

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
MUHANDISLAR INSTITUTI MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

**«FIZIKA VA KIMYO» KAFEDRASI**

**Sapaev Ibrohim Bayramdurdievich**

**Beknozarova Zamira Farmanovna**

**UMUMIY FIZIKA KURSIDAN MASALALAR  
YECHISH TO‘PLAMI**

*O‘QUV QO‘LLANMA*

**TOSHKENT - 2022**

Ushbu o'quv qo'llanma institut ilmiy-uslubiy kengashining \_\_\_ 2022 yilda bo'lib o'tgan \_\_\_ - sonli majlisida ko'rib chiqildi va chop etishga tavsiya etildi.

### **ANNOTATSIYA**

*Ushbu o'quv qo'llanma Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan fan dasturi asosida yozilgan bo'lib, TIQXMMI 60810500 - Qishloq va suv xo'jaligida energiya taminoti bakalavr yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalarga mo'ljallangan. O'quv qo'llanmada, umumiy fizika kursining bo'limlariga tegishli qisqacha nazariy ma'lumotlar, masalalar yechilish namunalari, mustaqil yechish uchun masalalar, va masala yechishda kerak bo'ladigan o'zgarmas kattaliklar berilgan.*

### **ANNOTATION**

*This textbook is based on a science program approved by the Ministry of Higher and Secondary Special Education and is intended for undergraduate students majoring in TIQXMMI 60810500 - Energy Security in Agriculture and Water Management. . The textbook provides a brief overview of the general physics course sections, problem-solving examples, problems for independent solution, and the variables needed to solve the problem.*

### **АННОТАЦИЯ**

*Этот учебник основан на научной программе, утвержденной Министерством высшего и среднего специального образования, и предназначен для студентов бакалавриата, специализирующихся на TIQXMMI 60810500 - Энергетическая безопасность в сельском хозяйстве и водном хозяйстве. Учебник содержит краткую теоретическую информацию о разделах курса общей физики, примерах решения задач, задачах для самостоятельного решения и переменных, необходимых для решения задачи.*

Tuzuvchilar:

**I. B. Sapaev** PhD. dotsent

**Z. Beknozarova** katta o'qituvchi

Taqrizchilar:

**X.H. Juraev**

O'zFA "FIZIKA-QUYOSH" ICHB, Fizika - texnika instituti kata ilmiy hodimi, f-m.f.d. PhD.

**A.M. Axmedov** TIQXMMI, dotsent.

Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizashiyalash

muxandislari instituti MTU- 2022 yil

## SO'Z BOSHI

*Ilm bo'lmagan joyda, izlanish bo'lmagan joyda hech qanday sohada rivojlanish yuksalish va umuman ushbu sohaning kelajagi bolmaydi.*  
*SH. Mirziyoyev*

O'zbekiston Respublikasida Oliy O'quv yurtlarining asosiy vazifasi, kadrlar tayyorlash milliy dasturi asosida har tomonlama yetuk, jamiyat xayotiga moslashgan va o'z kasbi bo'yicha fanni yuqori saviyada o'zlashtirgan kadrlar tayyorlashdan iboratdir.

Hozirgi paytda davlat andozalari (standartlari) asosida barcha yo'nalishlar bo'yicha bakalavrlar tayyorlash uchun o'quv rejaları va fanlarning namunaviy dasturlari ishlab chiqilmoqda. Unda xalqaro umum ta'lim andozalarining qo'llanilishi yoshlarni o'qitishda o'zbek xalqining boy ma'naviy merosidan, hamda jahonning ilg'or tajribalaridan keng foydalanish imkonini beradi.

Mazkur o'quv qo'llanmani tayyorlashda, O'zbekiston Respublikasi texnika oliy o'quv yurtlarining fizika kafedralarida uzoq yillar davomida to'planilgan tajribalari va rivojlangan xorijiy mamlakatlar oliy o'quv yurtlarining keyingi yillarda qo'llayotgan fizika fanining dasturlaridan foydalanildi.

Fizika fani – tabiat hodisalarining oddiy va umumiy qonuniyatlarini, moddalar tuzilishi va xususiyatlarini, ularning harakati qonuniyatlarini o'rgatuvchi fandır.

«Fizika» so'zi grekcha «physics» - tabiat so'zidan kelib chiqqan, shuning uchun tabiat va texnikaviy fanlarning asosi hisoblanadi.

Fizikaning qonunlari ma'lumotlar va faktlarga asoslangan bo'lib, asosan tajribalarda o'rnatilgan va matematik tilda ifodalangan miqdoriy tenglamalardan iboratdir. Shu sababli u aniq fanlar qatoriga kiradi.

Fizika fanidan masalalar yechish mashg'uloti fizika fanini chuqur o'zlashtirish uchun amaliy mashg'ulotlardan biri bo'lib hisoblanadi.

Ma'ruzalar o'qilganidan so'ng, ularga o'tilgan ma'ruza mavzularini yanada singdirish uchun hamda fanni chuqurroq o'zlashtirish uchun fizika kursidan amaliy mashg'ulotlar olib boriladi. Amaliy mashg'ulotlarida mashqlarni bajarishda yengillik yaratish maqsadida, qo'llanmada masalalarni yechish namunalari, yechishda kerak

bo'ladigan asosiy fizik formulalar hamda ba'zi fizik kattaliklarning son qiymatlari berilgan.

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 bilimgohta o'qiydigan talabalar uchun fizika fanini o'rganishda yordam berishdir.

Talabalarning fizika fanini o'zlashtirish uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi informatsion pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir.

Bu o'rinda shuni ta'kidlash kerakki, muallif talabalarning vaqtini tejash maqsadida imkon boricha mavzuning nazariyasini etarli darajada to'la yoritishga xarakat qilgan. Natijada talaba yanada chuqurroq va atroflicha keng nazariy bilimlarni o'zlashtirishi mumkin.

Muallif qo'llanmani tayyorlashda, birinchidan, talabalarni xozirgi zamon fizikasi yutuqlarini xisobga olgan xolda tayyorlangan amaliy mashg'ulotlari bo'yicha o'zbek tilidagi zamonaviy qo'llanma bilan ta'minlashni, ikkinchidan, bo'lajak muxandislarning fizikaviy qonun, xodisa va jarayonlarni chuqurroq o'rganishlarga, natija olish oddiy uslublarini o'zlashtirishlariga ko'maklashishni o'z oldiga maqsad qilib qo'ydi.

# I BOB. MEXANIKA



Bizni o'rab turgan va ongimizga bevosita hamda bilvosita ta'sir etishi mumkin bo'lgan ob'ektiv borliq **m a t e r i y a** deb ataladi. Materiyaning harakat (o'zgarish) jarayonini tashkil qiluvchi alohida bosqichlarni **h o d i s a l a r** deb ataladi.

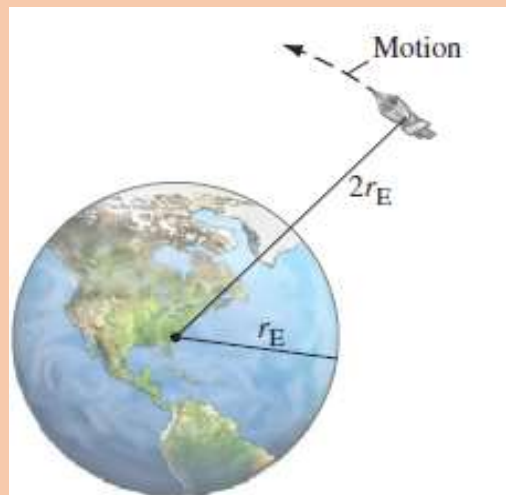
Fizika - tabiat hodisalarining kechish qonuniyatlari va turli hodisalar orasidagi bog'lanishlarni o'rganuvchi fandır. Fizika fanini o'rganish sohasi jonsiz tabiat hodisalaridir.

Fizikaning mexanika bo'limida-jismlarning "harakat va muvozanat" qonunlari o'rganiladi. Materiyaning har qanday o'zgarishi-murakkab harakatdir. Materiyaning eng sodda harakatlaridan biri **mexanik harakat** bo'lib, mexanik harakat deganda jismlarning yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan vaziyatining o'zgarishi tushuniladi (1-rasm).

Mexanika asosan ikki qismga- kinematika va dinamikaga bo'linadi.

**Kinematika**-harakatni uni yuzaga keltiruvchi sabablarni hisobga olmagan holda o'rganadi, ya'ni jismlar vaziyatini aniqlab beradi.

**Dinamika** esa jismlar harakatini yuzaga keltiruvch sababni, ya'ni jismlarning tashqi ta'sirga bo'lgan munosabati qonunlarini o'rganadi. Demak fizikaning dinamika bo'limi-tashqi ta'sir natijasida jismlarning tinch yoki harakatda bo'lishi sababini o'rganadi.



## 1-§. MEXANIKAVIY HARAKAT, MODDIY NUQTA KINEMATIKASI

*Mexanikaviy harakat* deganda berilgan jismning fazodagi vaziyatining vaqt o'tishi bilan boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishi tushuniladi. Harakatdagi jismni kuzatganimizda uning turli vaqtlardagi vaziyatini boshqa biror tinch turgan jismga bog'lamay uning qaerda turganligi haqida fikr yuritish ma'noga ega bo'lmaydi. Harakatning kinematik tavsifi deganda istalgan vaqtda jismning fazodaga vaziyatini boshqa biror jismga nisbatan aniqlash tushuniladi. Jismlar harakati o'rganilayotganda sanoq boshi sifatida ixtiyoriy boshqa qo'zg'almas jismlar olinishi ham mumkin. Harakatdagi yoki tinch turgan jismlarning ixtiyoriy paytda fazodagi vaziyatini aniqlash uchun sanoq boshi bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar tizimi sifatida ko'p hollarda to'g'ri burchakli Dekart koordinatalari tizimidan foydalanish qulay. Ixtiyoriy paytda jismning fazodagi vaziyatini 2 aniqlashda qo'llaniladigan vaqtni o'lchovchi asbob masalan, soat sanoq boshi (O nuqta) bilan bog'liq koordinatalar tizimi sanoq tizimi deyiladi. O nuqta o'rnida bir yoki bir nechta jismlar to'plami bo'lishi mumkin.

Kinematik jarayonlar haqida aniq tasavur hosil qilish uchun "jism" o'rnida "moddiy nuqta" tushunchasini ishlatish ancha qulaylik tug'diradi.

**Moddiy nuqta deb**, ma'lum massaga ega bo'lgan, o'lchami o'rganiladigan masofalarga nisbatan juda kichik bo'lgan jismga aytiladi.

Moddiy nuqtaning harakati davomida fazoda chizgan chizig'i ("qoldirgan izi") uning **traektoriyasi** deyiladi. Traektoriyaning uzunligi moddiy nuqta bosib o'tgan yo'lga tengdir. Traektoriyaning shakliga qarab moddiy nuqta harakati to'g'ri chiziqli yoki egri chiziqli bo'lishi mumkin.

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:

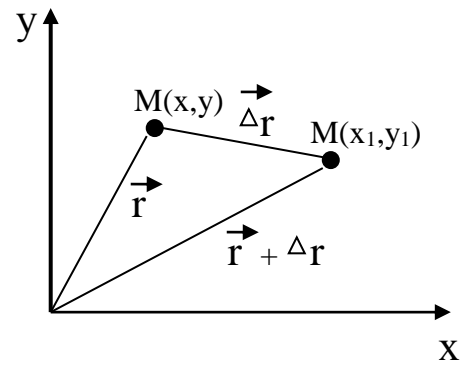
$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

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,  $\Delta S$ - bosib o'tilgan yo'l.

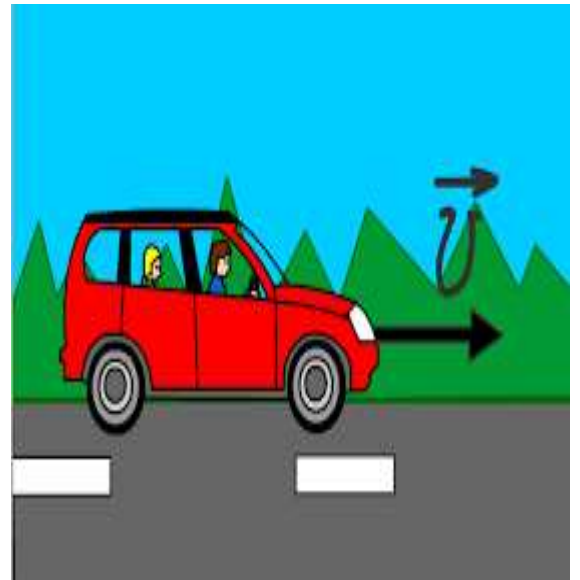
Moddiy nuqtaning (jismning) harakat traektoriyasi har xil – to'g'ri chiziqli, egri chiziqli, xususiyl holda aylana shaklida bo'lishi mumkin.

To'g'ri chiziqpi harakatda traektoriya to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.

To'g'ri chiziqli harakatni alohida ajratib o'rganishimizning boisi shundaki, amalda juda ko'p harakatlar to'g'ri chiziqli harakatdir.

**Moddiy nuqta teng vaqlar oralig'ida teng masofalarni bosib o'tsa, bunday harakat tekis harakat deyiladi.** Moddiy nuqtaning harakati qanday jadallik bilan sodir bo'layotganini tavsiflash uchun **tezlik** degan tushuncha kiritiladi (2-rasm).

**Tezlik.**<sup>1</sup> Tezlik-son jihatidan vaqt birligi davomida bosib o'gilgan yo'lga teng bo'lgan kattaligidir.



2-rasm

**Tezlik** yo'nalishga ham ega bo'lgan kattaligidir, ya'ni u vektor kattaligidir.

Moddiy nuqtaning o'rtacha tezligi:

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



*Ko'chish vaqti  $\Delta t$  cheksiz kamayganda  $\Delta \vec{r}$  ning  $\Delta t$  ga nisbatan intiladigan limitga moddiy nuqtaning oniy tezligi deyiladi:*

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

**Tezlanish<sup>1</sup>.** Harakat davomida tezlik vaqt o'tishi bilan o'zgarib tursa, bunday harakat notekis harakat bo'ladi. Notekis harakat tezlanish degan fizikaviy kattalik bilan tavsiflanadi (xarakterlanadi). Tezlanish deb, tezlikning birlik vaqt davomida o'zgarishini ko'rsatuvchi vektor kattalikka aytiladi.

Moddiy nuqtaning **tezlanishi**:

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

*Ya'ni tezlanish vektori tezlik vektoridan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga yoki ko'chishdan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosilaga teng.*

Agar to'g'ri chiziqli tekis harakat bo'lsa:

$$\mathfrak{V} = \frac{S}{t} = \text{const}, \quad a=0$$

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

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

bunda,  $a$ -tezlanish (tekis tezlanuvchan harakatda  $a>0$ , sekinlanuvchan harakatda  $a<0$ ),  $\mathfrak{V}_0$  - boshlang'ich va  $\mathfrak{V}$  - oxirgi tezliklar.

Tekis va tekis o'zgaruvchan harakatda moddiy nuqtaning koordinatasi:

$$x = x_0 + \mathfrak{V}_0 t, \quad x = x_0 + \mathfrak{V}_0 t + \frac{at^2}{2}$$

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:

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

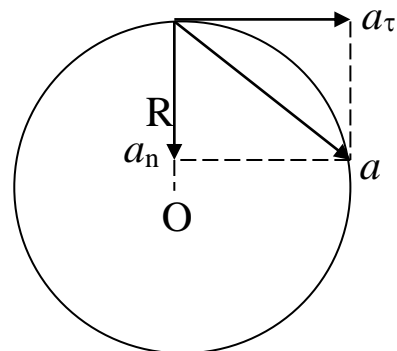
Egri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtaning tezlanishi tangensial  $\vec{a}_\tau$  (urinma) va normal  $\vec{a}_n$  (markazga intilma) tezlanishlar yig'in-disidan iborat

(3-4-rasm):  $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$  yoki skalyar ko'rinishda  $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

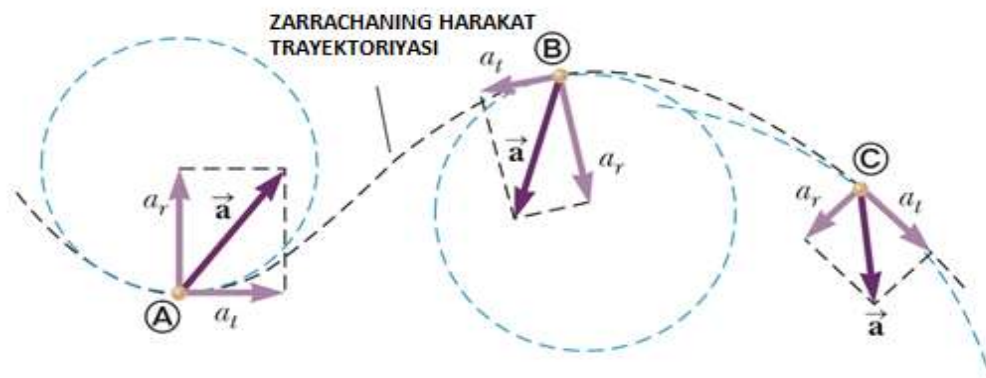
bunda  $\vec{a}_\tau = \frac{d\vartheta}{dt}$  va  $\vec{a}_n = \frac{\vartheta^2}{R} \vec{n}$

bunda,  $\vartheta$ - chiziqli tezlik,  $\vec{n}$  - markazga yo'nalgan birlik vektori,

R – trayektoriyaning egrilik radiusi.



3-rasm

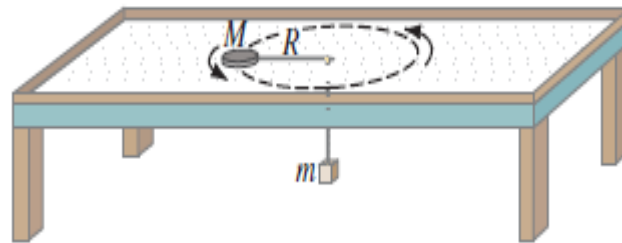


4-rasm. Markazga intilma tezlanish

## 2-§. AYLANMA HARAKAT KINEMATIKASI

**Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakati.<sup>3</sup> Burchak tezlik va burchak tezlanish.**

Moddiy nuqta radiusi  $R$  bo'lgan aylana bo'ylab harakat qilayotgan bo'lsin. Uning harakatini tavsiflash uchun **burchak tezlik va burchak tezlanish** degan tushunchalar kiritiladi (5-rasm).



5-rasm

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

burchak tezlik:,  $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$

bunda,  $\omega_0$  - boshlang'ich,  $\omega$  - oxirgi burchak tezliklar.

Aylana bo'ylab tekis o'zgaruvchan harakatda burilish burchagining vaqtga

bog'lanish tenglamasi:  $\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$

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

Tekis aylanishda:  $\omega = \frac{\varphi}{t}$

Burchak tezligi  $\omega$  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:  $\phi = 2\pi N$  bu erda  $N$  - to'la aylanishlar soni.

Bosib o'tilgan masofa bilan burilish burchagi orasida quyidagicha bog'liqlik mavjud  $\Delta S = R \cdot \Delta \phi$ .

Chiziqli va burchak tezliklar orasidagi bog'lanish tenglamasi:

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

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:

$$a_t = \varepsilon R .$$

U holda to'liq tezlanish:  $a = R \cdot \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$  ga teng.

