energiyasi $\varepsilon_1=1,02$ MeV bo'lgan foton, erkin elektronlardan $\theta=150^\circ$ burchak ostida sochilgan bo'lsa, fotonning energiyasini toping. J: $E=4 \cdot 10^{-14}$ J

24. $\lambda_0=0,708 \text{ \AA}$ to'lqin uzunlikning rentgen nurlari parafinda Kompton hodisasi bo'yicha sochiladi. $\theta = \frac{\pi}{2}$ yo'nalishlarda sochilgan rentgen nurlarining to'lqin uzunligi topilsin. J: $\Delta\lambda=0,024 \text{ \AA}$; $\lambda=\lambda_0+\Delta\lambda$

25. Grafit rentgen nurlarini 60° burchak bilan sochsa (to'lqin uzunligi $2,54 \cdot 10^{-9}$ sm), Kompton sochilishda, rentgen nurlarining to'lqin uzunligi qanday bo'lgan? J: $\lambda_0=242 \text{ \AA}$

31-§. YORUG'LIKNING YUTILISHI VA ISSIQLIK NURLANISHI

Kirhgof qonuni: $R_e = \alpha R_T$

bu yerda, R_e -T temperaturadagi sirtidan chiqayotgan nurlanish energetik yorqinligini, integral qiymati yoki birlik yuzadan chiqayotgan nurlanish energiyasining oqimi. R_T - T temperaturadagi absolut qora jismning nur yutish koeffitsienti.

Stefan - Bolsman qonuni:

$$R_e = \sigma \cdot T^4$$

bu yerda, T - Kelvin shkalasidagi temperatura, σ - Stefan - Bolsman doimiysi. $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-5} \text{ Wt/m}^2 \cdot \text{grad}^4$. Agar, nur sochadigan jism qora bo'lmasa, u holda:

$$R_e = \alpha \sigma \cdot T^4$$

bu yerda, α - nur yutish koeffitsienti, doim birdan kichik bo'ladi.

Nurlanishni energetik yorqinligi R_e , absolut qora jism energetik yorqinligining spektral zichligi r_λ bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$R_0 = \int_0^\infty r_\lambda \alpha \lambda$$

Absolut qora jism energetik yorqinligini maksimal spektral zichligi temperaturasi va to'liq uzunligini funksiyasi bo'lib, Plank formulasidan topiladi:

$$r_{\lambda} = \frac{4\pi^2 c^2 h}{\lambda^2 \left(\theta^{\frac{2\pi hc}{\lambda k T}} - 1 \right)}$$

bu yerda, s - yorug'lik tezligi, k - Bolsman doimiysi, h - Plank doimiysi.

Vinning birinchi qonuni:

$$\lambda_{\max} = \frac{b_1}{T}$$

bu yerda, $b_1 = 2,89 \cdot 10^{-3}$ m·K - Vinning I doimiysi, $\lambda_{\max}$ - energetik yorqinligining spektral zichligining maksimaliga to'g'ri kelgan to'liq uzunlik.

Vinning II qonuni: Absolut qora jism energetik yorqinligining maksimal spektral zichligi, absolut temperaturaning beshinchi darajasiga proporsionaldir:

$$(r_{\lambda})_{\max} = \theta_2 \cdot T^5$$

bu yerda, $\theta_2 = 1,29 \cdot 10^{-5}$ Vt/m³ · grad⁵ - Vinning II doimiysi.

Yorug'lik yutilish qonuni - Buger qonuni:

$$I = I_0 e^{-kx}$$

I - muhitdan (biror bir moddadan) o'tgan yorug'lik intensivligi, I_0 - muhitga tushuvchi yorug'lik intensivligi, x - yorug'likni yo'li (moddani qalinligi), k - yutilish koeffitsienti.

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. Absolut qora jismning nurlanish energiyasini maksimaliga to'g'ri keluvchi to'liq uzunligi $\lambda_0 = 0,58 \cdot 10^{-6}$ m. Nurlanuvchi jism sirtini, energetik yorqinligini toping?

Berilgan:
 $\lambda_0 = 0,58 \cdot 10^{-6}$ m
 $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$
 $\beta_1 = 2,9 \cdot 10^{-3}$

Yechilishi: Stefan - Bolsman qonuniga asosan energetik yorqinligi:

$$R_E = \sigma \cdot T^4 \quad (1)$$

Topish kerak: R_E - ? σ - Stefan - Bolsman doimiysi, T - absolut temperatura T ni Vin qonunidan foydalanib, topamiz:

$$\lambda_0 = \frac{b_1}{T}$$

bu yerda, b_1 - Vin doimiysi,

$$T = \frac{b_1}{\lambda_0}$$

buni (1) tenglamaga qo'ysak:

$$R = \sigma \left(\frac{b_1}{\lambda_0} \right)^4$$

Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$R = 5,67 \cdot 10^{-8} \left(\frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{5,8 \cdot 10^{-7}} \right)^4 = 35,4 \cdot 10^6 \frac{\text{Vt}}{\text{m}^2}$$