**ИЛГАРИЛАНМА ВА АЙЛАНМА ҲАРАКАТ КАТТАЛИКЛАРИ  
ОРАСИДАГИ БОҒЛАНИШЛАР**

<p><b>ИЛГАРИЛАНМА ҲАРАКАТ</b></p> $S = \vartheta t$ $\vartheta = \frac{dS}{dt}$ $a = \frac{d\vartheta}{dt}$	$S = \vartheta_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ $\varphi = \omega t \pm \frac{\beta t^2}{2}$	<p><b>АЙЛАНМА ҲАРАКАТ</b></p> $\varphi = \omega t$ $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ $\beta = \frac{d\omega}{dt}$
	$S = R\varphi$	$a_n = \omega^2 R$
	$\vartheta = \omega R$	$a_t = \beta R$

6-rasm

### 3-§. MODDIY NUQTA DINAMIKASI

*Dinamika esa, jismlar harakatini uning kelib chiqish sabablarini bilgan holda o'rganadi. Dinamika asosida Nyuton qonunlari yotadi.*



7-rasm. Isak Nyuton

#### *Nyutonning birinchi qonuni*

Jism o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini tashqaridan boshqa jismlar ta'sir etmaguncha saqlab qoladi.

Jismlarning o'zining tinch holati yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlab qolish xususiyati, jismlarning *inersiya xususiyati* deb ataladi.

Shuning uchun, Nyutonning birinchi qonuni *inersiya qonuni* deb ham ataladi.

#### *Nyutonning ikkinchi qonuni*

Nyutonning ikkinchi qonuni – ilgarilanma harakat dinamikasining asosiy qonuni bo'lib, tashqi qo'yilgan kuch ta'sirida moddiy nuqta yoki jismning mexanikaviy harakati qanday o'zgarishini tushuntirib beradi.

Moddiy nuqta yoki jismga har xil kuchlar ta'sir etganda, tezlanish qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchi qiymatiga proporsionaldir.

$$a \sim F, \quad (m = const)$$

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

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

Bu yerda,  $m\vec{v}$  - moddiy nuqta impulsi;



8- rasm.

*Jism massasini uning tezligiga ko'paytmasini kattalik jism impulsi deb ataladi.*

Massa berilgan jism inertligining o'lchovidan iborat kattalikdir. Jism inertligi deganda, har qanday tashqi ta'sirga nisbatan jismning qarshilik ko'rsatuvchanlik yoki tashqi ta'sirga berilmaslik xususiyati tushuniladi [1].

Agar tashqi kuch  $F=0$  bo'lsa  $\frac{d(m\vec{v})}{dt} = 0$  ham, nolga teng bo'ladi.

Bundan impulsni saqlanish qonuni,  $m\vec{v} = \text{const}$  kelib chiqadi.

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

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

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

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

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:

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

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

### ***Nyutonning uchinchi qonuni***

Moddiy nuqtalarning o'zaro ta'siri xarakterini Nyutonning uchinchi qonuni bilan ifodalash mumkin. Moddiy nuqta yoki jismlarning bir-biriga ta'siri, o'zaro ta'sir kuchlari xarakteriga ega, bu kuchlar moduli bo'yicha teng bo'lib, bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgandir:

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

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:  $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$  bu yerda,  $v_1$  va  $v_2$ - moddiy nuqtalarning to'qnashgunga qadar tezliklari,  $v'_1$  va  $v'_2$  - moddiy nuqtalarning to'qnashgandan so'ng, olgan tezliklari.

### ***Mexanikada uchraydigan kuchlar:***

1. ***Elastiklik kuchi***  $F=-kx$  bunda,  $k$  - elastik koeffitsiyenti (prujinaning bikrligi),  $x$  - absolyut deformatsiya.

2. ***Ishqalanish kuchi*** - jismning boshqa jism sirtida sirpanishiga qarshilik ko'rsatadigan kuch bo'lib, jismning sirtiga normal bo'yicha bergan bosim kuchiga tengdir.

$$F_{\text{ishq}} = \mu N \quad \text{bunda } N - \text{normal bosim kuchi,}$$

$\mu$  - ishqalanish koeffitsiyenti.

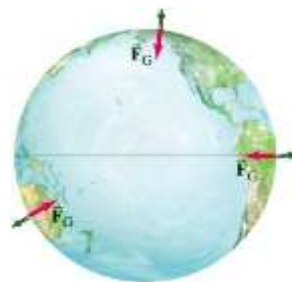
3. ***Og'irlik kuchi***  $P=mg$  bunda,  $g$ - erkin tushish tezlanishi.

Yerning tortish kuchi ta'sirida hosil bo'ladigan kuch ***og'irlik kuchi*** deyiladi va bu kuch jismlarning erkin tushish tezlanishiga bog'liqdir. Shuning uchun bu kuchni jismlarning erkin tushish tezlanishi ta'sirida paydo bo'luvchi ***kuch*** ham deyiladi.

#### 4. Butun olam tortishish qonuni.

Dinamikaning uchta harakat qonunini yoritishdan tashqari, Isaak Nyuton shuningdek planetalarning va oynning harakatini ko'rib chiqqan. Hususan u Oyni Yer atrofida deyarli aylanma harakat qilishi uchun uni ushlab turuvchi kuch tabiati haqida qiziqqan [1].

Yer sirtidagi har bir jism gravitatsiya kuchi  $F_G$  ning ta'sirini sezadi va jism qayerda joylashganligiga qaramasdan bu kuch Yerning markazi tomon yo'nalgan bo'ladi (9- rasm).



9 – rasm.

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

bunda,  $\gamma$  - gravitatsiya 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:

$$v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}} = \sqrt{gR}$$



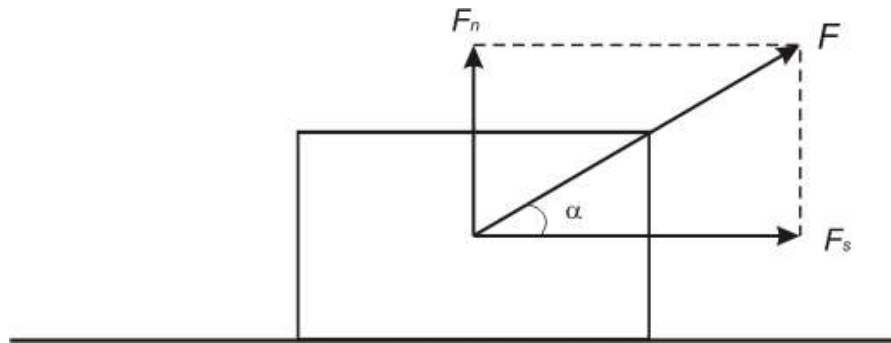
#### 4-§. MEXANIK ISH VA ENERGIYA

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

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

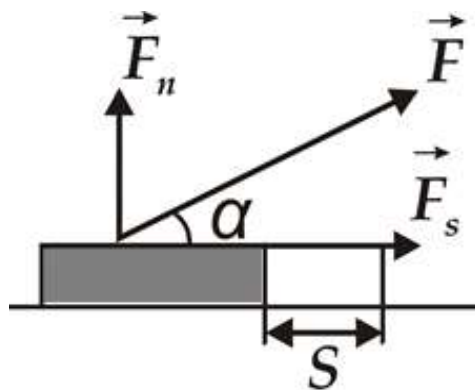
bunda,  $\alpha$  - kuch yo'nalishi bilan ko'chish orasidagi burchak,  $\alpha = 0$  uchun:

$$A = F \cdot S$$



10-rasm.

Umumiy hollarda, kuch moduli va yo'nalishi bo'yicha o'zgarib turishi mumkin.



11-rasm.

*F* kuch ta'sirida to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jismning ko'chishi

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

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

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

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, ilgariylanma harakatlanayotgan jismning kinetik energiyasi:

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

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

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

$$E = E_k + E_n$$

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

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

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 HARAKAT DINAMIKASI

Agar, qattiq jism biror o'zgarmas  $Z$  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:

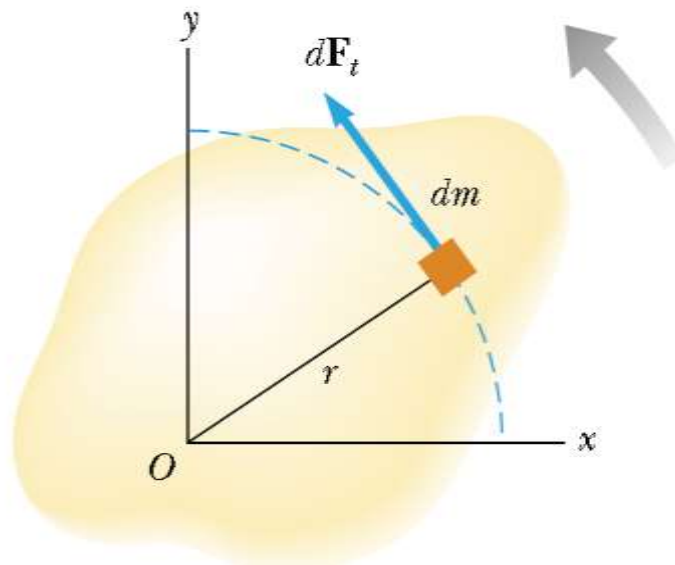
$$\vec{M}_z = \left[ \vec{Fr} \right]_z$$

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

$$M=Fl$$

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 (12-rasm).

$$J=mR^2$$



***12-rasm. Jismning inersiya momenti***

Qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti:

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

bu yerda,  $\Delta m_i$  i-zarrachaning massasi,  $R_i^2$  - aylanish o'qidan i-zarrachagacha bo'lgan

masofa.

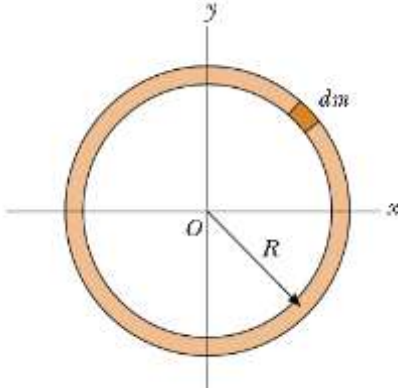
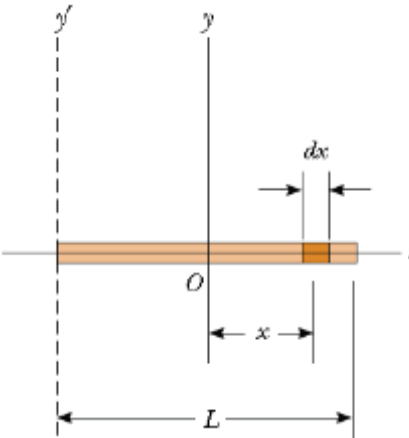
Qattiq jism inersiya momentining integral ko'rinishi:

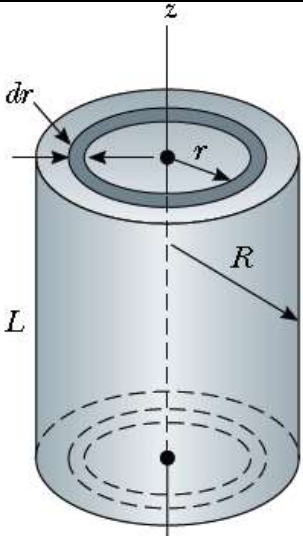
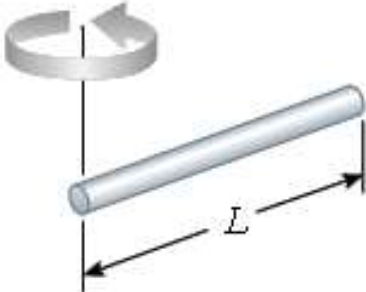
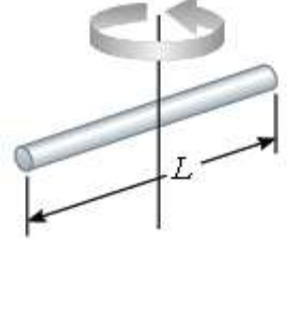
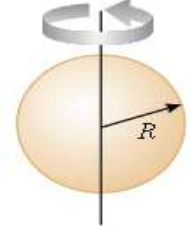
$$J = \int R^2 dm \quad \text{yoki}$$

$$J = \rho \int R^2 dv$$

bunda,  $\rho$  - bir jinsli jismning zichligi,  $dv$  - jism zarrachasining hajmi.

Ba'zi bir jismlarning og'irlik markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momentlari: (13-rasm)

	$I = \lim_{\Delta m_i \rightarrow 0} \sum_i r_i^2 \Delta m_i = \int r^2 dm = \int \rho r^2 dV$ $I_z _{r=R} = \int r^2 dm = R^2 \int dm = mR^2$
	<p>Rasmdan</p> $dm = \lambda dx = \frac{m}{L} dx$ <p><math>r^2 = x^2</math> ni hisobga olgan holda quyidagiga ega bo'lamiz:</p> $I_y = \int r^2 dm = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 \cdot \frac{m}{L} dx = \frac{m}{L} \cdot \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 dx = \frac{m}{L} \cdot \frac{x^3}{3} \Big _{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} =$ $= \frac{m}{3L} \left[ \left( \frac{L}{2} \right)^3 - \left( -\frac{L}{2} \right)^3 \right] = \frac{m}{3L} \cdot \left[ \frac{L^3}{8} + \frac{L^3}{8} \right] = \frac{m}{3L} \cdot \frac{2L^3}{8} = \frac{1}{12} mL^2$

	$dV = L \cdot dS = L \cdot d(\pi r^2) = L \cdot 2\pi r dr,$ $dm = \rho dV = 2\pi \rho L r dr$ $I_z = \int_m r^2 dm = \int_r r^2 (2\pi \rho L r dr) = 2\pi \rho L \cdot \int_0^R r^3 dr =$ $= 2\pi \rho L \cdot \frac{r^4}{4} \Big _0^R = \frac{1}{2} \pi \rho L R^4$ <p>Silindr hajmi <math>V = \pi R^2 L</math> ekanligidan jismning zichligi</p> $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\pi R^2 L}$ <p>ifoda bilan aniqlanadi</p> $I_z = \frac{1}{2} \pi \rho L R^4 = \frac{1}{2} \pi \cdot \frac{m}{\pi R^2 L} \cdot L R^4 = \frac{1}{2} m R^2$
<p>Bir jinsli sterjen</p> 	$1/3 m l^2$
	$1/12 m l^2$
	$2/5 m r^2$

13-rasm

***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:***

$$M = J \cdot \varepsilon$$

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

Inersiya momentining ( $J$ ) burchak tezlikga ( $\omega$ ) ko'paytmasi bilan o'lchanadigan kattalikka ***impuls momenti*** deyiladi:  $L = J\omega$

$L$ - impuls momenti,  $\omega$  - 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 jicmning kinetik energiyasi:***

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

Aylanma harakatdagi jismning ***bajargan ishi:***

$$dA = M d\varphi$$

bunda,  $M$  - kuch momenti,  $\varphi$  - burilish burchagi.

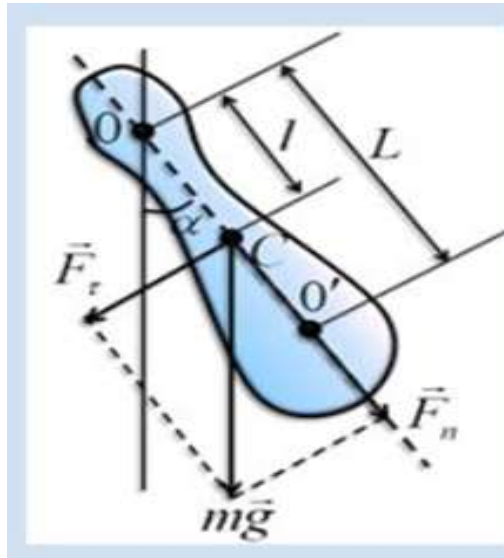
Ilgarilanma va aylanma harakatda bo'lgan jismning ***to'la kinetik energiyasi***

(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



14-rasm. Tebranayotgan jism

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,  $\omega$ - siklik chastota,  $t$  - tebranish vaqti,  $(\omega t + \varphi)$  - tebranish fazasi,  $\varphi$  - 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:

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

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

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.

$$L = \frac{J}{md} \text{ ifoda esa fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi.}$$

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

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), potensial(2) va to'la (3) energiyalari;

$$E_k = \frac{m\dot{x}^2}{2} = \frac{1}{2} mA^2 \omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

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

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

So'nuvchi 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

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

$\beta$  - so'nish koeffitsienti:  $e$  - natural logarifm asosi.



So'navchi tebranishlarning davri:

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

$r$  - qarshilik koeffitsienti.

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:

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

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

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:

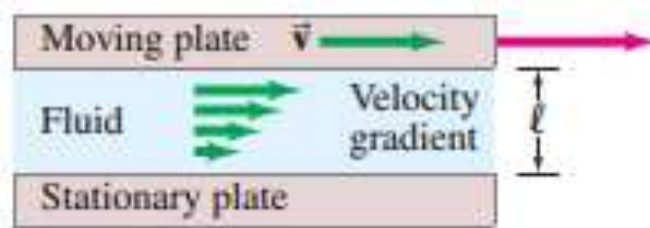
$$A = \frac{F_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}}$$

Majburiy tebranma harakatning differensial tenglamasi:

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

bunda,  $\beta$  - tebranishning so'nish koeffitsienti,  $\omega_0$  - xususiy chastota,  $\omega$  - majburiy chastota,  $F_0$  - majbur etuvchi kuchning amplituda qiymati.

## 7-§. SUYUQLIK MEXANIKASI



15-rasm

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  $\vartheta_1$  va  $\vartheta_2$  oqim tezliklari.

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

$$\frac{\rho \vartheta_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho \vartheta_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2$$

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

Gorizonttal 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,  $\eta$  - ichki ishqalanish yoki yopishqoqlik koeffitsienti,  $r$  - sharning radiusi,  $\vartheta$  - 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,  $\eta$  - yopishqoqlik koeffitsienti.

## MASALA YECHISH NAMUNALARI

**1–Masala<sup>2</sup>. Yuguruvchining o‘rtacha tezligi.** 16-rasmda koordinataning  $x$  o‘qi bo‘ylab harakat qilayotgan yuguruvchining  $3s$  davomidagi  $x_1 = 50.0m$  dan  $x_2 = 30.5m$  gacha bo‘lgan harakati tasvirlangan. Yuguruvchining o‘rtacha tezligi qanday?

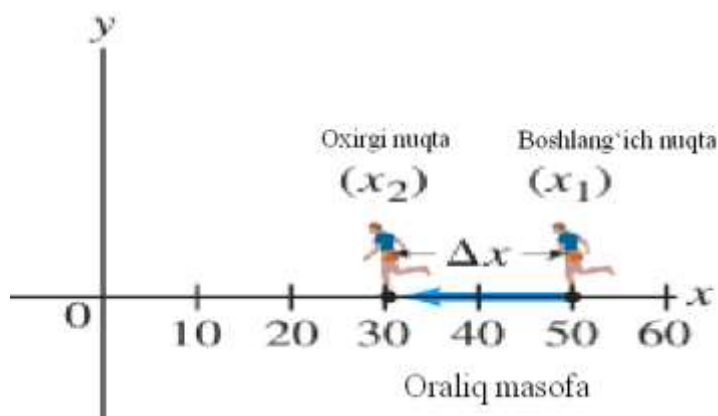
O‘rtacha tezlikni topish uchun ko‘chishni shu ko‘chishga ketgan vaqtga bo‘lish talab etiladi.

**Yechish.** Ko‘chish quyidagicha topiladi

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 30.5m - 50.0m = -19.5m$$

Ketgan vaqt masala shartida berilgani kabi  $\Delta t = 3s$  va o‘rtacha tezlik ifodasidan foydalanib topamiz

$$\Delta g = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-19.5m}{3.00s} = -6.5 \frac{m}{s}$$



**16 - rasm. Odam  $x_1 = 50.0 m$  dan  $x_2 = 30.5m$  gacha yugurmoqda.**

**Uning ko‘chishi  $19.5 m$  ga teng.**

Ko‘chish va o‘rtacha tezlikning manfiylikni yuguruvchining yo‘nalishi, 16-rasmda tasvirlangani kabi,  $x$  o‘qining chap tarafga yo‘nalganligini anglatadi, Yuguruvchining o‘rtacha tezligi chap tarafga yo‘nalgan va  $6.5m/s$  ga teng.

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

Berilgan: Yechilishi: 1)  $x$  koordinatani topish uchun berilgan

$x=A+Bt+Ct^3$  tenglamaga  $A,B,C$  va  $t$  larning qiymatlarini qo'yamiz:

$A=2$ m  $x = 2+ t - 0,5 \cdot t^3$  agar,  $t=2$ s bo'lsa,  $x=(2+2-0,5 \cdot 2^3)=0$

$B=1$ m/s bo'ladi.

$C=-0,5$ m/s<sup>3</sup> Oniy tezlik  $\vartheta$  ni topish uchun  $x$  koordinatadan vaqt

$t=2$ s bo'yicha birinchi tartibli hosila olamiz:

Topish kerak:

$x-?, \vartheta-?, a-?$

$$\vartheta = \frac{dx}{dt} = B + 3Ct^2 \quad \text{Berilgan son qiymatlarinio'rniga}$$

qo'yib hisoblaymiz:  $\vartheta=(1-3 \cdot 0,5 \cdot 2^2)$  m/s =-5m/s

Tezlanishni topish uchun  $\vartheta$  tezlik ifodasidan birinchi tartibli hosila olamiz.

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

Berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'yamiz.  $a=6 \cdot (-0,5) \cdot 2$  m/s<sup>2</sup>=-6m/s<sup>2</sup>

**3-Masala.** Koptok gorizontga nisbatan 40<sup>0</sup> 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:

$\alpha=40^0$

$\vartheta_0=10$  m/s

Yechilishi: Agar, jism gorizontga nisbatan  $\alpha$

burchak ostida otilgan bo'lsa, uning tezligi  $\vartheta_0$  -

ning ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz (2-rasm).

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

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

$\vartheta_x$  - tezlikning gorizonttal yo'nalishi, yo'nalish bo'yicha tashkil etuvchisi.

$\vartheta_y = \vartheta_0 \sin \alpha$  (2)  $\vartheta_y$  - tezlikning vertikal yo'nalishi bo'yicha tashkil etuvchisi.

Harakat jaroyonida  $\vartheta_x$  o'zgarmaydi,  $\vartheta_y$  trayektoriyaning eng baland nuqtasiga

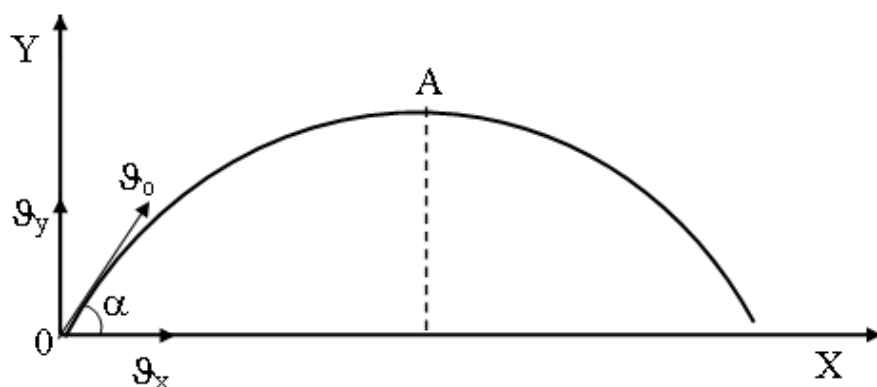
(A nuqtaga) ko'tarilguncha kamayib boradi, ya'ni:

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

Gorizontga nisbatan  $\alpha$  - 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.



17-rasm

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'ptokning ko'tarilish vaqti:  $t_1 = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha}{g}$  va buni (4)-

tenglamaga qo'ysak, maksimal ko'tarilish balandligi  $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$  (5) ga teng

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

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

Gorizontga nisbatan,  $\alpha$  burchak ostida otilgan jismning uchish uzoqligi  $S$  ni topamiz (17-rasmga qarang).

Ma'lumki:  $\vartheta_x = \vartheta_0 \cos \alpha$  u holda,  $S = \vartheta_x t = \vartheta_0 t \cos \alpha$  (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:

$$S = \frac{\vartheta_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{\vartheta_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Kattaliklarining son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

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

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

**4–Masala<sup>1</sup>. Aylanayotgan koptokning tezlanishi.** Ipning uchiga bog‘langan 150 g massali koptok 0,600 m radiusli aylana bo‘ylab tekis, 18–rasmda ko‘rsatilgandek harakatlanmoqda. Koptok sekundiga 2,00 ta aylanadi. Uning markazga intilma tezlanishi qanday?

Markazga intilma tezlanish  $a_n = v^2/r$ . Bizga  $r$  berilgan va biz berilgan radius va chastotadan koptokning tezligini aniqlashimiz mumkin.

**Yechim.** Agar koptok sekundiga 2,00 ta to‘liq aylanasa, u holda 0,500s vaqt intervalida, ya’ni  $T$  davrda bitta to‘liq aylanadi. Bunda bosib o‘tilgan masofa aylananing uzunligi  $2\pi r$  ga teng, bu yerda  $r$  – aylananing radiusi. U holda koptokning tezligi quyidagiga teng bo‘ladi

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 7,54 \text{ m/s.}$$

Markazga intilma tezlanish esa quyidagiga teng bo‘ladi

$$a_n = \frac{v^2}{r} = 94,7 \text{ m/s}^2$$

**5–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 topilsin.

Berilgan:

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

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

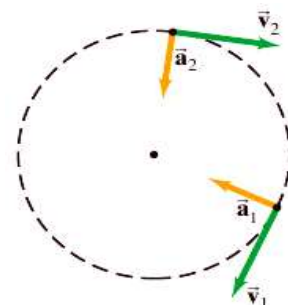
$$t_1 = 4 \text{ s}$$

Topish kerak:  $\omega$  -?;  $\varepsilon$  -?;

$g$  -?;  $a_n$  -?;  $a_\tau$  -?;  $a$  -?

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.

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



18–rasm. Aylana bo‘ylab tekis harakat uchun  $\vec{v}$  va  $\vec{a}$  lar doimo perpendikulyar.

$t_1=4$  s bo'lgani uchun  $\omega=(1+6\cdot 4)$  rad/s= $25$ rad/s

Burchak tezlanish ( $\varepsilon$ ) ni topish uchun, burchak tezlik ( $\omega$ ) dan vaqt bo'yicha

birinchi tartibda hosila olamiz.  $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 6 \text{ рад/с}^2$  (2)

Moddiy nuqtaning chiziqli tezligi bilan burchak tezligi orasidagi vaqtda quyidagicha munosabat mavjud.  $v = \omega R$  (3)

Berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak  $v = 25 \cdot 1,20 = 30 \text{ m/s}$

Normal (markazga intilma) tezlanishni aniqlash uchun  $a_n = \frac{v^2}{R}$  (4)

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

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

Tangensial (urinma) tezlanishni topish uchun  $a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega R)}{dt} = \varepsilon R$  (5)

formuladan foydalanamiz va son qiymatlarini o'rniga qo'ysak

$$a_\tau = 6 \frac{1}{\text{c}^2} \cdot 1,20 \text{ m} = 7,20 \text{ m/c}^2$$

Moddiy nuqtaning to'la tezlanishini aniqlash uchun  $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$  (6)

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

$a = \sqrt{(750 \text{ m/c}^2)^2 + (7,20 \text{ m/c}^2)^2} = 750,1 \text{ m/c}^2$  ga teng ekanligini topamiz.

**6–Masala.** Massasi 1 kg bo'lgan jism 1 m/s tezlik bilan gorizontaal 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:

$m_1=1 \text{ kg}$

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

Yechilishi: Ikkala jism bir-biri bilan

noelastik urilib to'qnashgandan so'ng, bir





integrallab  $\ln \frac{A_0}{A} = \delta \frac{t}{T}$  (2) ni hosil qilamiz va bundan, so'nish logarifmik

dekrementi  $\delta = \frac{T}{t} \ln \frac{A_0}{A}$  bo'ladi. So'nish juda kam bo'lganda, tebranish davri

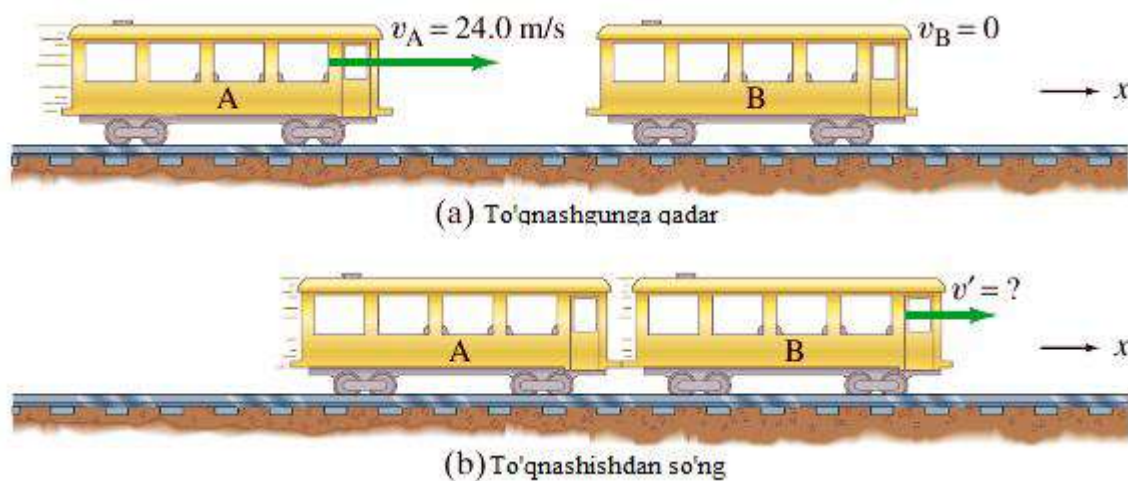
$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  bo'ladi. Shuning uchun so'nish logarifmik

dekrementi:  $\delta = \frac{2\pi}{t} \sqrt{\frac{l}{g}} \ln \frac{A_0}{A}$  bo'ladi (3)

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

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

**8 -Masala.** Vagonlar to'qnashishi: Impulsning saqlanish qonuni.



**19 – rasm. Vagonlar to'nashishi**

10 tonnalik *A* vagon 24,0 *m/s* tezlik bilan harakatlanib, tinch turgan huddi shunday *B* vagon bilan to'qnashadi. Agar to'qnashishdan so'ng vagonlar bir-biri bilan ulansa, u holda ularning natijaviy tezligi qanday bo'ladi? Yuqoridagi rasmga qarang.

Tizimni shunday tanlash kerakki, unda faqat ikkita vagon qatnashsin. Biz juda qisqa vaqt intervalini ko‘ramiz: to‘qnashish boshlanishidan to oxirigacha ishqalanish kuchlarini hisobga olmaymiz. So‘ngra impulsning saqlanish qonunini tatbiq etamiz.

**Yechim.** Boshlang‘ich toliq impuls quyidagicha ifodalanadi

$$P_0 = m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A,$$

chunki boshlang‘ich holatda  $B$  vagon tinch turgan edi ( $v_B = 0$ ). O‘ng tomonga yo‘nalishni  $+x$  yo‘nalish deb olamiz. To‘qnashishdan so‘ng ikkala vagon birlashib qoladi, shuning uchun ularning tezliklari bir xil bo‘ladi. Uni  $v'$  deb belgilaymiz. U holda to‘qnashishdan keyingi to‘liq impuls quyidagiga teng bo‘ladi:

$$p = (m_A + m_B)v'.$$

Biz hech qanday tashqi kuch yo‘q deb faraz qildik, bu holda impuls ozgarmaydi:

$$p_0 = p$$

$$m_A v_A = (m_A + m_B)v'.$$

$v'$  ni topib, quyidagini olamiz

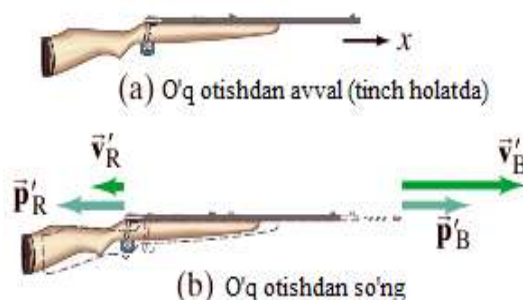
$$v' = \frac{m_A}{m_A + m_B} v_A = \left( \frac{10^5}{10^5 + 10^5} \right) \cdot 24,0 = 12,0 \text{ m/s},$$

To‘qnashishdan keyingi vagonlarning birgalikdagi tezligi  $A$  vagonning boshlang‘ich tezligining yarmiga teng.

**Izoh.** Biz belgilashlarni oxirigacha bir xil ko‘rinishda keltirdik, shuning uchun boshqa holatlardagi tenglamalardan ham foydalanishimiz mumkin.

**Izoh.** Biz yuqurida ishqalanish kuchlarini hisobga olmadik. Nima uchun? Chunki, to‘qnashishgacha va undan keyingi tezlik o‘zgarishini juda qisqa vaqt intervalida olamiz va bu qisqa vaqt oralig‘ida ishqalanish ortib ulgurmaydi, shuning uchun inobatga olinmaydi.

**9–Masala [1]. Miltiqning orqaga tepki berishi.** 20 g massali o‘qni 620 m/s tezlik bilan ota



20–rasm. O‘q otish jarayoni

oladigan 5,0 kg massali miltiqning orqaga tepki berish tezligi hisoblansin (20-rasm).

Miltiq - o'q tizim tepki bosilishidan avval tinch holatda turibdi. Tepki bosilganidan so'ng o'qning gilzasi ichida portlash sodir bo'ladi. O'q stvolni tashlab chiqib ketgan holdagi miltiq va o'q tizimini ko'ramiz (20 b - rasm). O'q o'ngga harakatlanadi (+x), miltiq esa chapga sapchib ketadi. Portlashning juda qisqa vaqt oralig'ida, tashqi kuchni poroxning portlashi hisobiga hosil bo'luvchi kuchning ta'siriga nisbatan kichik, deb faraz qilamiz. Shunday qilib, biz impulsning saqlanish qonunini hech bo'lmaganda taxminan qollashimiz mumkin.

**Yechim.** B indeks o'qni R indeks esa miltiqni ifodalasin; oxirgi tezliklar esa shtrixlar bilan ifodalangan. U holda x o'qi bo'yicha impulsning saqlanish qonuni quyidagicha bo'ladi:

o'q otilgunga qadar impuls = o'q otilgandan keyingi impuls

$$m_B v_B + m_R v_R = m_B v_B' + m_R v_R'$$

$$0 + 0 = m_B v_B' + m_R v_R'.$$

Noma'lum  $v_R'$  o'zgaruvchiga nisbatan yechib quyidagini olamiz

$$v_R' = -m_B v_B' / m_R = -2,5 \text{ m/s}.$$

Miltiqning massasi o'qning massasidan ancha katta bo'lgani uchun, uning (orqaga tepki) tezligi o'qning tezligidan ancha kichikdir. Minus ishora, miltiq tezligining yo'nalishi o'qning yo'nalishiga teskari yo'nalganligini ko'rsatadi [1].

### Reaktiv harakat

$$\begin{aligned} d\vec{p} &= (m + dm) \cdot (\vec{v} + d\vec{v}) - m \cdot \vec{v} - \vec{v}_1 \cdot dm = \\ &= m \cdot \vec{v} + m \cdot d\vec{v} + dm \cdot \vec{v} + dm \cdot d\vec{v} - m \cdot \vec{v} - \vec{v}_1 \cdot dm = \\ &= m \cdot d\vec{v} + dm \cdot \vec{v} - \vec{v}_1 \cdot dm = m \cdot d\vec{v} + (\vec{v} - \vec{v}_1) \cdot dm = m \cdot d\vec{v} - \vec{u} \cdot dm, \end{aligned}$$

$\vec{u} = \vec{v}_1 - \vec{v}$  - o'zgaruvchan massali jismdan ajralgan va undan uzoqlashayotgan zarralarning nisbiy tezlik deb ataladigan unga nisbatan tezligi.

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{\text{tash}} \quad \text{ifodani impulsning o'zgarish qonuniga qo'ysak,}$$

$$d\dot{\mathbf{p}} = m \cdot d\dot{\mathbf{v}} + \dot{\mathbf{u}} \cdot dm.$$

$$\frac{d(m \cdot d\dot{\mathbf{v}} - \dot{\mathbf{u}} \cdot dm)}{dt} = \mathbf{F}_{tash} \Rightarrow m \frac{d\dot{\mathbf{v}}}{dt} - \dot{\mathbf{u}} \frac{dm}{dt} = \mathbf{F}_{tash} \Rightarrow m \frac{d\dot{\mathbf{v}}}{dt} = \mathbf{F}_{tash} + \dot{\mathbf{u}} \frac{dm}{dt}$$

$$\frac{\mathbf{r}}{F_p} = \dot{\mathbf{u}} \frac{dm}{dt}$$

vektor kattalik kuchning o'lchov birligiga ega bo'lib, **reaktiv kuch** deb ataladi.

Siolkovski formulasi chiqarilishi

$$m \frac{d\dot{\mathbf{v}}}{dt} = \mathbf{F}_{tash} + \dot{\mathbf{u}} \frac{dm}{dt} \text{ dan quyidagiga ega bo'lamiz:}$$

$$\mathbf{F}_{tash} = 0 \Rightarrow m \frac{d\dot{\mathbf{v}}}{dt} = \dot{\mathbf{u}} \frac{dm}{dt}$$

Agar  $v_0 = 0$  (raketaning boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lsa), trayektoriya – to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa,  $\dot{\mathbf{v}}$  va  $\dot{\mathbf{u}}$  tezliklar o'zaro qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Raketaning harakati yo'nalishiga proeksiyada quyidagiga ega bo'lamiz:

$$m \frac{dv}{dt} = -u \frac{dm}{dt} \Rightarrow dv = -u \frac{dm}{m} \Rightarrow$$

$$v_p = \int_{v_0=0}^{v_p} dv = -u \int_{m_0}^{m_0-m_n} \frac{dm}{m} = -u \cdot \ln m \Big|_{m_0}^{m_0-m_n} = u \cdot \ln m \Big|_{m_0-m_n}^{m_0} =$$

$$= u \cdot [\ln m_0 - \ln(m_0 - m_n)] = u \cdot \ln \frac{m_0}{m_0 - m_n}$$

bu yerda  $m_0$  - raketaning boshlang'ich (startdagi) massasi,  $m_n$  - yoqilg'ining umumiy massasi.

## 8 -§. MEXANIKA BO'LIMIGA DOIR MASALALAR

1. Velosipedchi balandlikka  $v_1=10$  km/soat tezlik bilan ko'tariladi, pastga esa,  $v_2=15$  km/soat tezlik bilan tushdi. Velosipedchini o'rtacha tezligi nimaga teng bo'ladi?  
J:  $v_{o'r}=12$  km/soat.