2-masala. Cho'g'lanuvchi tolali lampani, nurlanish energiyasining maksimumiga mos keluvchi to'liq uzunligini toping. Cho'g'lanuvchi tolaning uzunligi $l=15$ sm, diametri $d=0,03$ mm. Lampaning quvvati $R=10$ Vt. Cho'g'lanuvchi tola, xuddi kulrang jismga o'xshab, nur chiqaradi, nur yutish koeffitsienti $\alpha=0,3$. Bundan tashqari lampaga berilayotgan quvvatni 20% boshqa jismlarga, issiqlik uzatish va konveksiya usuli bilan uzatiladi.

Berilgan:

$l=15$ sm

$d=0,03$ mm

$P=10$ Vt

$P_1=0,8$ P

$\alpha=0,3$

$b_1=2,9 \cdot 10^{-3}$

$\sigma=5,67 \cdot 10^{-8}$

Yechilishi: Vin qonuniga asosan

$$\lambda_{\max} = \frac{b_1}{T} \quad (1)$$

Tolani temperaturasini Stefan-Bolsman qonunidan topamiz:

$$0,8R = \alpha \sigma T^4 \cdot \pi d l \quad (2)$$

bundan, T ni topib, (1) formulaga qo'yamiz:

Topish

kerak: $\lambda_{\max}$ -?

$$\lambda_{\max} = b_1 \sqrt[4]{\frac{\alpha \sigma \pi d l}{0,8 \cdot P}}$$

$$\lambda_{\max} = 2,9 \cdot 10^{-3} \sqrt[4]{\frac{0,3 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 3,14 \cdot 0,03 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^{-2}}{0,8 \cdot 10}} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

32-§. YORUG'LIKNING YUTILISHI VA ISSIQLIK NURLANISHIGA DOIR MASALALAR

1. Qora jism temperaturasi $T_1=500^\circ$ K. Agar, qizdirish natijasida nurlanish oqimi 5 marta ortsa, jismning temperaturasi T_2 qanday bo'ladi? J: $T_2=750^\circ$ K

2. Agar, absolut qora jismning nurlanishi, energiyasining maksimal qiymati 600 nm to'liq uzunligiga to'g'ri kelsa, temperaturasining T va energetik yorqinligini R_E toping.

$$J: T_2=5000^\circ\text{K}; R_E=36 \cdot 10^6 \text{ Vt/m}^2$$

3. Absolut qora jismning nurlanish quvvati 34 kVt, jism sirti $0,6 \text{ m}^2$ bo'lsa, uning temperaturasini aniqlang. J: $T=1000^\circ$ K

4. Absolut qora jismning nurlanish quvvati 10^5 kVi. Agar, jism yorqinligining maksimal spektral zichligiga to'g'ri keladigan

to'liqin uzunligi $7 \cdot 10^{-5}$ sm ga teng bo'lsa, jismning nur sochuvchi sirtining kattaligi topilsin. J: $S=1,44 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

5. Absolut qora jismning nurlanish quvvati 10 kVt. Nurlanish energiyasining maksimal qiymati to'liqin uzunligining $\lambda_m=0,8$ mkm ga to'g'ri kelsa, nur sochuvchi sirtning yuzasini toping.

$$\text{J: } S=19 \cdot 10^2 \text{ sm}^2$$

6. Agar, nurlanish energiyasining maksimal qiymati to'g'ri keladigan to'liqin uzunligi $\lambda_m=780$ nm bo'lgan spektning qizil chegarasidan, binafsha $\lambda_m=390$ nm chegarasiga siljisa, nurlanish quvvati necha marta va qanday o'zgaradi? J: $P_1/P_2=1/16$ marta

7. Agar, absolut qora jism yorqinligining maksimal spektral zichligi $4840 \text{ \AA}$ to'liqin uzunligiga to'g'ri keladigan bo'lsa, absolut qora jismning 1 sm^2 yuzasidan, 1 sek da, qancha energiya chiqadi?

$$\text{J: } W=7,35 \cdot 10^3 \text{ sm}^2$$

8. 25 vattli elektr lampochkasi, volfram spiralining temperaturasi 2450^0 K. Shu temperaturada, uning energetik yorqinligining absolut qora jism energetik yorqinligiga nisbati 0,3. Spiralning nur sochadigan sirtining kattaligini toping. J: $S=4 \cdot 10^{-5} \text{ sm}^2$