2. Velosipedchi bir shahardan, ikkinchi shaharga qarab yo'lga chiqdi. U yo'lning yarmini 24 km/soat tezlik bilan bosib o'tdi. Qolgan harakat, vaqtining birinchi yarmida u 12 km/soat tezlik bilan va ikkinchi yarmida yo'lning oxirigacha, 6 km/soat tezlik bilan piyoda yurdi. Velosipedchining butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi topilsin.

J:  $v_{o'r}=13,1$  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/s<sup>2</sup>;  $S=1500$  m;  $v_{o'r}=100$  m/s

4. Bir avtomobil, 4 m/sek boshlang'ich tezlik va 0,3 m/sek<sup>2</sup> tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilmoqda, ikkinchisi esa, 12 m/sek boshlang'ich tezlik hamda  $-0,5$  m/sek<sup>2</sup> 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;  $v=7$  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/s<sup>2</sup>;  $v_0=1,2 \cdot 10^{-2}$  m/s

6. Agar, poyezd 0,25 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilsa, u 20 s da qanday masofani bosib o'tadi? Tezligi qanday bo'ladi?

J:  $S=50$  m,  $v_0=12$  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:  $v=20$  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:  $v=12$  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:  $v=20$  m/s

13. Ko'lda birinchi kater boshlang'ich tezliksiz  $0,25$  m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan tekis tezlanuvchan, ikkinchi kater esa,  $0,5$  m/s<sup>2</sup> tezlanish va  $7,5$  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:  $v=25$  m/s

15. Vertolyot, o'zgarmas  $0,2$  m/s<sup>2</sup> 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 m, keyingi 5 sekundda esa, 0,80 m yo'l o'tgan. Jismning boshlang'ich tezligi va tezlanishini toping.

J:  $a=0,02 \text{ m/s}^2$ ;  $v_0=0,01 \text{ m/s}$

**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:  $t=0,235 \text{ s}$ ;  $v_1=5,1 \text{ m/s}$ ;  $v_2=0,286 \text{ m/s}$

**18.** Jismning bosib o'tgan yo'lining vaqtga bog'liqligi, quyidagi  $S=At-Bt^2+St^3$  tenglama orqali berilgan, bunda,  $A=1 \text{ m/sek}$ ,  $V=2 \text{ m/sek}^2$  va  $S=3 \text{ m/sek}^3$ . Harakat boshlanishdan 2 s o'tgandan keyin, jismning bosib o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi topilsin. J:  $S=18 \text{ m}$ ;  $v=33 \text{ m/s}$   $a=32 \text{ m/s}^2$

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

**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:  $h=177 \text{ m}$ ;  $v=58,9 \text{ m/s}$

**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 eshitilgan. G'orning chuqurligini va toshning g'or tubidagi tezligini aniqlang. Tovushning tezligi 340 m/sek ga, erkin tushish tezlanishi  $10 \text{ m/s}^2$  ga teng deb oling.

J:  $h=400 \text{ m}$ ;  $v=90 \text{ m/s}$

**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:  $S=250$  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:  $a=1$  m/s<sup>2</sup>

**25.** Gorizonta tekislikda yotgan jism, 4 m/s boshlang'ich tezlik bilan turtib yuborildi. Agar, ishqalanish kuchi ta'sirida jism 1 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan harakatlansa, u 5 s vaqt ichida qanday yo'l bosib o'tadi? J:  $S=8$  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:  $t=7$  s;  $H=240$  m

**28.** Erkin tushayotgan jism oxirgi ikki sekundda 176,4 m yo'l o'tgan. Jism qancha vaqtda tushgan? J:  $t=10$  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?  $g=10$  m/s<sup>2</sup>. J:  $v=-20$  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:  $t=4,4$  s

**31.** Tosh 10 m/s tezlik bilan gorizonta yo'nalishda otildi. Ikki sekund o'tgach, uning normal va tangensial tezlanishi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

J:  $a_n=4,45$  m/s<sup>2</sup>;  $a_\tau=8,73$  m/s<sup>2</sup>

**32.** 20 metr balandlikdan tosh gorizonta 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 gorizont otilgan jism, otilgan joydan gorizont 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  $\varphi$  burchakka og'adi. J:  $\varphi=9^\circ 39'$

**35.** G'ildirakning burilish burchagi  $\varphi=At+Ct^2+Dt^3$  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  $20 \text{ m/s}^2$  ga teng bo'lsa, g'ildirakning radiusini toping. J:  $R=0.5 \text{ m}$

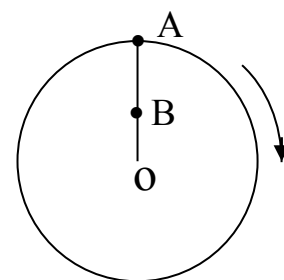
**36.** Radiusi 0,3 m bo'lgan velosiped g'ildiragining aylanish chastotasi 120 ayl/min. Velosiped tezligini toping (m/s). J:  $\vartheta=3,8 \text{ m/s}$

**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.

$$J: \omega=26 \text{ rad/s}; \varepsilon=18 \text{ rad/s}; \vartheta=2,6 \text{ m/s}; a_n=67,6 \text{ m/s}^2; a_\tau=33,8 \text{ m/s}^2$$

**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 (21-rasm).



**21-rasm**

J:  $a=98,6 \text{ m/s}^2$ ,  $a_1=49,3 \text{ m/s}^2$ ,  $\omega=31,4 \text{ rad/s}$

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

**41.** Massasi 4,9 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  $m_2=1 \text{ kg}$  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  $800 \text{ m/sek}$  tezlik bilan chiqadi va 2 sekunddan so'ng uning tezligi  $300 \text{ m/sek}$  ga tenglashadi. O'qning uchishini sekinlashtiruvchi kuchning o'rtacha kattaligini toping. J:  $F=2,5 \text{ H}$

**47.** Tekis gorizont 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:  $a=0,8$  m/s;  $F=42$  H

**48.**  $F = 102$  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:  $a=0,2$  m/s<sup>2</sup>;  $R=980$  N,  $F=979,2$  F

**49.** Arqon yordamida yuk 19,6 m/s<sup>2</sup> 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 m/s<sup>2</sup> tezlanishda pastga tushirish mumkin?

J:  $m=480$ 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<sup>0</sup> burchak hosil qiladi. Tosh bilan tepalik sirti orasidagi ishqalanish kuchini toping. J:  $F=7,1 \cdot 10^{-2}$  H

**51.** Massasi  $m_1 = 10$  kg va tezligi  $\vartheta_1 = 4$  m/s bo'lgan shar massasi 4 kg va tezligi  $\vartheta_2 = 12$  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 gorizont 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,  $v_1=10$  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:  $v_1'=-6$  m/s;  $v_2'=4$  m/s

**54.** Massasi 25 kg bo'lgan va 40 m/s tezlik bilan gorizontol 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 qilar edi? J:  $v=3,3$  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:  $v=4,94$  km/soat;  $v=0$ .

**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  $\Delta\ell = 8$  sm ga siqilgan. O'qning pistoletdan chiqib ketish tezligini toping. J:  $v=40$  m/s

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

**60.** Ipga bog'langan 2 kg massali jism  $2,5$  m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Ipnning taranglik kuchini toping (N).  $g=10$  m/s<sup>2</sup>. 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  $v_x=10+2t$  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?  $g=10m/s^2$ . J:  $a=5$   $m/s^2$

**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:  $v=1,2$  m/s

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

J:  $v=4$  km/s

**67.** Gorizontal tekis yo'lda avtomobil  $2$   $m/s^2$  tezlanish bilan harakat qilmoqda. Massasi 65 kg bo'lgan odam, o'rindiqlik 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?  $g=10m/s^2$ . J:  $T=9,6$  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 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:  $W_p=353$  J;  $h=7,4$  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  $N_1=28,7$  kVt va  $N_2=6,6$  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 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:  $v=1$  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 J

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

**81.** Gorizonttal yo'lda 2000 tonnali poyezdni, 20 m/s tezlik bilan harakatlantirayotgan teplovozning quvvatini aniqlang (MVt).  $g=10$  m/c<sup>2</sup> va ishqalanish koeffitsiyentini 0,05 ga teng deb hisoblang. J:  $N=20$  MVt

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

**83.** Massasi 8 kg bo'lgan, o'z og'irlik markazidan o'tgan, o'q atrofida aylanayotgan bir jinsli diskning radiusi,  $R=0,3$  m va uning aylanish burchak tezligining vaqtga bog'lanishi,  $\omega=A+Bt$  tenglama orqali berilgan. Bunda  $B=10$  rad/s<sup>2</sup>. Disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish kuchini hisobga olmag. J:  $F=12$  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:  $\varepsilon=10,7$  rad/s<sup>2</sup>,  $t=70,4$  s.

**85.** 15 ayl/s chastota bilan aylanayotgan g'ildirakning inersiya momenti, 150 kg·m<sup>2</sup> 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:  $M_{\text{tor}}=471$ N·m,  $N=225$

**86.** Uchiga massasi 8 kg bo'lgan yuk osilgan ip,  $R=0,3$  m radiusli barabanga o'ralgan. Agar, yuk pastga  $a=1,5$  m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan tushayotgan bo'lsa, barabanning inersiya momenti topilsin. J:  $J=4$ kg·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:  $J=0,01$ kg·m<sup>2</sup>,  $M_{\text{tor}}=0,14$  N·m

**88.** Diametri 10 sm va massasi 0,3 kg bo'lgan shar, gorizontal tekislikda, 5 ayl/s chastota bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Sharining 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,  $n = 2$  ayl/s ga mos tezlik bilan aylanadi. Sharining 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:  $\varepsilon = -0,21 \text{ rad/s}^2$ ;  $M_{\text{tor}} = 0,84 \text{ N}\cdot\text{m}$ ;  $A = 946,5$ ,  $N = 179,4$

**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 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 pallasi, osilgan prujinaning vertikal tebranishlar davri 1 sekundga teng. Agar pallaga qo'shimcha yuk qo'yilganidan keyin, vertikal tebranishlar davri 1,2 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, prujinaning 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  $\varphi_0=\pi/3$  bo'lsa, bu jismning harakat tenglamasini yozing.

$$\text{J: } x=0,04\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

**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.

$$\text{J: } \chi=0,023$$

**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:  $t=120 \text{ s}$

**102.** Chastotasi 3 Gs, tebranishlarning boshlang'ich fazasi  $\varphi_0=\pi/4$  va amplitudasi  $A=5 \text{ sm}$  bo'lgan, garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing.

$$\text{J: } x=5\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ sm}$$

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

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

$$\text{J: } l=2,5 \text{ sm}$$

**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.

$$\text{J: } T=0,6 \text{ s}$$

**106.** Tebranish amplitudasi 5 sm va davri 0,02c bo'lgan garmonik tebranishning

tenglamasini tuzing. J:  $x=0,05\sin 100\pi t$

Massasi 1 kg bo'lgan yuk, tik turgan prujina ustiga qo'yilganda, u 10 sm siqildi. Prujinaning bikirligi qanday (N/m)? J:  $k=100$  N/m

**107.** 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:  $A_2=9$  J

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

**109.** 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.

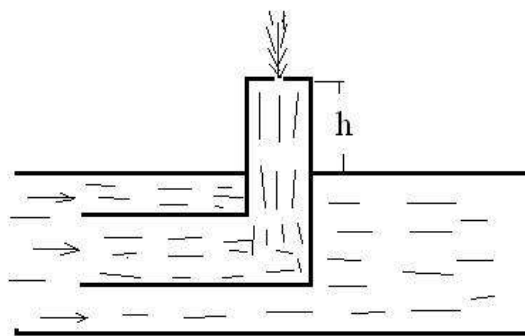
J: Ikkala holda ham, suv oqimi 0,4 m nariga borib tushadi.

**110.** 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:  $v=3$  m/s

**111.** 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  $\lambda=22$  sm, ichki radiusi  $r=0,50$  cm. Suvni nay devoriga beradigan reaksiya kuchining momentini 0 nuqtaga nisbatan aniqlang. J:  $M=0,7$  N·m

**112.** Bukilgan nay suv oqimiga qarshi qilib tushirilgan (23-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? J:  $h_1=0,2$  m



23-rasm

**113.** 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:  $R=1,38 \cdot 10^6 \text{ Pa}=13,8 \text{ atm}$

**114.** 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 sekunda, 0,2 l suv quyib boriladi. Bunda, idishdagi suvning sathi  $h=8,3 \text{ sm}$  balandlikda o'zgarmasdan qolishi uchun, idish tubidagi teshikning diametri qanday bo'lishi kerak. J:  $d=1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

**117.** Silindr idishga, massalari miqdori jihatdan teng bo'lgan simob va suv quyilgan. Ikkala suyuqlik qatlamining umumiy balandligi  $h_0=50 \text{ sm}$  ga teng. Suyuqliklarni idish tubiga ko'rsatgan P bosimi topilsin. J:  $P=0,73 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

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

**119.** Gorizontaal yo'nalgan suv oqimi, vertikal devorga uriladi. Suvning oqish tezligi  $\vartheta=10 \text{ m/s}$  va suv  $S=4 \text{ sm}^2$  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:  $F=4 \text{ N}$

**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,  $7,4 \cdot 10^3 \text{ m}$  ko'tariladi. Ingichka naydagi suv ustunining balandligini aniqlang. Simob va suvning zichliklari  $\rho_1=13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  va  $\rho_2=1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  ga teng. J:  $h=0,2 \text{ m}$

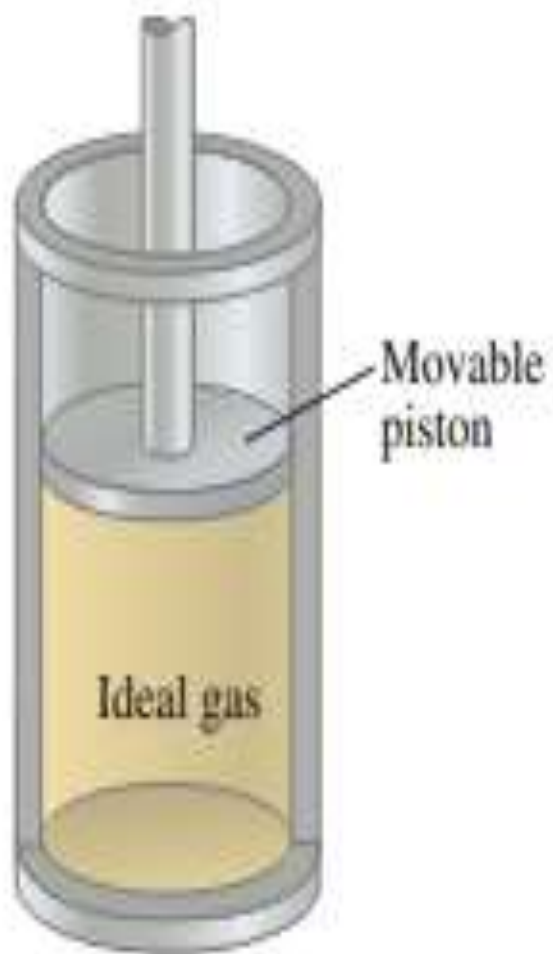
**121.** Dinamik yopishqoqligi  $D=1,0 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$  ga teng glitserin quyilgan idishning yon sirtiga, radiusi  $r=1,2 \text{ mm}$  va uzunligi  $l=18 \text{ sm}$  bo'lgan kapilyar naycha o'rnatilgan. Idishdagi gliserinning sathi, kapillar naychadan  $h=0,25 \text{ m}$  balandlikda o'zgarmas holda saqlanadi. Kapillar naychadan  $10 \text{ sm}^3$  glitserin oqib chiqishi uchun qancha vaqt kerak bo'ladi? J:  $t=880 \text{ c}=14,6 \text{ min}$

**122.** Agar, bo'yoq pultidan  $25 \text{ m/s}$  tezlik bilan suyuq bo'yoq oqib chiqayotgan bo'lsa, kompressor bo'yoq pultida qanday bosim hosil qiladi? Bo'yoqning zichligi  $0,8 \text{ g}/\text{sm}^3$  ga teng. J:  $P=2,5\cdot 10^5 \text{ Pa}$

**123.** Quvurning keng qismida suvning oqish tezligi  $1 \text{ m/s}$  bo'lsa, uning diametri 2 marta kichik bo'lgan tor qismida, suvning oqish tezligi qanday bo'ladi (m/c)?

J:  $v_2=4 \text{ m/s}$

## II BOB. MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI



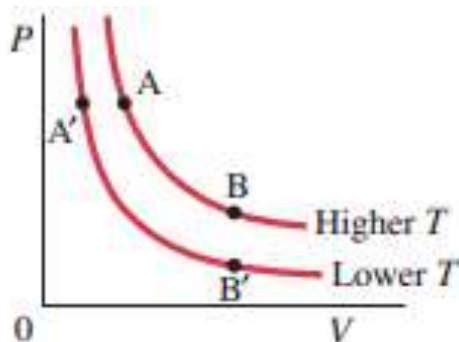
## 9-§. IDEAL GAZ QONUNLARI

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):

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ yoki } P_1V_1 = P_2V_2$$

Bundan,  $PV = \text{const}$



*1-rasm. Har xil temperaturalardagi gazlarning izotermalari. ideal gaz.*

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

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

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

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

**Klapeyron tenglamasi:**  $\frac{PV}{T} = \text{const}$

**Mendeleev-Klapeyron tenglamasi:**  $PV = \frac{m}{\mu} RT$

bunda, P, V - gazning bosimi va hajmi,  $R=8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$  gazning universal doimiyligi,  $\mu$ -bir mol gazning massasi,  $\nu = m/\mu$  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,  $\rho$  - 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.

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

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

$n = \frac{P}{kT}$ . Normal sharoitdagi  $1 \text{ m}^3$  gaz hajmidagi molekular soni - Loshmidt

soni deyiladi: 
$$n_0 = \frac{P_0}{RT_0} = 2,69 \cdot 10^5 \text{ M}^{-3}$$

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,  $i$  - molekullarning erkinlik darajalari.

Gaz molekulasi 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,  $\mu$  - molar massa.

Yerning tortish maydonida balandlik oshgan sari, gaz molekullarning 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:  $C_p - C_v = \frac{R}{\mu}$ ,  $C_p - C_v = R$ ,  $C_p = C_v + R$

## 11-§. GAZLARDA KO'CHISH HODISALARI

Gaz molekularining o'rtacha to'qnashishlar soni:

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

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

Molekular erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi:

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

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,  $\Delta S$  - gaz o'tayotgan yuza,  $\Delta t$ - diffuziya vaqti.

Diffuziya koeffitsienti quyidagiga teng:  $D = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda}$  bunda,  $\bar{v}$  - o'rtacha arifmetik tezlik,  $\bar{\lambda}$  - erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi.

Gaz qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi:  $F = -\eta \left( \frac{\Delta v}{\Delta x} \right) \Delta S$

bunda,  $\eta$  - ichki ishqalanish koeffitsienti,  $\Delta S$  - ishqalanuvchi qatlamlarning yuzasi,  $\Delta v/\Delta x$  - tezlik gradiyenti.

Ichki ishqalanish koeffitsienti:  $\eta = \frac{1}{3} \rho \bar{v} \bar{\lambda}$  bunda,  $\rho$  - gaz zichligi.

Biror  $\Delta S$  yuzasidan  $\Delta t$  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:  $K = \frac{1}{3} \rho \bar{v} \bar{\lambda} c_v$

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

## 12-§. TERMODINAMIKA

**Termodinamikaning birinchi qonuni:**  $Q = \Delta U + A$

bunda,  $Q$ - sistemaga berilgan issiqlik miqdori,  $\Delta U$  - 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,  $\Delta T$  - gaz temperaturasining o'zgarishi,  $i$ - molekulaning erkinlik darajasi,  $\mu$  - 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:**  $\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma$ ,  $\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma - 1}$

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 temperaturalarini.