9. Qoraygan shar 27^0 S temperaturaga qadar soviydi. Uning energetik yorqinligining spektral zichligi, maksimumiga tegishli to'liqin uzunligi qancha o'zgaradi? J: $\lambda=0,84$ mkm ga

10. Absolut qora jism $T_1=2900^0$ K temperaturada, shu jismning sovishi natijasida, energetik yorqinligining spektral zichligi, maksimumiga to'g'ri keladigan to'liqin uzunligi $\Delta\lambda=9$ mkm ga o'zgaradi. Jism qanday T_2 temperaturaga qadar sovin?

$$\text{J: } T_2 = \frac{C_1 T_1}{\Delta\lambda T_1 + C_1} = 290^0 \text{ K}$$

11. Agar, biror moddada yorug'likning chiziqli yutilish koeffitsienti 0,69 1/m bo'lsa, yorug'lik intensivligini 2 marta kamayishi uchun, moddani qalinligi qanday bo'lishi kerak?

$$\text{J: } d=1/0,69 \text{ m}$$

12. Agar qizil nur ($\lambda=0,76$ mkm) 0,3 m masofani suvda o'tganda, intensivligi 2 marta kamaygan bo'lsa, shu nurning suvda yutilish koeffitsientini toping. J: $k=2,3 \text{ m}^2/\text{kg}$

13. Qalinligi 0,05mm bo'lgan qutblovchi pardaga monoxromatik yorug'lik ($\lambda=500$ nm) tushadi. Pardadan o'tgan nur intensivligi, tushgan nur intensivligining 40% ni tashkil etadi. Yutilish koeffitsientini toping.

$$J: k=0,2 \cdot 10^5 \text{ m/kg}$$

14. Muayyan to'liqin uzunlikdagi rentgen nurlarini, yarim kuchsizlanishi uchun, aluminiy qalinligini toping. Bu to'liqin uzunlik uchun, aluminiyning massali yutilish koeffitsienti $5,3 \text{ m}^2/\text{kg}$. $J: d=0,5\text{mm}$

15. $0,2 \text{ A}$ to'liqin uzunlikli rentgen nurlari, $0,15\text{mm}$ qalinlikdagi temir qatlamidan o'tganda, intensivligi necha barovar kamayadi? Bu to'liqin uzunlik uchun, temirning massali yutilish koeffitsienti $1,1 \text{ m}^2/\text{kg}$. $J: 3,7 \text{ marta}$.

33 -§. BOR NAZARIYASI

Borning birinchi postulati - barqaror holatda, atom energiya chiqarmaydi. Atomni barqaror holatiga to'g'ri keluvchi muayyan orbitalar mavjud bo'lib, yadro atrofida elektronla shu orbitalar bo'yicha aylanma harakat qiladi. Shu orbitalar radiusi, quyidagi tenglamadan topiladi:

$$mv_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$$

bu yerda, m - elektron massasi, v_n - uning k orbitadagi tezligi, r_n - shu orbitaning radiusi, n - ixtiyoriy butun son (kvan soni).

Borning ikkinchi postulati ko'ra, elektronning bir orbitadan, ikkinchi orbitaga o'tishida, energiya nurlanadi, yoki yutiladi:

$$h\nu = E_n - E_m$$

bu yerda, n va m orbita sonlari.

Vodorot spektri chiziqlariga muvofiq keluvchi chastota ν va to'liqin uzunligi λ ni topishga imkon beruvchi formula, quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = Rc \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

c - yorug'lik tezligi, R - Ridberg doimiysi $R=1,097 \cdot 10^7 \text{ 1/m}$, n va m - orbitalar soni. Agar, vodorotsimon ionlar bo'lsa, tenglama quyidagi ko'rinishda ega bo'ladi:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = RcZ^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

Z - elementni tartib nomeri.

Rentgen nurining chastotasi (Mozli qonuni):

$$\nu = Rc(Z - a)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

bu yerda, Z - anod yasalgan elementning tartib soni, a - ekranlash doimiysi.

Rentgen nurining difraksiyasida Vulf - Bregg tenglamasi o'rinli bo'ladi:

$$2d \cdot \sin \varphi = k \lambda \quad (k=0,1,2,3 \dots)$$

d - kristallning atom tekisliklari orasidagi masofa, φ - rentgen nurlari dastasi bilan atom tekisligi orasidagi burchak.

MASALA YECHISH NAMUNALARI

1-masala. Platinadan yasalgan anoddan chiqayotgan rentgen nurining K_{α} -chizig'iga to'g'ri keluvchi fotonning energiyasi va chastotasini toping.

Berilgan:

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

$$Z = 78$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$n = 1$$

$$\nu = 1$$

$$m = 2$$

$$R = 1,097 \cdot 10^7$$

Topish kerak:

$$\nu - ? \quad \varepsilon - ?$$

Yechilishi: Mozli tenglamasidan:

$$\frac{1}{\lambda} = R(Z - b)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

bu yerda, λ - to'lqin uzunligi, R - Ridberg doimiysi, Z - anod yasalgan elementning tartib soni, ν - ekranlash doimiysi, n - elektronni o'tadigan orbitasining soni. K_{α} -chizig'i uchun $n=1$ ga, $m=2$ ga teng. Yuqoridagi formuladagi λ ni ν orqali ifodalaymiz:

Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$\nu = 1,097 \cdot 10^7 \cdot 3 \cdot 10^8 (78 - 1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 14,6 \cdot 10^{18} \text{ Gs}$$

Fotonning energiyasini $E = h\nu$ tenglamasidan topamiz:

$$E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 14,6 \cdot 10^{18} = 96,8 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

34 -§. BOR NAZARIYASIGA DOIR MASALALAR

1. Birinchi Bor orbitasidagi elektronning kinetik, potensial va to'la energiyasining son qiymatini toping. J: $E_p=13,6\text{eV}$; $E_k=27,2\text{eV}$; $E_f=13,6\text{eV}$

2. Bir karra ionlashgan geliy uchun, birinchi Bor elektron orbitasi radiusini va undagi elektron tezligini toping. J: $r_1=2,66\cdot 10^{-11}\text{m}$; $v=4,37\cdot 10^6\text{m/s}$

3. Bor nazariyasidan foydalanib, vodorod atomining birinchi orbita radiusini, elektronning tezligi va tezlanishini toping.

$$\text{J: } v=2\cdot 10^{-8}\text{m/s}; a=2\cdot 10^6\text{m/s}^2$$

4. Vodorod atomi to'liq uzunligi $\lambda=435\text{ nm}$ bo'lgan fotonni nurlantirsa, shu atomdagi elektronning kinetik energiyasini o'zgarishini toping. J: $E_k=2,56\text{eV}$

5. Agar, atom uyg'ongan holatdan, asosiy holat, ya'ni uyg'onmagan holatga o'tganda, to'liq uzunligi $\lambda=97,5\text{ nm}$ bo'lgan fotonni nurlatsa, vodorot atomidagi elektronning aylanish davri necha marta o'zgaradi? J: 1,3 marta.

6. Vodorod atomida elektron, to'rtinchi energetik sathdan o'tdi, shu vaqt atom chiqargan fotonning energiyasini toping.

$$\text{J: } E=4\cdot 10^{-19}\text{J}$$

7. Osh tuzi kristaliga, rentgen nuri tushmoqda. Atomlar orqali o'tgan tekisliklar orasidagi masofa 280 pm . Shu tekislikka $\theta=65^\circ$ burchak ostida, difraksiyaning birinchi maksimumi kuzatiladi. Rentgen nurining to'liq uzunligini toping. J: $\lambda=504\text{Hm}$

8. Monoxromatik rentgen nuri $\lambda=0,0712\text{ nm}$ csh tuzi (NaCl) ning qirrasidan qaytadi va $7^\circ 18'$ burchak ostida difraksiyaning birinchi maksimumi kuzatiladi. Osh tuzini (NaCl) fazoviy panjarasining qatlamlari orasidagi masofani, atomlar tashkil etgan tekisliklar orasidagi masofasini toping. J: $d=3,5\cdot 10^{-10}\text{m}$

9. Mozli formulasidan foydalanib: 1) temir, 2) mis, 3) molibdendan qilingan anodli trubka beradigan K_α - sariq rentgen nurlarining eng katta to'liq uzunligi topilsin. K-seriya uchun ekranlash doimiyisi birga teng.

$$\text{J: } \lambda_1=1,94\cdot 10^{-10}\text{m} \quad \lambda_2=1,55\cdot 10^{-10}\text{m} \quad \lambda_3=72\cdot 10^{-12}\text{m}$$

10. Vodorod spektrining ultrabinafsha seriyasidagi eng katta to'liq uzunligini toping. J: $\lambda=1,21\cdot 10^{-7}\text{m}$

35 - §. RADIOAKTIVLIK

Dt vaqt ichida parchalanuvchi radioaktiv moddalarning atomlar miqdori mavjud, atomlar miqdoriga proporsional bo'lib, quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$dN = -\lambda N dt$$

bu yerda, λ - radioaktiv parchalanish doimiysi. Bu tenglamani nisbat ko'rinishiga keltirib:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

integral olsak, radioaktiv moddaning parchalanish qonuni kelib chiqadi:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

bu yerda, N -parchalanmagan yadrolar soni, N_0 - boshlang'ich $t=0$ vaqtidagi yadrolar soni.