### 13-§. REAL GAZLAR

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

$$\left( P + \frac{a}{V_0^2} \right) (V_0 - b) = RT \quad \text{bunda, } a \text{ - va } b \text{ - lar}$$

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,  $V_\mu$  - 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,  $290^\circ\text{K}$  temperaturada ballondagi molekular soni qancha bo'ladi?

Berilgan:  $R=5\text{sm}=0,05\text{m}$  Yechilishi: hajm birligidagi molekular soni siyraklangan havo bosimi bilan quyidagicha bog'langan

$R=133 \cdot 10^{-11}$  Pa  $n = \frac{P}{kT}$  (1) formulani  $V$  hajmli havo molekulari uchun

$T=290^0$  K

Topish kerak:  $N$ -? yozadigan bo'lsak, quyidagi formulani hosil

qilamiz,  $N = \frac{PV}{kT}$  (2) bunda,  $N$ - ballondagi molekularning umumiy

soni,  $k=1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K Boltsman doimiysidir.

Ballonning hajmi quyidagiga teng:  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$  (3), (3) ni (2) ga quyib,

ballondagi molekularning umumiy sonini topamiz:  $N = \frac{4\pi R^3 P}{3kT}$  (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: Yechilishi. Ichki ishqalanish koeffitsienti (dinamik yopishqoqlik) quyidagi formula bilan aniqlanadi:  
 $T_0=273^0K$   
 $R=1,01 \cdot 10^5 Pa$   
 $D=1,42 \cdot 10^{-6} m^2/s$   
 $\eta = \frac{1}{3} \bar{v} \cdot \bar{\lambda} \cdot \rho$  (1) bunda,  $\bar{v}$  - molekullarning o'rtacha arifmetik tezligi,  
 $\bar{\lambda}$  - molekula erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi,  $\rho$  - azot gazining berilgan bosim va temperaturadagi zichligi.

Ma'lumki, diffuziya koeffitsienti quyidagicha ifodalanadi:  $D = \frac{1}{3} \bar{v} \cdot \bar{\lambda}$  (2)

(1) va (2) formulalardan quyidagini hosil qilamiz:  $\eta = D \cdot \rho$  (3)

Mendeleev-Klayperon tenglamasidan foydalanib,  $\rho$  ni aniqlaymiz.

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

bundan quyidagi kelib chiqadi:  $\rho = \mu \cdot \frac{P}{RT}$  (5)

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

$\eta = \mu \frac{DP}{RT}$  (6) kelib chiqadi.

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

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

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

**3-Masala.** 2 kg massali kislorod  $2,02 \cdot 10^5 Pa$  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  $5,05 \cdot 10^5 Pa$  gacha ortgan. Gaz ichki energiyasining ortishini, bajargan ishini va unga berilgan issiqlik miqdorini toping.

Berilgan: Yechilishi. Gazning ichki energiyasining

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

$$V_1=1 \text{ m}^3 ; \mu=32 \text{ kg/kmol} ; i=5$$

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

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

Topish kerak:  $\Delta U$  - ?  $\Delta A$  - ?  $\Delta Q$  - ?

o'zgarishi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

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

bu yerda,  $C_v$  - hajm o'zgarmagandagi gazning solishtirma issiqlik sig'imi, u

$$\text{quyidagicha ifodalanadi. } C_v = \frac{iR}{2\mu} \quad (2)$$

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.

$$(2) \text{ ni } (1) \text{ ga qo'ysak } \Delta U = \frac{i}{2} \frac{R}{\mu} m \Delta T \quad (3) \quad \text{hosil bo'ladi. Mendeleev-}$$

Klapeyron tenglamasidan ( $PV = \frac{m}{\mu} \cdot RT$  (4)) foydalanib, gazning boshlang'ich va

oxirgi temperaturasini topamiz.

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

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

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

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

O'zgarimas bosim ostida gazning kengayishi ishi  $A=P(V_2-V_1)$  ga teng. Mendelleev-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

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

Termodinamikaning 1 qonuniga asosan, gazga berilgan issiqlik miqdori:

$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$  bo'ladi. Son qiymatlarini qo'ysak

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

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

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

Berilgan:

Yechilishi. Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan, ya'ni

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

$$PV = \frac{m}{\mu} \cdot RT \quad \text{dan} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \text{ga teng ekanligini}$$

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

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

$$\text{e'tiborga olib, } \rho = \frac{P\mu}{RT} \text{ ni yozamiz.}$$

Topish kerak:  $\rho$  - ?  $W$  - ?

Bunda,  $R$  - 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  $W_0 = \frac{3}{2} kT$

$$k = \frac{R}{N_A} \text{ ni hisobga olsak } W_0 = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$$

Har bir erkinlik darajasiga mos keladigan kinetik energiya miqdori  $W_{or} = \frac{i}{2} kT$  bilan

ifodalanadi.  $N$  ta molekularning 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  $mRT/\mu$  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:

$$W = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{Pa} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 = 15 \text{J} \quad \text{Javob: } \rho = 2,58 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^3.$$

#### 14-§. MOLEKULAR FIZIKA BO'LIMIGA DOIR MASALALAR

1. Gazning hajmini  $0^\circ\text{C}$  dagi hajmidan ikki marta orttirish uchun gazni necha gradusgacha izobar ( $P=\text{const}$ ) qizdirish kerak? J:  $T=273^\circ\text{C}$
2. Gazni  $1^\circ\text{SC}$  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  $0^\circ\text{C}$  da bo'lgan  $4 \text{ m}^3$  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  $17^\circ \text{C}$  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  $27^{\circ}\text{S}$  temperaturada  $90 \text{ kG/sm}^2$  bosimni ko'rsatmoqda. Gaz  $-23^{\circ} \text{C}$  gacha sovutilsa, manometr qanday bosimni ko'rsatadi? Sovutish natijasida, ballon sig'imining o'zgarishi nazarga olinmasin.

J:  $R=0,075 \text{ Pa}$

6. Temperatura  $-13^{\circ}\text{C}$  bo'lganda ballondagi manometr  $90 \text{ kg/sm}^2$  bosimni ko'rsatayotgan bo'lsa, sig'imi  $10 \text{ l}$  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  $5 \text{ sm}$  bo'lgan shisha ballondagi havo bosimi, nasos orqali juda yaxshi siyraklashtirilib,  $133 \cdot 10^{-11} \text{ Pa}$  gacha pasaytirilgan bo'lsa,  $290 \text{ K}$  temperaturada ballondagi molekular soni qancha bo'ladi? J:  $N=1,71 \cdot 10^8$

8. Hajmi  $10 \text{ litr}$  bo'lgan yopiq idishda  $15 \text{ g}$  kislorodning haroratini  $18^{\circ}\text{C}$  dan  $38^{\circ}\text{C}$  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  $20 \text{ kg}$  gazni bosimi  $20 \text{ MPa}$  ga teng. Agar ballondan  $\Delta m$  gaz olinsa, bosim  $5 \text{ MPa}$  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.  $0,024 \text{ kg}$  karbonat oksidi ( $\text{SO}$ ) va  $0,036 \text{ kg}$  karbonat angidrid ( $\text{SO}_2$ ) gazlaridan tashkil topgan aralashmaning o'zgarmas hajm va o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imlarini 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  $10^5 \text{ Pa}$  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.  $17^{\circ}\text{C}$  temperaturada  $25 \text{ g}$  kislorodning issiqlik harakat energiyasi nimaga teng? Bu energiyaning qancha qismi molekularning 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.**  $10^{\circ}\text{C}$  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 molekularining 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  $100^{\circ}$  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 molekularining 1 sekundagi to'qnashishlar soni necha marta kamayadi?

$$J: 2,3 \text{ marta}.$$

**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  $1 \text{ m}^3$  hajmdagi vodorod molekularining sonini toping.

$$J: n = \frac{N_o \eta}{\mu D} = 1,8 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

**18.** Geliy gazining normal sharoitdagi diffuziya koeffitsienti hisoblansin.

$$J: D=8,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

**19.** Vodorod molekularining 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 molekularining o'rtacha kvadratik tezligi topilsin.

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

**21.** Xona temperaturasidagi 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 temperaturasiga 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  $A=400$  J ish bajarilgan bo'lsa, porshen tagidagi vodorod massasini toping. J:  $m=0,224$  gr
25. Hajmi  $V=3$  dm<sup>3</sup> bo'lgan gazning temperaturasi  $T_1=300$  K dan,  $T_2=400$  K gacha qizdiriladi, hajmi temperaturaga proporsional o'zgaradi. Jarayonning oxirida gaz bosim  $P_0=10^5$  Pa ga teng. Shu jarayonda, bajarilgan ishni toping. J:  $A=100$  J
26. Karnoning ideal sovitgichi yordamida, 1 mol geliy gazini temperaturasi  $100^\circ\text{K}$  dan,  $10^\circ\text{K}$  gradusgacha pasaytirish uchun bajarilgan ishni toping. J:  $A=1443$  kal.
27. Karnoning ideal issiqlik mashinasi, har bir siklda  $1,75 \cdot 10^4$  kal ish bajaradi. Isitgichning temperaturasi  $373^\circ\text{K}$ , sovitgichning temperaturasi  $273^\circ\text{K}$ . 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  $473^\circ\text{K}$ , sovitgich temperaturasi  $373^\circ\text{K}$ . Issiqlik mashinasining bir siklda isitgichdan olgan issiqlik miqdori topilsin.  
J:  $Q \approx 4,76 \cdot 10^5$  J
29. Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi, har bir siklda 400 kal issiqlik oladi. Isitgichning temperaturasi  $410^\circ\text{K}$ , sovitgichning temperaturasi  $300^\circ\text{K}$ . Mashinaning bir siklda bajargan ishi va bir siklda sovitgichga bergan issiqlik miqdori topilsin. J:  $A=453,6$  J;  $Q_2=1226,4$  J
30. Karnoning ideal issiqlik mashinasi, har bir siklda  $7,34 \cdot 10^4$  J ish bajaradi. Isitgichning temperaturasi  $100^\circ\text{S}$ , sovitgichning temperaturasi  $0^\circ\text{S}$ . Bir siklda sovitgichga berilgan issiqlik miqdori topilsin. J:  $Q=2 \cdot 10^5$  J
31. Teskari Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal sovitgich mashinasi  $0^\circ\text{S}$  temperaturadagi suvli sovitgichdan,  $100^\circ\text{S}$  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<sup>0</sup>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 1m<sup>3</sup> bo'lgan 1 kmol karbonat angidridining temperaturasi 100<sup>0</sup>S. Gazni real gaz deb hisoblab, uning bosimi topilsin. J:  $R=2.87\cdot 10^6 \text{ Pa}$

**34.** 1 kmol kislorod gazini 27 <sup>0</sup>S temperaturadagi bosimi 10<sup>7</sup> Pa. Berilgan sharoitda geliyni real gaz deb hisoblab, uning hajmi topilsin. J:231 l

**35.** 20<sup>0</sup>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 K

**38.** Ideal gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 10<sup>3</sup>m/c, zichligi 0,6kg/m<sup>3</sup> bo'lsa, gaz bosimi qanday (kPa)? J: R=200kPa

**39.** Ideal gazning temperaturasi 47<sup>0</sup>C va hajmi 25 l. Bosim o'zgarmaganda, hajm 12,5 l ga teng bo'lishi uchun, gazni necha gradusgacha sovitish kerak? J: T<sub>2</sub>=160 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<sub>1</sub>=200 K

**41.** Agar, ideal gazning absalyut temperaturasi 4,5 marta ko'tarilganda, bosim 50% ga oshgan bo'lsa, uning hajmi qanday o'zgargan?

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<sub>2</sub>=1,8 atm.

## III BOB. ELEKTROSTATIKA



## 15-§. ELEKTROSTATISTIKA

*Elektr zaryadlarining saqlanish qonuni:*

$$\sum_{i=1}^N q_i = const \quad \text{yoki,}$$

$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_N = const$  bunda, N - zaryadlar soni.

*Kulon qonuni:*  $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r^3} \vec{r}$  yoki,

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

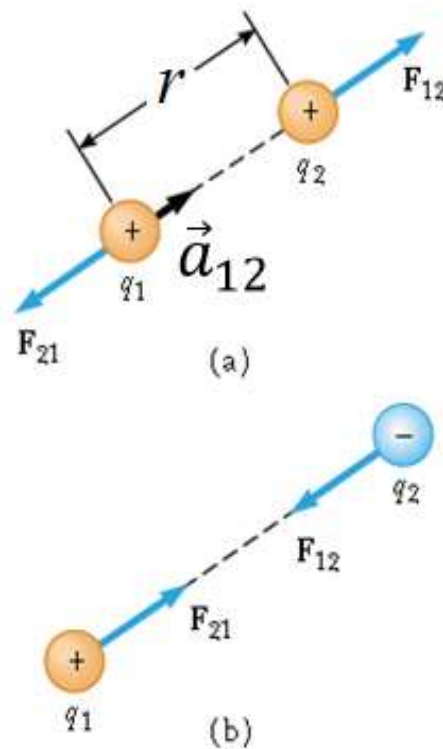
bunda  $|q_1|$  va  $|q_2|$  - nuqtaviy zaryad kattaliklari,

r - zaryadlar orasidagi masofa,

$\epsilon$  - muhitning dielektrik kirituvchanligi,

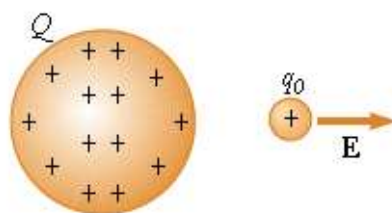
$\epsilon_0$  - elektr doimiysi bo'lib,  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Kl}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$  ga teng.

$\vec{r}$  - bir zaryaddan, ikkinchi zaryadga o'tkazilgan radius vektor.



*1 - rasm. Qo'zg'almas nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi kuch*

Har qanday zaryad o‘zi egallagan fazoda elektr maydoni hosil qilishi bilan, fazoga o‘zgartirish kiritadi. Hosil bo‘lgan elektr maydoni, shu maydonning istalgan nuqtasiga kiritilgan zaryadga, ma’lum bir kuch bilan ta’sir qiladi.



**2 - rasm. Elektr maydoniga kiritilgan sinovchi zaryadga ta’sir etuvchi kuch**

**Elektr maydon kuchlanganligi:** 
$$E = \frac{F}{q}$$

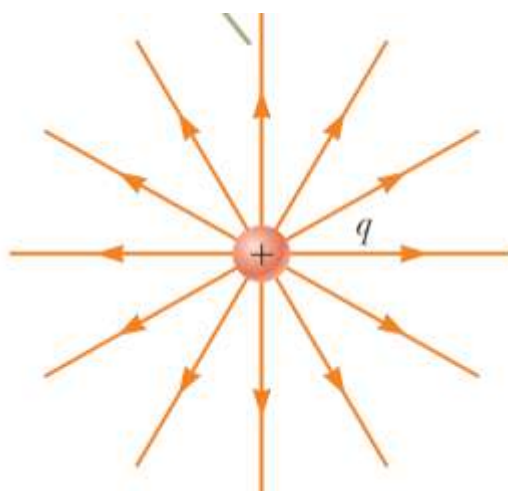
bunda,  $q$  - maydonning berilgan nuqtasiga kiritilgan musbat zaryad kattaligi,  $F$  - zaryadga ta’sir etuvchi kuch (2-rasm).

Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi:

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

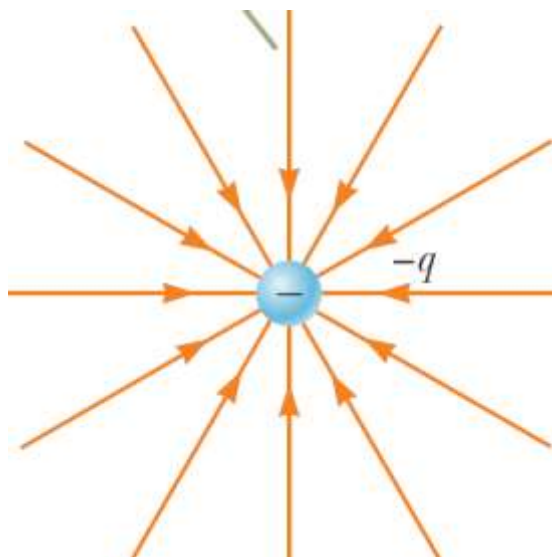
$$E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{q}{r^2}$$

Nuqtaviy zaryad maydon kuchlanganligi chiziqlari radial chiziqlardan iboratdir. Musbat zaryad uchun kuch chiziqlari yo‘nalishi zaryaddan chiqqan bo‘ladi (3- rasm).



**3 - rasm. Musbat nuqtaviy zaryad elektr maydon kuch chiziqlari**

Manfiy zaryad uchun esa, kuch chiziqlari yoʻnalishi zaryadga yoʻnalgan boʻladi (4- rasm). Kuch chiziqlari bir zaryaddan chiqib ikkinchi zaryadda tugaydi.



4- rasm. Manfiy nuqtaviy zaryad elektr maydon kuch chiziqlari

**Elektr dipol momenti:**  $\vec{P} = q \cdot \vec{l}$

$\vec{l}$  - dipol zaryadlari orasidagi masofa yoki dipol oʻqi.

Dipol elektr maydon kuchlanganligi:

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

$\theta$  - dipol oʻqi va radius vektor  $\vec{r}$  orasidagi burchak.

Dipol oʻqi boʻylab yotgan nuqtadagi dipolning hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi:

$\theta=0^\circ$  boʻlganda,

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

Dipol markazidan oʻtgan tik chiziq ustida yotgan nuqtadagi maydon kuchlanganligi:



$$\theta=90^0 \text{ bo'lganda, } \vec{E} = \frac{\vec{P}}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3}$$

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:  $\Phi_f = \int E_n dS$  yoki,  $d\Phi = E_n dS$

Ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan elektr maydon kuchlanganligining oqimi

(Gauss teoremasi) : 
$$\Phi_E = \frac{1}{\epsilon_0\epsilon} \sum_{i=1}^N q_i \text{ yoki, } \int E_n dS = \frac{1}{\epsilon_0\epsilon} \sum_{i=1}^N q_i$$

Zaryadlangan cheksiz tekislikning **elektr maydon kuchlanganligi**:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon} \text{ bu yerda, } \sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S} \text{ zaryadning sirt zichligi.}$$

Har xil ishorali va zaryad zichliklari bir xil bo'lgan, ikkita cheksiz tekislikni hosil

qilgan maydon kuchlanganligi: 
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}$$

Agar  $r=R$  bo'lsa zaryadlangan sferik sirtning elektr maydon kuchlanganligi:

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

Agar,  $r > R$  bo'lsa zaryadlangan sferik sirtning elektr maydon kuchlanganligi:

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

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

bu yerda,  $\tau = \frac{dq}{dl}$  zaryadning chiziqli zichligi.

Dielektrikning qutblanish vektori:  $\vec{P} = \frac{1}{\Delta V} \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$  bu yerda,

$\Delta V$  -maydon hajmi,  $\vec{p}_i = q_i \cdot \vec{l}_i$  - dielektrikdagi dipolning elektr momenti.

Qutblanish vektori bilan maydon kuchlanganligi orasidagi bog'lanish formulasi:

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

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

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

Elektrostatistik maydonning potentsiali:  $\varphi = \frac{W_p}{q}$  yoki  $\varphi = \frac{A}{q}$

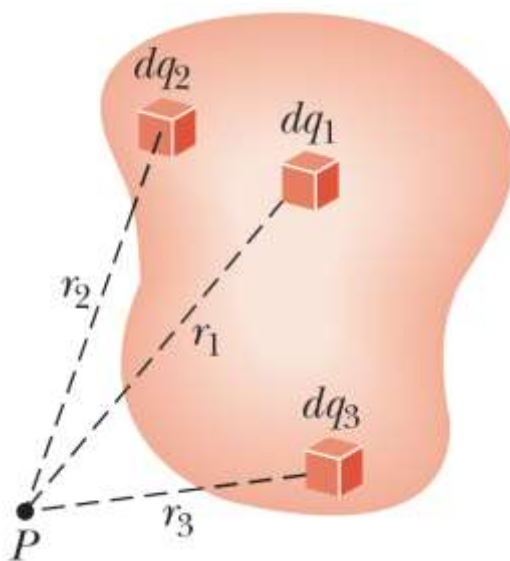
bunda,  $W_p$  - elektrostatik maydonning berilgan nuqtasiga kiritilgan zaryadning, shu maydonda ega bo'la olishi mumkin bo'lgan potentsial energiya,  $A$  - elektr maydon bajargan ish.

Nuqtaviy zaryad maydonining zaryaddan  $r$  - masofadagi potentsiali:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r} \quad \text{Sferik sirt potentsiali: } \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

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

/



5- rasm.  $dq$  - zaryadning  $r$  masofadagi potentsiali

Elektr maydon kuchlanganligi bilan potensial orasidagi bog'lanish formulasi:

$$E = -\frac{d\varphi}{dr} \quad \text{yoki,} \quad E = -\text{grad}\varphi$$

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.

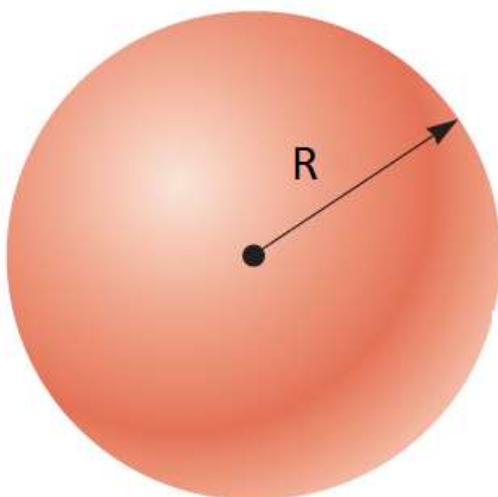
Biror  $q$  zaryadni, elektrostatik maydonning bir nuqtasidan, ikkinchi bir nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ish:

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

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 (6-rasm).



**6 - rasm.  $R$  radiusli yakkalangan shar**

Yassi kondensator sig'imi:  $C = \frac{\epsilon_0\epsilon S}{d}$  bunda,  $S$  - kondensator

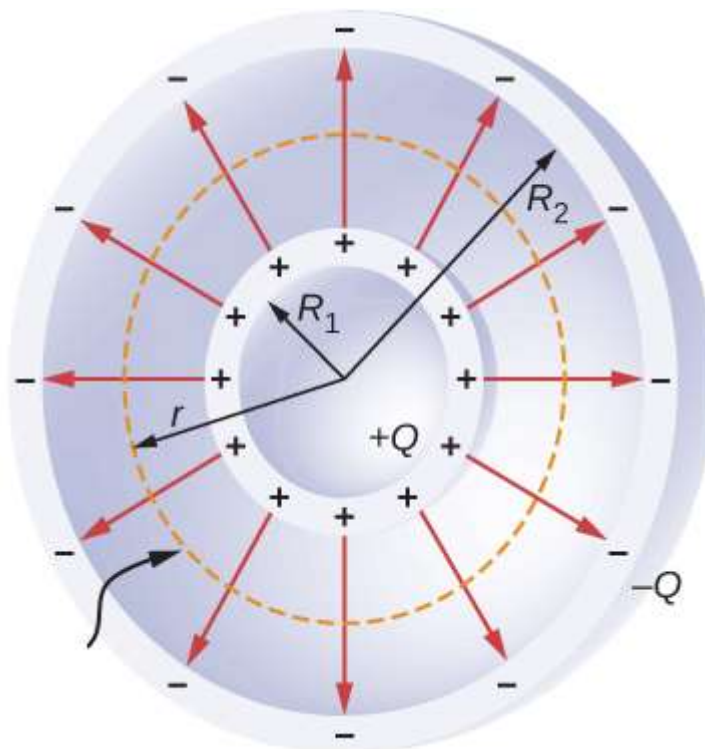
plastinkasining yuzi,  $d$  - plastinkalar orasidagi masofa.

Silindrik kondensator sig'imi: 
$$C = \frac{2\varepsilon_0 \varepsilon \ell}{\ln R_2 / R_1}$$

$R_1$  va  $R_2$  ichki va tashqi silindrning radiuslari.  $\ell$  - silindr uzunligi.

Sferik kondensator sig'imi: 
$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

bunda,  $R_1$  va  $R_2$  - ichki va tashqi sfera radiuslari (7-rasm).



7- rasm. Sferik kondensator

Elektr sig'imi XB tizimida Farada bilan o'lchanadi va bu birlik juda katta o'lchov birligi hisoblanadi.  $C = 1 F$  deb hisoblasak,  $\varepsilon = 1$  bo'lganda

$$R_{1F} = \frac{C}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{F}{4\pi \cdot 1} \left( \frac{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9}{1} \cdot \frac{m}{F} \right)$$

bu yerda vakuumning dielektrik singdiruvchanlik ifodasidan foydalansak:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \frac{F}{m} = 0,885 \cdot 10^{-11} F/m$$

$$R_{1F} = 9 \cdot 10^9 m = 9 \cdot 10^6 km$$

ga teng bo'ladi. Bu Oy bilan Yer orasidagi masofaga nisbatan 23 marta kattadir.

Farada katta o'lchov birligi bo'lganligi uchun quyidagi kichik birliklar ishlatiladi:

$$1 \text{ mikrofarada } (\mu F) = 10^{-6} F$$

$$1 \text{ nanofarada } (nF) = 10^{-9} F$$

$$1 \text{ pikofarada } (pF) = 10^{-12} F$$

Radiusi  $R = 9 \cdot 10^6 \text{ km}$  ga teng bo'lgan sharning sig'imi  $1F$  ga teng bo'ladi. Yer radiusiga teng bo'lgan sharnind sig'imi  $0,7mF$  teng.

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:

$$F = \frac{\epsilon_0 \epsilon S E^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S U^2}{2d^2} = \frac{\sigma^2 S}{2\epsilon_0 \epsilon}$$

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

Kondensator plastinkalari orasida joylashgan dielektrikka ta'sir etuvchi bosim:

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

Kondensator elektr maydonining energiyasi:

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

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.

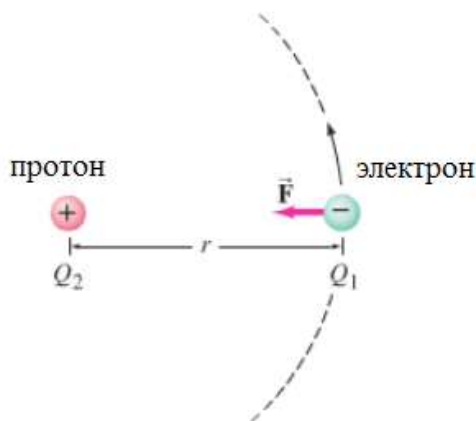
Elektr maydon energiyasining hajmiy zichligi:

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

## MASALA YECHISH NAMUNALARI

### 1–Masala<sup>2</sup>. Elektron va proton orasidagi elektr ta'sir kuchi.

Vodorod atomining yadrosidagi yolg'iz proton ( $Q_2 = +e$ )ga elektronning ta'sir kuchi kattaligi va yo'nalishi aniqlaymiz. Aylanayotgan elektron bilan proton orasidagi o'rtacha masofa  $r = 0,53 \times 10^{-10} m$  bo'lsin (8-rasm).



### 8 – rasm. Elektronning protonga ta'sir kuchi

Biz Kulon qonunidan foydalanib ta'sir kuchining kattaligini aniqlaymiz:

$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$  bunda  $r = 0,53 \times 10^{-10} m$ . Elektron va proton zaryadlarining miqdorlari bir xil:

$$Q_1 = Q_2 = e = 1,6 \cdot 10^{-19} C.$$

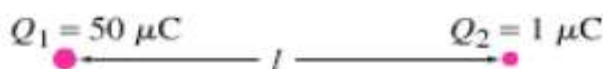
**Yechim.** Elektr ta'sir kuchini Kulon qonunidan foydalanib ifodalaymiz:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{(9,0 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2)(1,6 \times 10^{-19} C)(1,6 \times 10^{-19} C)}{(0,53 \times 10^{-10} m)^2} = 8,2 \times 10^{-8} N$$

Elektron va proton qarama – qarshi zaryadga ega bo'lganligi sababli, elektr ta'sir kuchi tortishish kuchidan iborat bo'ladi.

### 2- Masala<sup>2</sup>. Qaysi zaryad kattaroq kuch bilan ta'sir qiladi?

Ikkita nuqtaviy zaryadlar  $Q_1 = 50 \mu C$  va  $Q_2 = 1 \mu C$  bir – biridan  $l$  masofada joylashgan (9-rasm).



9-rasm.

Ularning qaysi biri kattaroq kuch bilan ta'sir qiladi,  $Q_1$  zaryad  $Q_2$  zaryadgami yoki  $Q_2$  zaryad  $Q_1$  zaryadgami?

**Javob:** Kulon qonuniga asosan  $Q_1$  zaryad  $Q_2$  zaryadga quyidagi kuch bilan ta'sir qiladi, ya'ni:

$$F_{21} = k \frac{Q_2 Q_1}{\lambda^2} .$$

$Q_2$  zaryad xuddi shunday kuch bilan  $Q_1$  zaryadga qarama-qarshi yo'nalishda ta'sir qiladi, ya'ni

$$\vec{F}_{12} = \vec{F}_{21}$$

Bu kuchlar o'zaro teng, lekin yo'nalishlari qarama – qarshi.

Ta'kidlab o'tish kerakki, bunday ko'rinishdagi Kulon qonuni faqat **nuqtaviy zaryadlar** uchun, ya'ni zaryadlangan jismlarning o'lchamlari ular orasidagi masofadan kichik bo'lgan holatlar uchun shakllantiriladi. Agar bu shart bajarilmasa, Kulon qonuni zaryadlangan jism "taqsimlanadigan, bo'linadigan" har bir  $dq_1$  va  $dq_2$  elementar zaryadlar juftligi uchun *differensial* shaklda yozilishi mumkin:

$$dF = \frac{dq_1 dq_2}{4\pi\epsilon_0 r^3} \rho .$$

Bu holda ikkita zaryadlangan **makroskopik** jismlar uchun o'zaro ta'sir to'liq kuchi quyidagi ko'rinishda taqdim etilishi mumkin:

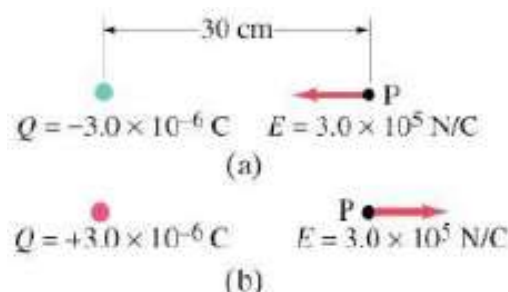
Bu ifodani integrallash har bir jismning barcha zaryadlari bo'yicha amalga oshiriladi.

$$\boxed{\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \iint_{q_1 q_2} \frac{dq_1 dq_2}{r^3} \frac{\vec{r}}{r}}$$

### 3–Masala<sup>2</sup> . Nuqtaviy zaryadning elektr maydoni.

Manfiy nuqtaviy zaryad  $Q = -3,0 \times 10^{-6} C$  atrofida hosil bo'lgan elektr maydonining zaryaddan 30sm masofada joylashgan  $P$  nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligining ( $E$ ) son qiymati va yo'nalishi aniqlansin.

Nuqtaviy zaryad hosil qilayotgan elektr maydon kuchlanganligining kattaligi қўйдаги ifoda orqali hisoblanadi. Uning yoʻnalishi maydon hosil qilayotgan nuqtaviy zaryad  $Q$  ning musbat yoki manfiyligiga bogʻliq.



10 - rasm.  $Q$  zaryadning  $R$  nuqtadagi maydon kuchlanganligi

**Yechim.** Elektr maydon kuchlanganligining son qiymati quyidagiga teng:

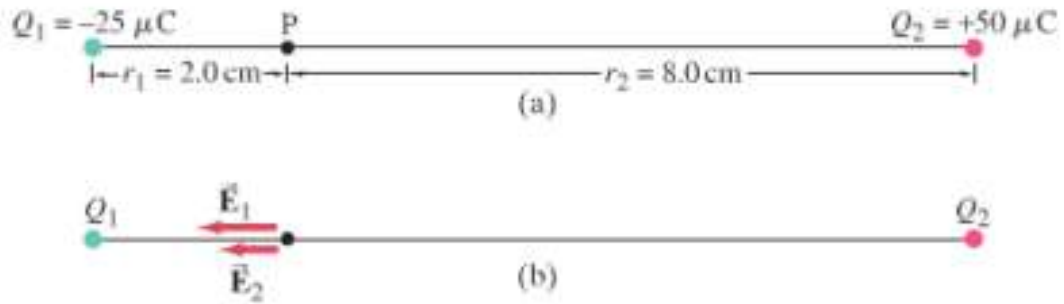
$$E = k \frac{Q}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ H} \cdot \text{M}^2 / \text{K}^2) \cdot (3604 \times 10^{-6} \text{ K})}{(0.30 \text{ m})^2} = 3.0 \times 10^5 \text{ H} / \text{K}$$

Bu elektr maydon kuchlanganligining yoʻnalishi 10–rasmda koʻrsatilgan. Maʼlumki, musbat zaryad kuchlanganlik chiziqlari zaryaddan tashqariga yoʻnalgan. Manfiy zaryad kuchlanganlik chiziqlari zaryad tomon yoʻnalgan boʻladi.  $Q$  zaryad manfiy boʻlgani sababli, kuchlanganlik chiziqlari  $R$  nuqtadan zaryad tomon yoʻnalgandir (10 a –rasm). Agar  $Q$  zaryad musbat boʻlgan holda  $R$  nuqtadagi  $\vec{E}$  ning yoʻnalishi zaryaddan tashqariga yoʻnalgan (10– rasm). Ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa 10.0sm, bittasining zaryadi -  $25\mu\text{Cl}$  va boshqasini  $+50\mu\text{Cl}$  (11 – rasm).  $P$  nuqtahagi natijaviy elektr maydon kuchlanganligini aniqlaymiz.

**4– Masala. [1]. Ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi maydon kuchlanganligi.**

Ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa 10.0sm, bittasining zaryadi -  $25\mu\text{C}$  va boshqasini  $+50\mu\text{C}$  (11– rasm).  $R$  nuqtahagi natijaviy elektr maydon kuchlanganligini aniqlaymiz.





11– rasm. Ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi maydon kuchlanganligi

$R$  nuqta manfiy zaryaddan  $2\text{sm}$  masofada joylashgan (11- rasm). Agar  $9,11 \times 10^{-31}\text{kg}$  massali elektron  $P$  nuqtadan harakatlansa, uning tezlanishi qanday bo‘ladi?

**Yondoshuv.** Elektron  $Q_1$  va  $Q_2$  zaryadlar orasida harakatlanar ekan, unga ta’sir qiluvchi kuch Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan  $F = ma$  bo‘ladi va bundan tezlanishni topishimiz mumkin. Bu yerda kuch  $F = QE$ .

**Yechim.** ma’lumki, elektr maydon kuchlanganligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\vec{E} = k \frac{Q}{r^2}.$$

Umumiy maydon kuchlanganligini quyidagicha aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \vec{E} &= k \frac{Q_1}{r_1^2} + k \frac{Q_2}{r_2^2} = k \left( \frac{Q_1}{r_1^2} + \frac{Q_2}{r_2^2} \right) = (9.0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \cdot \\ &\cdot \left( \frac{25 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(2.0 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} + \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(8.0 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} \right) = 6.3 \cdot 10^8 \text{ N/C} \end{aligned}$$

Elektronning tezlanishi  $a = F/m$  bo‘ladi va elektr ta’sir kuchini maydon kuchlanganligi orqali ifodalaymiz:  $F = QE$ .

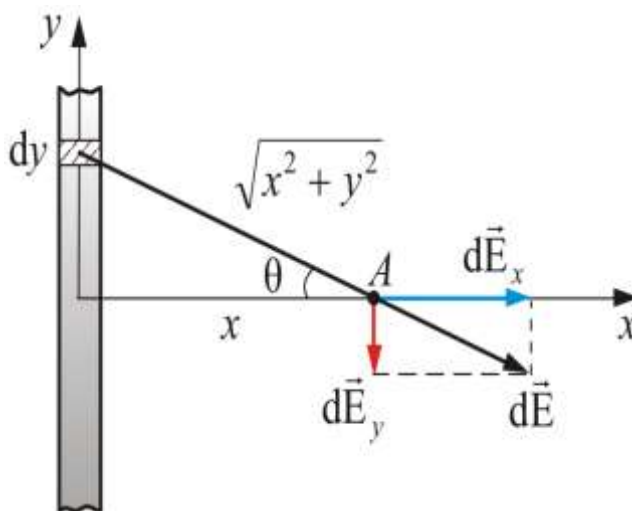
$$a = \frac{F}{m} = \frac{q \cdot E}{m} = \frac{(1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}) \cdot (6.3 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{C}})}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1,1 \cdot 10^{20} \text{ m/C}^2$$

Agar maydonni *nuqtaviy bo'lmagan zaryadlar* hosil qilayotgan bo'lsa, bunday holatlardagi oddiy usuldan foydalaniladi. Jism cheksiz kichik elementlarga bo'linadi va har bir element hosil qiladigan kuchlanganlik aniqlanadi va undan keyin butun jism bo'yicha integrallanadi:

$$E = \int dE$$

bu yerda  $d\vec{E}$  – zaryadlangan elementga bog'liq maydon kuchlanganligi. Integral jismning shakliga ko'ra chiziqli, sirt bo'yicha yoki hajmiy bo'lishi mumkin.

**5–Masala.** Chiziqli, teng taqsimlangan zaryaddan  $x$  masofada joylashgan  $A$  nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlaymiz.  $\lambda$  – birlik uzunlikka to'g'ri keladigan zaryad.  $x$  ni o'tkazgich uzunligiga nisbatan kichik deb hisoblaymiz.  $dy$  uzunlik elementida  $dq = dy \lambda$  zaryad bor.



12– rasm

Bu elementning  $A$  nuqtada hosil qiladigan elektr maydon kuchlanganligi

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dy}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$$

$d\vec{E}$  vektor  $dE_x$  va  $dE_y$  proeksiyalarga ega, buning ustiga

$$dE_x = dE \cos \theta; \quad dE_y = dE \sin \theta.$$

O'tkazgich cheksiz uzun bo'lgani sababli,  $d\vec{E}$  vektorining  $dE_y$  tashkil etuvchisi nolga aylanadi, ya'ni:

$$E_y = \int dE \sin \theta = 0$$

U holda 
$$E = E_x = \int dE \cos \theta = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\cos \theta dy}{x^2 + y^2}$$

Endi  $y$  ni  $\theta$  orqali ifodalaymiz, ya'ni  $y = x \operatorname{tg} \theta$ , u holda

$$dy = \frac{x d\theta}{\cos^2 \theta} \text{ va } (x^2 + y^2) = \frac{x^2}{\cos^2 \theta} \text{ unda } \boxed{E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \theta d\theta = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x}}$$

**6–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:

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

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

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

$$\epsilon = 2,5$$

Topish kerak:  $r$ ?