Yarim yemirilish davri T va parchalanish doimiysi quyidagicha bog'langan:

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Parchalanish doimiysiga teskari miqdor, $\tau = 1/\lambda$ radioaktiv atomning o'rtacha yashash vaqti deb ataladi.

1-masala. Natriyning radioaktiv izotopining $^{25}_{11}\text{Na}$ massasi $0,248 \cdot 10^{-6}$ kg. Yarim yemirilish davri $T=62$ s. Boshlang'ich aktivligini va 10 minut o'tgandan keyingi aktivligini toping.

Berilgan:

$$m_0 = 0,248 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$T = 62 \text{ c}$$

$$t = 10 \text{ min} = 600 \text{ c}$$

Yechilishi: Moddaning aktivligi

$$\alpha = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Izotopni boshlang'ich, ya'ni $t=0$ bo'lgandagi aktivligi:

$$\alpha = \lambda N_0 \quad (2)$$

Topish kerak: α_0 ? α_1 -?

ga teng.

Radioaktiv parchalanish doimiysi:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad (3)$$

Boshlang'ich momentdagi atomlar soni:

$$N_0 = \frac{m_0}{A} N_A \quad (4)$$

bu yerda, A - massa soni, N_A - Avagadro soni. (3) va (4) ni (2) chi tenglamaga qo'yamiz hamda boshlang'ich aktivligini topamiz:

$$\alpha_0 = \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m_0}{A} N_A \quad (5)$$

Izotopni radioaktiv parchalanishi, aktivligi vaqt o'tishi bilan kamayib boradi.

$$\alpha = \alpha_0 e^{-\lambda t}$$

λ ni o'rniga (3) ifodani qo'ysak:

$$\alpha = \alpha_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = \alpha_0 e^{-\ln 2}$$

bo'ladi.

Bizga ma'lumki, $e^{-\ln 2} = 2$ ga teng, natijada

$$\alpha = \alpha_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{\alpha_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$\alpha_0 = \frac{0,693 \cdot 0,248 \cdot 10^{-6}}{62 \cdot 25} \cdot 6,025 \cdot 10^{26} = 66,7 \cdot 10^{17}$$

$$\alpha = \frac{66,7 \cdot 10^{17}}{820,29} = 8,13 \cdot 10^{15}$$

36 - §. RADIOAKTIVLIKGA DOIR MASALALAR

1. Agar, $t=0$ sutka vaqt ichida, radioaktiv izotopning aktivligi, boshlang'ich aktivligiga nisbatan 24% ga kamaygan bo'lsa, yarim yemirilish davrini toping. J: $T=570$ sutka
2. Kobaltni radioaktiv izotopining, $^{60}_{27}\text{Co}$ o'rtacha yashash davrini toping. J: $T=0,26$ yil
3. Litiy izotopi ^7_3Li yadrosining bog'lanish energiyasini toping. J: $E=62,88 \cdot 10^{-13} \text{ J}$
4. Deyteriy ^2_1H yadrosining bog'lanish energiyasini toping. J: $E=3,522 \cdot 10^{-13} \text{ J}$
5. Radioaktiv izotopning har bir million atomlaridan, har bir sekunda 200 atom ajralsa, izotopning yarim yemirilishi davrini toping? J: $T=20$ sutka
6. $^{23}_{11}\text{Na}$ izotop deytронlar (^2_1H) bilan bombardimon qilinganda, β -radioaktiv izotop $^{24}_{11}\text{Na}$ hosil bo'ladi. β -zarracha schyotchigi radioaktiv $^{24}_{11}\text{Na}$ preparat yaqiniga o'rnatilgan. Dastlabki o'lchashda, schyotchik 1 minutda 170 marta impuls bergan, 1 sutkadan keyin esa, 1 minutda 56 marta impuls bergan. Ikkala reaksiyaning tenglamalarini yozing. $^{24}_{11}\text{Na}$ izotopning yarim yemirilishi davrini toping? J: $T=15$ soat
7. Aluminiy izotopi $^{27}_{13}\text{Al}$ α - zarrachalar bilan bombardimon qilinganida, radioaktiv fosfor izotopi $^{30}_{15}\text{P}$ - hosil bo'ladi, keyin bu izotop pozitron chiqarib, parchalanadi. Ikkala reaksiyaning tenglamalarini yozing. Olingan izotopning yarim yemirilish davri 130 sekund bo'lsa, bu izotopning solishtirma aktivligini toping. J: $1,1 \cdot 10^{23}$ parch/s·kg
8. Muayyan radioaktiv preparatning parchalanish soni $\lambda=1,44 \cdot 10^{-3} \text{ 1/s}$. Oradan qancha vaqt o'tgandan so'ng, dastlabki atom miqdori 75% tga parchalanadi? J: 40 sutkadan so'ng.
9. Bir soatda 1g radiydan hosil bo'lgan radonning aktivligi nimaga teng? J: $2,8 \cdot 10^{-8}$ parch/s
10. 1 mkg poloniy $^{210}_{84}\text{Po}$ - aktivligini toping? J: $1,67 \cdot 10^{-8}$ parch/s

ILOVA

I-jadval

ASOSIY FIZIK KATTALIKLAR

Kattalikning nomi	Belgisi	Son qiymati
Erkin tushish tezlanishi	g	$9,81 \text{ m/s}^2$
Tortishish doimiysi	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$
Avogadro soni	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Gazning universal doimiysi	R	$8,31 \cdot \text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
Bolsman doimiysi	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Elektronning zaryadi	e	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ kl}$
Elektronning massasi	m_e	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Protonning massasi	m_p	$1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Elektr doimiysi	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
Magnit doimiysi	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$
Yorug'likning vakuumdagi tarqalish tezligi	c	$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Stefan- Bolsman doimiysi	σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wt}(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
Vinning birinchi siljish qonuni doimiysi	b	$2,89 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
Plank doimiysi	h	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Vodorod atomi uchun Ridberg doimiysi	R	$1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
Birinchi Bor orbitasining radiusi	r_I	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Vodorod atomining ionizasiya energiyasi	ϵ_i	$2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
Massaning atom birligi	m.a.b.	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Faradey soni	F	$9,65 \cdot 10^4 \text{ Kl/mol}$
Neytron massasi	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
α - zarra massasi	m_α	$6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

2- jadval

BA'ZI ASTRONOMIK KATTALIKLAR

Nomlanishi	Son qiymati
Yerning radiusi	$6,37 \cdot 10^6$ m
Yerning massasi	$6,98 \cdot 10^{24}$ kg
Quyoshning radiusi	$6,95 \cdot 10^8$ m
Quyoshning massasi	$1,98 \cdot 10^{30}$ kg
Oyning radiusi	$1,74 \cdot 10^6$ m
Oyning massasi	$7,33 \cdot 10^{22}$ kg
Yerning markazidan, Quyoshning markazigacha bo'lgan masofa	$1,49 \cdot 10^{11}$ m
Yerning markazidan, Oyning markazigacha bolgan masofa	$3,84 \cdot 10^8$ m

3-jadval

BA'ZI QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIK XOSSALARI

Modda	Zichlik 10^3 kg/m^3	Solishtirma Issiqlik Sig'imi $\text{J/kg} \cdot \text{grad.}$	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti $\text{Wt.}/(\text{m} \cdot \text{k})$
Aluminiy	2,7	880	210,0
Kumush	10,7	234	420,0
Qo'rg'oshin	11,4	126	35,0
Qalay	7,3	230	66,0
Muz /0°/	0,9	2090	2,2
Mis	8,9	380	390,0
Platina	21,4	117	70,0
Po lat	7,8	460	50,0

4-jadval

BA'ZI SUYUQLIKLARNING XOSSALARI

Suyuqlik	Zichlik 10^3 kg/m^3	20°C dagi Solishtirma issiqlik sig'imi $\text{J/kg}\cdot\text{grad}$	20°C dagi sirt taranglik koeffitsenti N/m	Qovushoqlik (20°C da) $10^{-4} \text{ N}\cdot\text{s/m}$
Benzol	0,9	1720	0,029	6,30
Gliserin	1,20	2430	0,059	14990,0
Kerosin	0,8	2140	0,024	1800,0
Suv	0,95	4187	0,072	10,0
Simob	13,6	125	0,470	1554
Spirt	0,79	2430	0,022	11,9

5- jadval

BA'ZI GAZLARNING NORMAL SHAROITDA ZICHLIGI VA QOVUSHQOQLIGI

Gaz	Zichligi kg/m^3	Qovushqoqligi MKPa/s
Azot	1,25	17,0
Ammiak	0,77	9,35
Argon	1,78	21,20
Vodorod	0,09	8,52
Geliy	0,18	18,80
Karbonat angidrid	1,97	14,30
Kislorod	1,43	19,80
Havo	1,29	17,10

6- jadval

GAZ MOLEKULARINING EFFEKTIV DIAMETRI

Gaz	Diametri, nm
Azot	0,37
Argon	0,36
Vodorot	0,22
Geliy	0,21
Kripton	0,32
Karbonat angidrid	0,45
Kislorod	0,36
Neon	0,35
Simob	0,30
Xlor	0,54

7-jadval

VAN-DER-VAAL'S DOIMIYLIGI VA T_K , P_K PARAMETRLAR

Modda	$a, \text{Nm}^4/\text{mol}^2$	$b, \text{m}^3/\text{kmol}$	$T_K, ^\circ\text{K}$	$P_K, 10^{-6} \text{Pa}$
Azot	137,0	0,037	126,0	3,40
Argon	136	0,032	151,0	4,87
Vodorod	247,0	0,027	33,0	1,30
Geliy	3,5	0,025	5,2	0,23
Karbonat angidrid	360,0	0,043	304,0	7,40
Kislorod	13,0	0,031	154,0	5,07
Suv bug'i	55,0	0,030	647,0	22,0