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

qonunini  $F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$  qo'llash mumkin.

U holda, sharchalar orasidagi masofa quyidagiga teng

bo'ladi: 
$$r = \sqrt{\frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon F}}$$

bunda,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ M/}\Phi$  teng deb olinadi.

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

**7–Masala.** Radiusi 2 sm boʻlgan 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 boʻlgan kuchlanganlikni va elektr maydon potensialini aniqlang.

Berilgan:

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

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

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

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

$$\epsilon = 1$$

Topish kerak:  $E$ ?,  $\varphi$ ?

Yechilishi: Masalaning shartida muhit

koʻrsatilmaganligi uchun, uni vakuumda deb olamiz.

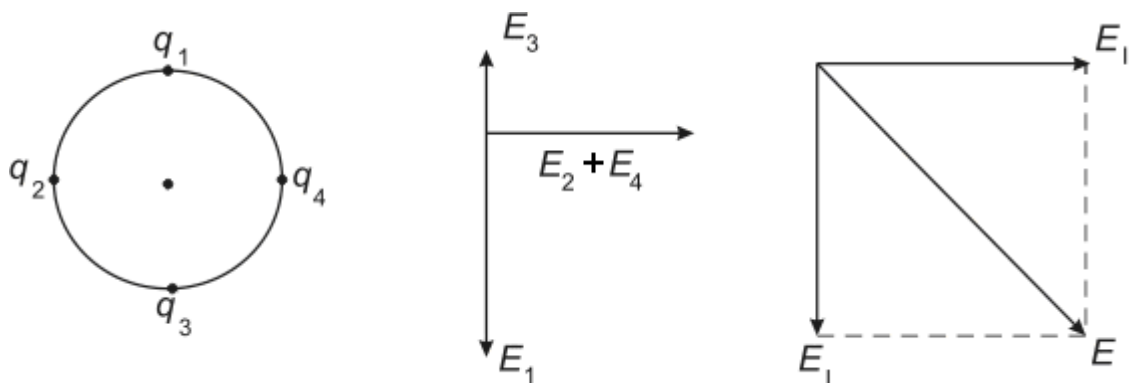
Aylana markazida 4 ta zaryadning har biri mos

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



13– rasm.

hosil qilgan maydon kuchlanganliklari, geometrik yigʻindisiga 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:

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{\epsilon r^2}, \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F} \right)$$

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

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

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

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

Natijaviy kuchlanganlikni topishdan oldin, bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan vektorlarni qo'shamiz (6-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 (13-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 potentsial  $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_4$  ga teng.  $\varphi_3$  va  $\varphi_4$  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:  $E = 10,2 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ ,  $\varphi = 2,88 \cdot 10^5 \text{ V}$ .

**8–Masala.** Bir-biridan  $a=0,1$  m masofada joylashgan ikkita  $q_1=4$  mkKl va  $q_2=-2$  mkKl zaryadlar, elektr maydon hosil qiladi.  $q=50$  nKl zaryadni b nuqtadan c nuqtaga ko'chirishda, maydon bajargan ishini aniqlang (14-rasm).

Berilgan:

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

$$q_1=4\text{mkKl}=4\cdot 10^{-6}\text{ K}\ell$$

$$q_2=-2\text{mkKl}=-2\cdot 10^{-6}\text{ K}\ell$$

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

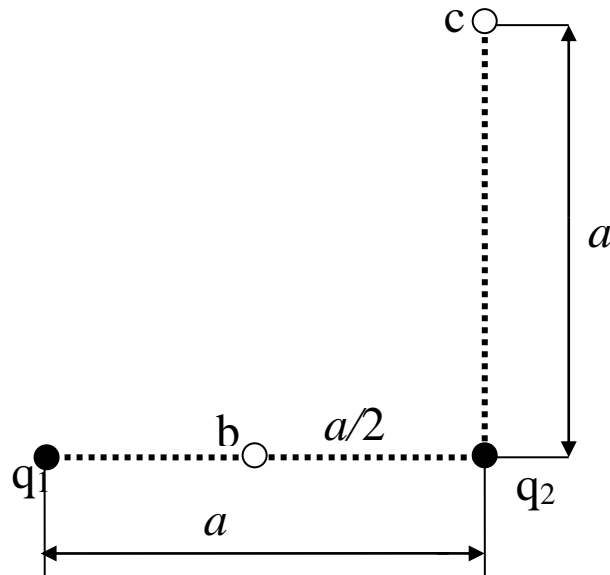
Topish kerak:  $A_{1,2}$ -?

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:

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



14-rasm

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

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

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

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

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

**9–Masala.** Agar, quyidagi 15-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  $500 \text{ V}$  bo'lsa, uning energiya zapasi qancha?

Berilgan:

$C_1=1,5 \text{ mkF}$ ,  $C_2=2 \text{ mkF}$

$C_3=3 \text{ mkF}$ ,  $C_4=4 \text{ mkF}$

$C_5=5 \text{ mkF}$ ,  $U=500 \text{ B}$

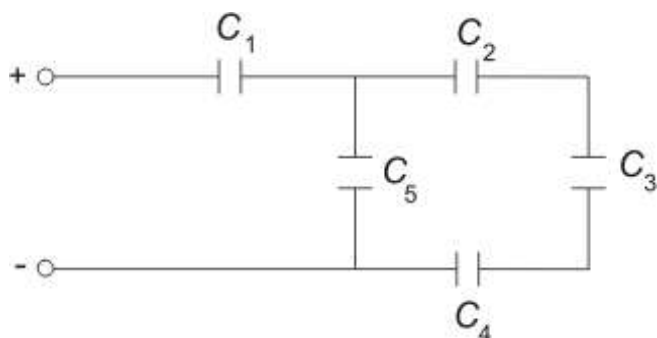
Topish kerak: S-? W-?

Yechilishi: Ushbu masalada kondensatorning elektr sig'imini mikrofaradlarda ifodalash qulay.  $C_2$ ,  $C_3$ ,

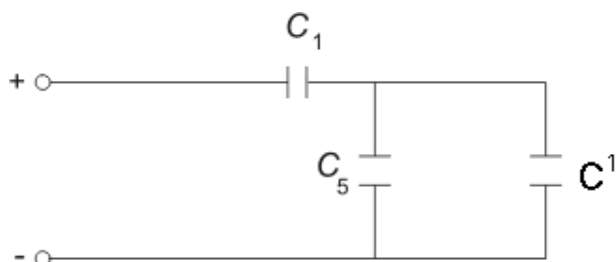
$C_4$  sig'imli kondensatorlar(15-rasm) o'zaro ketma-

ket ulangan. Bu kondensatorlarni bitta ekvivalent

sig'imli kondensatorga almashtiramiz, 16-rasm.



15-rasm



16-rasm

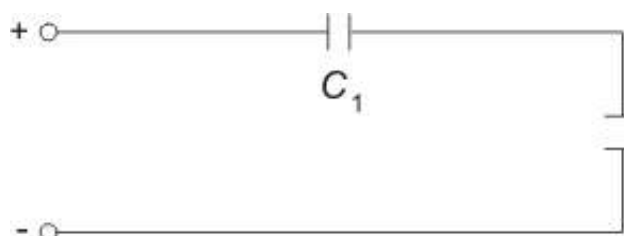
$$\frac{1}{C^1} = \frac{1}{2\text{mkF}} + \frac{1}{3\text{mkF}} + \frac{1}{4\text{mkF}}; \quad \text{Bundan, } C^1=0,92 \text{ mkF}$$

$C_5$  va  $C^1$  sig'imli kondensatorlar parallel ulangan, shuning uchun ekvivalent

sig'im:  $C_{II}=C_5+C^1 \quad C_{II}=2 \text{ mkF}+0,92 \text{ mkF}=2,92 \text{ mkF} \approx 3 \text{ mkF}$

Natijada,  $C_I$  va  $C_{II}$  (17-rasm) sig'imli kondensatorlar ketma-ket ulangan holni hosil qildik. Batareyaning umumiy sig'imini  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_I} + \frac{1}{C_{II}}$  formuladan topamiz:

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



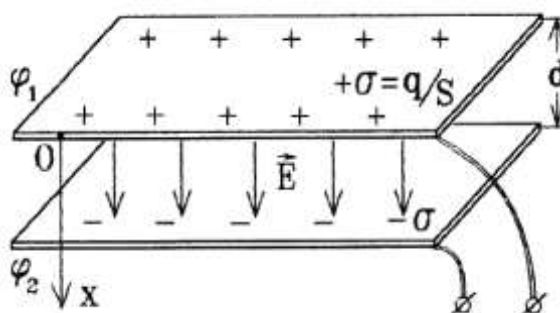
Kondensatorlar batareyasida to'plangan energiyani quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

17-rasm

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

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

**10-Masala [1]. Kondensatorning sig'imini topish.** Qoplamalarining yuzasi  $S$  ga va plastinalar orasidagi masofa  $d$  ga teng bo'lgan yassi kondensatorning sig'imini toping (18-rasm).



18 - rasm. Yassi kondensator

**Yechim.** Plastinalar orasidagi bir jinsli maydon quyidagicha ifodalanadi:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 S} = const$$



U holda

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_0^d E dx = \int_0^d \frac{q}{\varepsilon \varepsilon_0 S} dx = \frac{q}{\varepsilon \varepsilon_0 S} \int_0^d dx = \frac{qx}{\varepsilon \varepsilon_0 S} \Big|_0^d = \frac{qd}{\varepsilon \varepsilon_0 S} \equiv \frac{q}{C},$$

ya'ni,  $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$ .

### 11-Masala

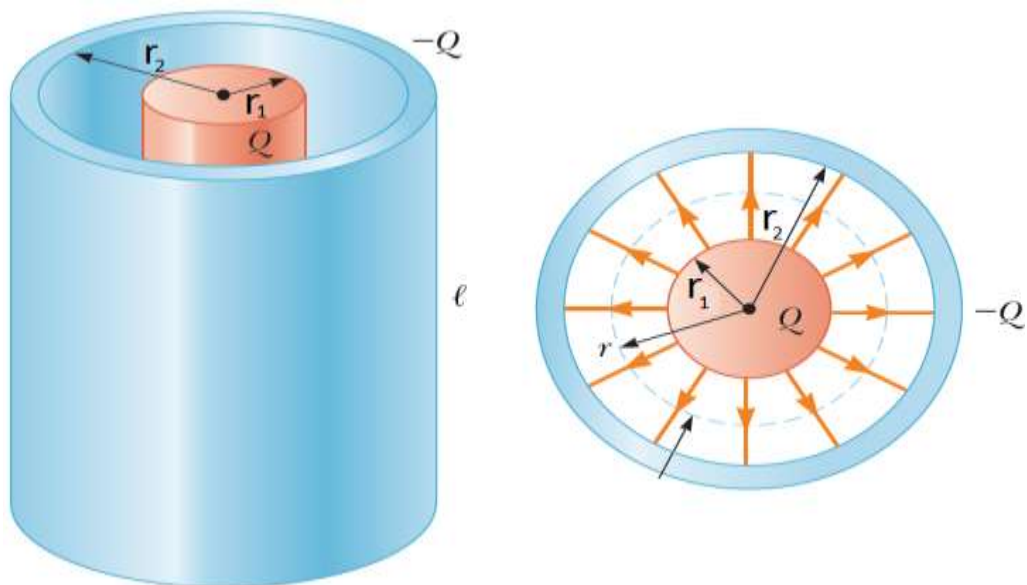
1]. *Kondensator qoplamalariga ta'sir etuvchi kuch.* Qoplamalarga ta'sir qilayotgan elektr ta'sir kuchning kattaligini aniqlang.

**Yechim.** Kondensator kuchlanish manбайдan uzilgan holda undagi zaryad saqlanib qoladi va kondansator energiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$W = \frac{q^2}{2C}$$

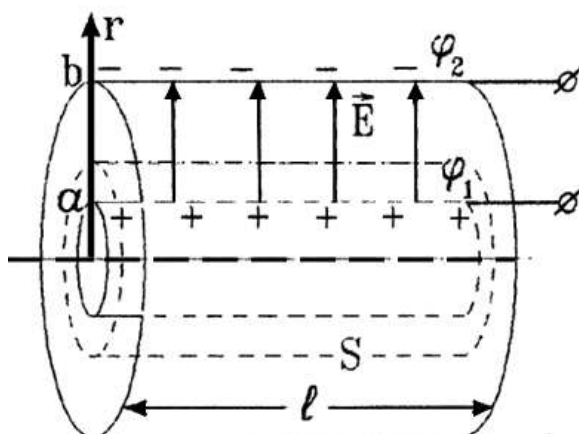
Qoplamalarga ta'sir qilayotgan kuchning kattaligi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} F &= - \frac{d}{dx} (W) \Big|_{q=const} = - \frac{d}{dx} \left( \frac{q^2}{2C} \right) \Big|_{q=const} = - \frac{q^2}{2} \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{1}{C} \right) = \\ &= - \frac{q^2}{2} \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{x}{\varepsilon \varepsilon_0 S} \right) = - \frac{q^2}{2 \varepsilon \varepsilon_0 S} = - \frac{(\sigma S)^2}{2 \varepsilon \varepsilon_0 S} = - \frac{\sigma^2 S}{2 \varepsilon \varepsilon_0} = - \frac{(E \varepsilon_0 \varepsilon)^2 S}{2 \varepsilon \varepsilon_0} = \\ &= - \frac{1}{2} \varepsilon_0 \varepsilon E^2 S \end{aligned}$$



19 - rasm. Silindrik kondensator

11–Masala<sup>2</sup> . Silindrik kondensatorning sig‘imini hisoblash. Uzunligi  $l$  ga va qoplamalarining radiusi  $a$  va  $b$  ga teng bo‘lgan silindrik kondensatorning sig‘imini toping\_(20- rasm).



20– rasm. Silindrik kondensator

**Yechim.**  $q$  zaryadga ega ichki qoplamani  $r$  radiusli koaksial silindrik sirt bilan o‘raymiz, bu yerda  $a < r < b$  va  $l$  - uzunlik. Gauss teoremasidan

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = E \cdot S_{yon} = E \cdot 2\pi \cdot r \cdot l = \frac{q_{ich}}{\epsilon_0}$$

Kondensator ichidagi elektr maydon kuchlanganligining kattaligini topamiz:

$$E = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l \cdot r}$$

Unda

$$\begin{aligned} \varphi_1 - \varphi_2 &= \int_a^b E dr = \int_a^b \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l \cdot r} dr = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l} \cdot \ln r \Big|_a^b = \\ &= \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l} \cdot (\ln b - \ln a) = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l} \cdot \ln \frac{b}{a} = \frac{q}{\frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln \frac{b}{a}}} \equiv \frac{q}{C} \quad \text{m.e. } C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln \left( \frac{b}{a} \right)} \end{aligned}$$

Yuqoridagi ifodalardan quyidagi xulosalarni qilish mumkin:

1. Elektr maydonining hajmi, ya'ni qoplamalar orasidagi hajm kamayganida, kondensator sig'imi keskin ortadi. Qoplamalar orasidagi  $(\varphi_1 - \varphi_2)$  kichik potentsiallar farqida ham qoplamalarda  $q$  katta zaryadni to'plash imkoniyati paydo bo'ladi;
2. Kondensator sig'imi, uning qoplamalarining orasini  $\mathcal{E}$  katta singdiruvchanlikka ega bo'lgan dielektrik muhit bilan to'ldirilganda, ortadi.

## 16-§. ELEKTROSTATIKA BO'LIMIGA 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? Vakuumba, 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, vakuumba 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.

$$J: \varepsilon=2,2$$

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.  $q_1=100$  nKl va  $q_2=-50$  nKl zaryadlar orasidagi masofa  $d=10$  sm.  $q_1$  zaryaddan  $r_1=12$  sm va  $q_2$  zaryaddan  $r_2=10$  sm masofada joylashgan,  $q_2=1$  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  $0,5 \cdot 10^{-8}$  sm, yadro zaryadi, elektron zaryadiga miqdor jihatidan teng va qarama-qarshi ishorali.

$$J: F=9,23 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

11. Ikkita  $q_1=8 \cdot 10^{-8}$  va  $q_2=6 \cdot 10^{-9}$  Kl nuqtaviy zaryad o'rtasida yotgan nuqtadagi, elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Zaryadlar oralig'i  $r=10$  sm,  $\varepsilon=1$ .

$$J: E=5,04 \cdot 10^{-4} \text{ V/m}$$

12. 2,2 nKl nuqtaviy elektr zaryad hosil qilgan maydoning kuchlanganligi, zaryaddan 6,0 sm masofada 2,5kV/m. Muhitning dielektrik singdiruvchanligini aniqlang?

$$J: \varepsilon=2,2$$

13. Bir valentli iondan  $2 \cdot 10^{-8}$  sm uzoqlikda, elektr maydonining kuchlanganligi aniqlansin. Ionning zaryadi nuqtaviy deb hisoblansin.

$$J: E=3,6 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$$

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

$$J: N=10^4 \text{ ta elektron bor}$$

**15.** Chaqmoq chaqishdan oldin, Yer sirti yaqinidagi elektr maydon kuchlanganligi  $2 \cdot 10^5$  V/m ga teng edi. Bu maydonda elektronga qanday kuch ta'sir qiladi?

J:  $F=3,2 \cdot 10^{-14}$  N

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

J:  $m=0,1$ mg

**17.**  $q_1=22,5$  SGS va  $q_2=-44$  SGS bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryadning oralig'i 5 sm. Musbat zaryaddan 3 sm va manfiy zaryaddan 4 sm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi topilsin.

J:  $E=1,12 \cdot 10^5$  V/m

**18.** Zaryaddan 5sm masofada joylashgan nuqtada elektr maydon kuchlanganligi  $1,5 \cdot 10^5$  V/m ga teng. Zaryaddan 10 sm masofadagi nuqtada, maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi?

J:  $E=3,75 \cdot 10^{54}$  V/m

**19.** Ikkita plastinka ( $S=2$  dm<sup>2</sup>) bir-biridan  $d=4$ mm masofada, kerosin ichida turibdi. Agar, plastinkalar potentsiallar ayirmasi  $U=150$  V bo'lguncha zaryadlangan bo'lsa, ularning o'zaro ta'sir kuchi qancha?

J:  $F=2,5 \cdot 10^{-4}$  N

**20.**  $2,64 \cdot 10^{-8}$  va  $3,3 \cdot 10^{-9}$  Kl nuqtaviy elektr zaryadlar vakuumda, biri ikkinchisidan 0,6 m masofada turibdi. Zaryadlarni bir-biriga 25 sm gacha yaqinlashtirish uchun, qancha ish bajarish kerak?

J:  $A=1,83 \cdot 10^{-6}$  J

**21.** Elektr maydon potentsiallari, 200 va 1200 V bo'lgan nuqtalar orasida,  $3,0 \cdot 10^{-7}$  Kl musbat zaryadni ko'chirdi. Bunda, maydon qancha ish bajargan?

J:  $A=3 \cdot 10^{-4}$  J

**22.** Kuchlanganligi  $5,0 \cdot 10^3$  V/m bo'lgan bir jinsli elektr maydonda,  $1,6 \cdot 10^{-7}$  Kl elektr zaryad maydon kuch chizig'i bo'ylab, 3,0sm ga ko'chadi. Zaryad ko'chgan ikki nuqtaning potentsiallar farqini va bajarilgan ishini aniqlang?