8-jadval

BA'ZI QATTIQ JISMLARNING ELASTIKLIK XOSSALARI

Modda	Mustahkamlik chegarasi 10^8N/m	Yung moduli 10^{10}N/m^2
Aluminiy	1,10	6,90
Temir	2,94	19,60
Kumush	2,90	7,40
Qo'rg'oshin	0,20	1,57
Mis	2,45	11,80
Po'lat	7,85	21,60

9- jadval

**DIELEKTRIKLARNING NISBIY VA ABSOLUT DIELEKTRIK
KIRITUVCHANLIGI**

Dielektrik	Nisbiy dielektrik kirituvchanligi	Absolut dielektrik kirituvchanligi. 10^{-12} ф/м
Getinaks	5,0	44,25
Gliserin	39,1	346,04
Kvars	4,5	39,83
Kerosin	2,0	17,70
Moy	5,0	44,2
Mum	7,8	69,03
Olmos	16,5	146,03
Parafin	2,0	17,70
Parafinlangan qoq	2,0	17,70
Pleksiglas	3,5	31,0
Polietilen	3,1	20,36
Slyuda	7,0	62,0
Suv	81,0	716,85
Shisha	7,0	62,0
Shifer	8,0	70,80
Chinni	6,0	53,10
Qahrabo	2,8	24,78
Ebonit	3,0	26,55

10-jadval

**AYRIM O'TKAZGICHLARNING 0°C DAGI SOLISHTIRMA
QARSHILIKLARI (Om·m)**

O'tkazgich	Solishtirma qarshilik	O'tkazgich	Solishtirma qarshilik
Aluminiy	25,8	Qo'rg'oshin	191
Grafit	390	Simob	940
Mis	17	Nihrom	1000
Temir	87	Po'lat	100

11- jadval

Ionlarning gazlardagi harakatchanligi
($10^{-4} \text{ m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)

Gaz	Musbat ionlar	Manfiy ionlar
Azot	1,27	1,81
Vodorod	5,90	8,60
Kislород	1,30	1,80
Havo	1,40	1,90
Hlor	6,50	5,0

12- jadval

Ionlarning elektrolitlardagi harakatchanligi. $\text{m}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$

NO_3^-	6,40
H^+	32,60
K^+	6,70
Cl^-	6,80
Δg^+	5,60

13-jadval

Moddalarning sindirish ko'rsatkichlari

Muz	1,31
Olmos	2,42
Suv	1,33
Skipidar	1,48
Shisha	1,5-1,9
Gliserin	1,47

14-jadval

Elektronlarning metallardan chiqish ishi

Metall	Chiqish ishi	
	10^{-19} J	eV
Volfram	7,20	4,40
Volfram-Seziy	2,56	1,60
Volfram-Toriy	4,21	2,63
Platina-Seziy	2,24	1,40
Platina	8,48	5,32
Kaliy	3,20	2,0
Kumush	7,58	4,74
Litiy	3,84	2,40
Natriy	3,68	2,30
Seziy	3,04	1,90

15-jadval

Ayrim izotoplarning massalari, m.a.b. larda

Izotop	Simvoli	Massasi	Izotop	Simvoli	Massasi
Azot	$^{13}_7N$	13,00574	Litiy	$^{61}_{13}Li$	6,01513
Azot	$^{14}_7N$	14,00307	Litiy	$^{7}_3Li$	7,01602
Azot	$^{15}_7N$	15,00011	Kislrod	$^{16}_8O$	15,99491
Aluminiy	$^{30}_{13}Al$	29,99817	Kislrod	$^{17}_8O$	16,99913
Berilliy	7_4Be	7,01963	Kislrod	$^{18}_8O$	17,99916
Berilliy	9_4Be	10,01354	Magniy	$^{25}_{12}Mg$	22,99914
Berilliy	$^{10}_4Be$	9,91219	Natriy	$^{22}_{11}Na$	21,9944
Bor	9_5B	9,01333	Natriy	$^{23}_{11}Na$	22,987
Bor	$^{10}_5B$	10,01294	Netron	1_0n	1,00867
Bor	$^{11}_5B$	11,00931	Tritiy	3_1H	3,01605
Vodorod	1_1H	1,00783	Uglerod	$^{10}_6C$	10,00168
Geliy	3_2He	3,01603	Uglerod	$^{12}_6C$	12,00000
Deyteriy	2_1H	2,01410	Uglerod	$^{13}_6C$	13,00335
Kaliy	$^{41}_{19}K$	40,96184	Uglerod	$^{14}_6C$	14,0032
Kalsiy	$^{44}_{20}Ca$	43,9554	Qo'rg'oshin	$^{200}_{82}Pb$	205,9744

16-jadval

Ba'zi zarralarning holatdagi massa va energiyalari

Zarra	Massa		Energiya	
	$10^{-27}kg$	m.a.b.	$10^{-10}J$	MeV
Proton	1,672	1,00728	1,50	988,0
Neytron	1,675	1,00867	1,51	939,0
Deytron	3,350	2,01355	3,00	1876,0
Neytral π -mezon	2,410	0,14526	2,16	135,0
α - zarra	6,640	4,00149	5,96	3733,0
Elektron	0,00091	0,00055	0,00082	0,511

ADABIYOTLAR

1. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi, 1-3 tom, T., "O'qituvchi" nashriyoti. 1988y.
2. Ahmadjonov O. Fizika kursi, I-III - tom, Toshkent, O'qituvchi nashriyoti, 1983 -1987 y.
3. Trofimova T.I. Kurs fiziki (rus), M., Vish.shk., 1985g.
4. Volkenshteyn V.S. Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami, T., "O'qituvchi" nashriyoti, 1969y.
5. Chertov A.G., va boshqalar Fizikadan masalalar, (rus), M., 1981y.

MUNDARIJA

So'z boshi	6er
I-bob. Mexanikaning fizik asoslari	4
1-§. Moddiy nuqta kinematikasi	5
2-§. Aylanma harakat kinematikasi	5
3-§. Moddiy nuqta dinamikasi	7
4-§. Mexanik ish va energiya	9
5-§. Qattiq jism aylanma harakatining dinamikasi	11
6-§. Mexanik tebranma harakatlar	12
7-§. Suyuqlik va gazlar mexanikasi	14
8-§. Mexanika bo'limiga doir masalalar	17
II-bob. Molekulyar fizika va termodinamika	25
9-§. Ideal gaz qonunlari	39
10-§. Molekular kinetik nazariya asoslari	39
11-§. Gazlarda ko'chish xodisalari	40
12-§. Termodinamika	43
13-§. Real gazlar	44
14-§. Molekular fizikaga doir masalalar	45
III-bob. Elektr va elektromagnetizm	52
15-§. Elektrostatika	57
16-§. Elektrostatika bo'limiga doir masalalar	57
17-§. O'zgaras tok	69
18-§. O'zgaras tok bo'limiga doir masalalar	74
19-§. Elektromagnetizm	82
20-§. Elektromagnetizm bo'limiga doir masalalar	86
IV-bob. Optika va atom fizikasi	101
21-§. Geometrik optika	114
22-§. Geometrik optika bo'limiga doir masalalar	114
23-§. Fotometriya	120
24-§. Fotometriyaga doir masalalar	122
25-§. Yorug'lik interferensiyasi va difraksiyasi	125
26-§. Yorug'lik interferensiyasi va difraksiyasiga doir masalalar	126
27-§. Yorug'likning qutiblanishi	134
28-§. Yorug'likning qutiblanishiga doir masalalar	136
29-§. Yorug'likning kvant tabiati	139
30-§. Yorug'likning kvant tabiatiga doir masalalar	140
31-§. Yorug'likni yutilishi va issiqlik nurlanishi	145
32-§. Yorug'likni yutilishi va issiqlik nurlanishiga doir masalalar	147
33-§. Bor nazariyasi	150
34-§. Bor nazariyasiga doir masalalar	152
35-§. Radioaktivlik	154
36-§. Radioaktivlikga doir masalalar	155
Ilova	157
Adabiyotlar	158
Mundarija	165
	166

Z.KARIMOV, X.BAXRONOV

**UMUMIY FIZIKA KURSIDAN
MASALALAR TO'PLAMI**

MUHARRIR: MIRKURBANOVA R.A.

Боснига рухсат этилди 28.02.2009й Қогоз ўлчами 60x84, 1/16,
ҳажми 10,4 6.т. 100 нуска, Буюртма № 93
ТИМН Босмахонасида чоп этилди.
Тошкент 700000, Қори-Нобилий кўчаси 39 уй.

THEORY OF THE EARTH

The theory of the earth is a branch of geology which deals with the origin and development of the earth and its various parts. It is a science which seeks to explain the processes which have shaped the earth and its various parts.

The theory of the earth is a branch of geology which deals with the origin and development of the earth and its various parts. It is a science which seeks to explain the processes which have shaped the earth and its various parts.

The theory of the earth is a branch of geology which deals with the origin and development of the earth and its various parts. It is a science which seeks to explain the processes which have shaped the earth and its various parts.