J:  $A=2,4 \cdot 10^{-5}$  J,  $\varphi_2 - \varphi_1 = 150$  V

**23.**  $1,0 \cdot 10^{-5}$  va  $6,0 \cdot 10^{-6} \text{K} \ell$  nuqtaviy zaryadlar havoda, biri ikkinchisidan 20 sm masofada turibdi. Zaryadlarni tutashuvchi to'g'ri chiziqning o'rtasida joylashgan nuqtadagi elektr maydon potensialini aniqlang.

J:  $\Delta\varphi=1,44 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

**24.** Zaryadlari  $q_1=6,66 \cdot 10^{-9} \text{K} \ell$  va  $q_2=13,33 \cdot 10^{-9} \text{K} \ell$  bo'lgan ikkita sharcha, bir-biridan  $r_1=40$  sm uzoqlikda turibdi. Ularni bir-biriga  $r_2=25$  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  $10^{-11} \text{K} \ell / \text{sm}^2$ .

2) Sharining potentsiyali 300 V ga teng. J: 1)  $U=11,3 \text{ V}$ ; 2)  $U=30 \text{ V}$

**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 potentsiyalari 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 40V 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 130V/m bo'lsa, Yerning radiusi 6400 km bo'lgan shar deb qarab, uning elektr zaryadi va potensialini 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:  $E=3,5 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ ;  $U=2,4 \text{ kV}$

**30.** Plastinalarning yuzi  $60\text{sm}^2$  bo'lgan yassi havo kondensatoriga  $90\text{V}$  kuchlanish berilgan, bunda kondensator zaryadi  $10^{-9}\text{Kl}$  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:  $d=5\text{ mm}$

**31.** Yassi havo kondensatori plastinalar orasidagi masofa  $1,5\text{ mm}$  va  $150\text{V}$  kuchlanishgacha zaryadlangan. Kuchlanish  $600\text{ V}$  gacha ortishi uchun, plastinalarni qancha masofaga uzoqlashtirish kerak bo'ladi?

J:  $d=6\text{ mm}$  ga

**32.** Yassi havo kondensatori har bir plastinasining yuzi  $62,3\text{sm}^2$  dan, ular orasidagi masofa esa,  $5\text{mm}$ . Agar, kondensator plastinalarida elektr potentsiallari farqi  $60\text{ V}$  bo'lsa, uning zaryadini aniqlang.

J:  $q=6,6\cdot 10^{-10}\text{ Kl}$

**33.** Yassi kondensator plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi  $90\text{V}$ . Har bir plastikaning yuzi  $60\text{sm}^2$  va  $10^{-9}\text{Kl}$ . Plastinkalar bir-biridan qancha masofada turishi topilsin.

J:  $d=4,8\cdot 10^{-3}\text{ m}$

**34.** Noma'lum sig'imli  $600\text{V}$  gacha zaryadlangan kondensatorning sig'imi  $5\text{ mkf}$  bo'lgan, zaryadlanmagan kondensatorga parallel ulanganidan keyin, batareyada kuchlanish  $100\text{V}$  gacha tushib ketadi. Kondensatorning sig'imi qanday bo'ladi?

J:  $C=1\text{mkF}$

**35.** Agar, yassi kondensator har bir plastinkasining yuzi  $15\text{ sm}^2$  dielektrik esa, qalinligi  $0,8\text{ mm}$  slyudadan iborat bo'lsa, uning sig'imini hisoblang. Dielektrik singdiruvchanlik  $\varepsilon=6$  ga teng.

J:  $C=100\text{ pF}$

**36.** Sig'imlari  $4,2$  va  $6\text{ mkF}$  da bo'lgan ikkita kondensator batareya qilib ulangan va  $200\text{V}$  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)  $C=109\text{mkF}$ ;  $W=2,2\cdot 10^{-2}\text{ J}$ ; 2)  $C=12\text{mkF}$ ;  $W=0,24\text{ J}$



**37.** Har bir qoplarning yuzi  $600\text{sm}^2$  dan bo'lgan, yassi qog'ozli kondensator energiyasini aniqlang. Kondensatorning zaryadi  $2 \cdot 10^{-7}\text{Kl}$ , qalinligi 2 mm bo'lgan, parafin shimdirilgan qog'oz dielektrik bo'lib xizmat qiladi.

$$J: W=3,8 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

**38.** Yassi kondensator plastinkalarning oralig'i 4sm. Musbat plastinkadan proton va manfiy plastinkadan elektron bir vaqtda harakatlana boshlasa, ular musbat plastinkadan qanday masofada to'qnashadi?

$$J: d=52,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

**39.** Yassi kondensator plastinkalarining oralig'i 1 sm ga teng. Plastinkalarning biridan - bir vaqtda, proton va  $\alpha$  - zarracha harakatlana boshlaydi. Proton bir plastinkadan ikkinchisigacha bo'lgan yo'lini bosib o'tgan vaqt oralig'ida,  $\alpha$ - zarracha qanday masofani bosib o'tadi?

$$J: d=0,5 \text{ sm}$$

**40.** Yassi havo kondensatoridagi elektr maydon energiyasini 16 marta kamaytirish uchun, plastinkalar 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  $4 \cdot 10^{-7} \text{Kl}$  musbat zaryadni ko'chirishda, qanday ish bajariladi (J)?

$$J: A=2 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

**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.

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Kl}}{\text{H} \cdot \text{m}^2} \quad J: q=8,6 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

**44.** Ebonit tayoqchanning zaryadi 64 nKl ga teng bo'lsa, elektrlash jarayonida, unga nechta elektron o'tgan? Elektronning zaryadi  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{Kl}$ .

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:  $F = 4 \text{ N}$

**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 koeffitsenti 20% bo'lsa, uning foydali quvvati qanday bo'ladi (MVt)?

J:  $P = 400 \text{ MVt}$

**47.** Yassi havo kondensatorni, qoplamalari orasidagi fazo hajmi  $2 \text{ m}^2$ , uning sigimi 5nF ga teng. Agar, hajm  $4 \text{ m}^3$  gacha oshirilsa, kondensatorning sigimi necha nF bo'ladi?

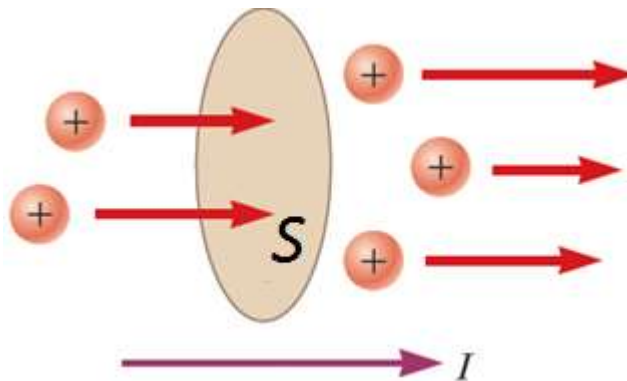
J:  $C = 2,5 \text{ nF}$

## IV BOB. O'ZGARMAS TOK



## 17-§. O'ZGARMAS TOK

Agar o'tkazgichning ikki nuqtasi orasidagi potentsiallar ayirmasi doimiy saqlansa ( $\varphi_1 - \varphi_2 = const$ ), o'tkazgich ichida noldan farqli maydon hosil bo'ladi. Bu maydon o'tkazgichdagi erkin zaryadlarning bir tomonga yo'nalgan tartibli harakatini yuzaga keltiradi. (1– rasm).



1– rasm. Zaryadlarning tartibli harakati

Bu holda musbat zaryadlar o'tkazgichning katta potentsialli nuqtasidan kichik potentsialli nuqtasiga, manfiy zaryadlar esa, aksincha harakatlanadilar.

*Elektr zaryadining tartibli harakatiga elektr toki deyiladi.*

*Tok kuchi deb, o'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzasidan vaqt birligi ichida o'tgan elektr zaryadiga miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.*

Tok kuchi son jihatidan, o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan, vaqt birligida o'tgan elektr miqdoriga teng:  $I = \frac{dq}{dt}$

Tokning kuchi va yo'nalishi vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladigan bo'lsa, *o'zgarmas tok* deb ataladi:

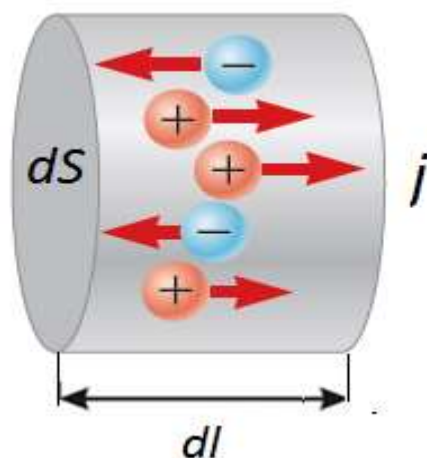
$$I = \frac{q}{t} ,$$

XB tizimida tok kuchining birligi Amper (A) bilan o'lchanadi. 1 Amper – o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan 1 sekund ichida 1 Kulon zaryad miqdori o'tishini ko'rsatuvchi kattalikdir.

Agar tok kuchi o'tkazgichning ko'ndalang kesimi bo'yicha bir jinsli bo'lmasa, u holda o'tkazgichning ko'ndalang kesimi bo'yicha tok kuchining taqsimlanishini ifodalash uchun **tok kuchining zichligi** deb ataluvchi fizik kattalik tushunchasi kiritiladi:

Tok zichligini, tok tashuvchilarning tartibli harakat tezligi  $\vec{v}$  va konsentratsiyasi  $n$  orqali ifodalash mumkin: 
$$\vec{j} = e \cdot n \cdot \vec{v}$$

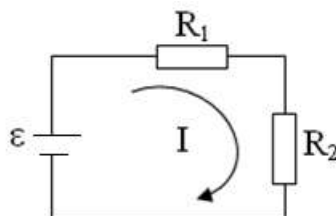
$e$  - elektronning zaryadi bo'lib,  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Kl ga teng.



2- rasm. Bir jinsli silindrik o'tkazgich

Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni: 
$$I = \frac{U}{R}$$

**Om qonuniga asosan, bir jinsli o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi kuchlanishga to'g'ri proporsional, o'tkazgich qarshiligiga teskari proporsionaldir:**



3- rasm. Ikkita bir jinsli qarshilikdan iborat elektr zanjiri

$U$  - o'tkazgich qismining uchlaridagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish,  $R$  - shu qismining qarshiligi.

O'tkazgichning qarshiligi, o'tkazgichning materialiga, uzunligi va kesim yuziga

bog'liq: 
$$R = \rho \frac{l}{S}$$

bu yerda,  $\rho$  - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi.

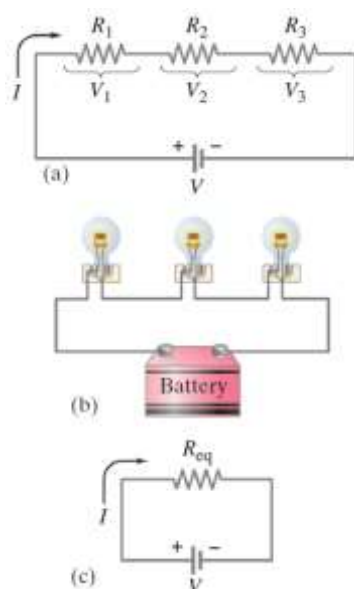
O'tkazgichning qarshiligi uning temperaturasi ortishi bilan ortib boradi:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t^0)$$

bunda,  $\alpha$  - o'tkazgich qarshiligining termik koeffitsienti,  $R_0$ - $0^0\text{C}$  dagi o'tkazgich qarshiligi.

O'tkazgichlarni ketma-ket:  $R=R_1+R_2+\dots+R_n$

va parallel:  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$  ulash formulalari



**4- rasm. (a) ketma-ket ulangan qarshiliklar. (b) qarshiliklar sifatida lampochka yoki istalgan boshqa turdagi qarshilik bo'lishi mumkin. (c) o'sha tok o'tayotgan ekvivalent qarshilik:**

Solishtirma qarshilikni temperaturaga bog'liqlik formulasi:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t^0)$$

bunda,  $\rho_0$ - $0^0\text{S}$  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, 
$$I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$
  $\varepsilon$  - tok manbaining elektr yurituvchi kuchi.

**Berk zanjir uchun Om qonuni:** 
$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

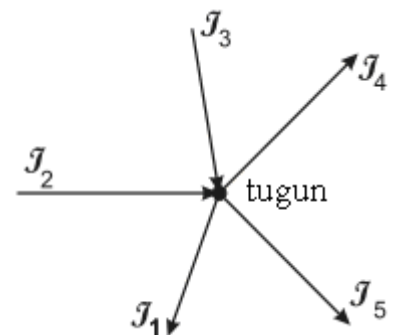
bu yerda, R - tashqi qarshilik, r - ichki (tok manbaining) qarshiligi.

Tarmoqlangan elektr zanjiri uchun, **Kirxgofning birinchi qonuni:** Zanjir tuguniga kelgan barcha tok, kuchlarining algebraik yig'indisi nolga teng (5-rasm).

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

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,



**5-rasm.**

tok kuchining konturning tegishli qismlari qarshiliklariga ko'paytmalarining algebraik

yig'indisiga teng (6-rasm): 
$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = \sum_{i=1}^n I_i \cdot R_i$$

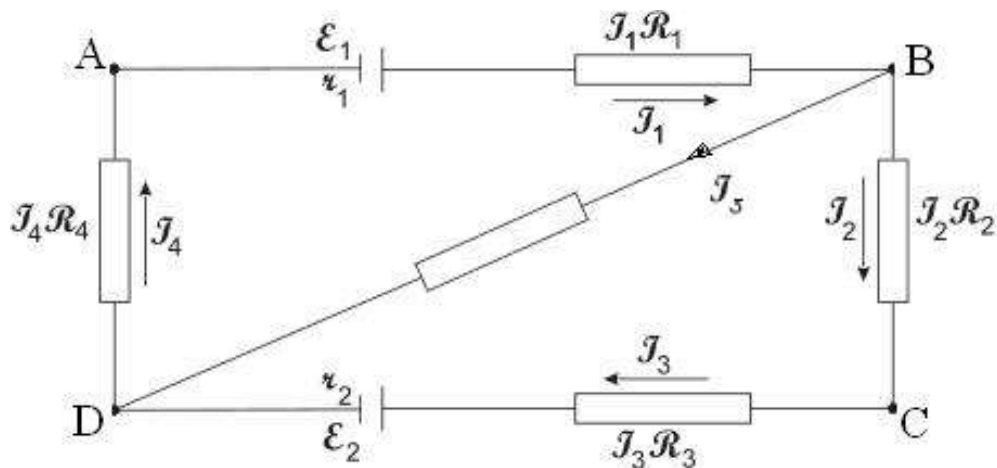
Tarmoqlangan zanjir uchun, Kirxgof qonunlari bo'yicha tenglamalar quyidagicha tuziladi. Birinchi qonunga ko'ra: B - tugun uchun  $I_1 - I_2 - I_5 = 0$

Ikkinchi qonunga ko'ra:

ABDA kontur uchun,  $\varepsilon_1 = I_1 r_1 - I_1 R_1 - I_5 R_5 - I_4 R_4$

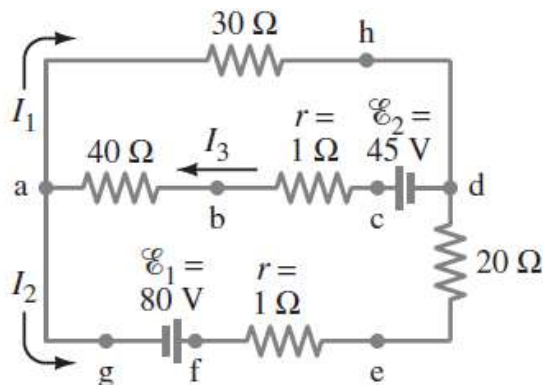
BCDB kontur uchun,  $-\varepsilon_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_5 R_5$

ABCD kontur uchun,  $\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I_1 r_1 + I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 r_2 - I_4 R_4$



6 - 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 orttiruvchi elektr yurituvchi kuchni musbat deb olamiz, ya'ni generator ichida minusdan plusga.



7- rasm. Toklarni Kirxgoff qoidalari yordamida hisoblash mumkin

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



**Joul-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,  $\sigma$  - solishtirma o'tkazuvchanlik,  $\vec{E}$  - elektr maydon kuchlanganligi.

**Joul-Lens qonunining differensial ko'rinishi:**  $\omega = \sigma \cdot E^2$

$\omega$  - issiqlik quvvatining hajmiy zichligi.

**Tok manbaining foydali ish koeffitsenti:**  $\eta = \frac{R}{R + r}$

**Elektroliz uchun Faradey qonunlari:**  $m = k \cdot I \cdot t$

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \quad m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \cdot I \cdot t$$

$k$  - 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

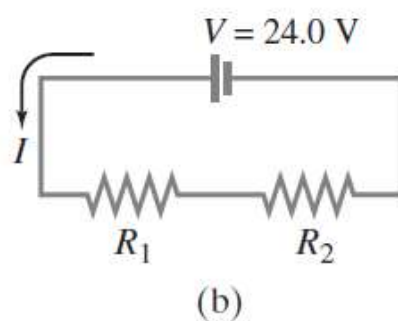
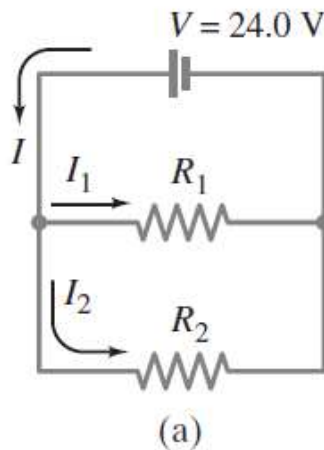
### 1-Masala. Qarshiliklarni ketma - ket va parallel ulash.

24.0 voltli batareyaga ikkita 100 Omli qarshiliklar (a) parallel va (b) ketma - ket ulangan (8- rasm). Har bir qarshilikdan qancha tok oqib o'tadi va har bir zanjir qanday ekvivalent qarshilikka ega bo'ladi?

Om qonunidan, (33.3) va (33.4) ifodalardan foydalanamiz.

**Yechim.** (a) akkumulyator batareyasidan oqib o'tuvchi to'la tok kuchi har bir qarshilik orqali ikkiga ajraladi. Shu sababli  $I$  tok ikkita qarshilikdan oqib o'tuvchi toklar yig'indisiga tengdir:

$$I = I_1 + I_2.$$



### 8- rasm. Qarshiliklarni parallel va ketma - ket ulash

Har bir qarshilikdagi potentsiallar farqi batareya klemmlaridagi kuchlanishga teng  $U = 24.0V$ . Har bir qarshilikka Om qonunini qo'llasak, quyidagiga ega bo'lamiz  $I = U/R_1 + U/R_2 = 24.0V/100Om + 24.0V/100Om = 0.24A + 0.24A = 0.48A$ .

Ekvivalent qarshilik quyidagiga teng

$$R_{ekv} = U/I = 24.0V/0.48A = 50Om.$$

Demak,  $R_{ekv} = 50Om.$

(b) Batareyadan kelayotgan barcha tok avval  $R_1$ , keyin  $R_2$  qarshilikdan o'qib o'tadi (8 b - rasm). Shunday qilib, ikkita qarshilikdan bir xil  $I$  tok oqib o'tadi; batareyaning  $U$  potentsiallar farqi ikkita qarshilikka tushgan to'la kuchlanish tushishiga teng bo'ladi

$$U = U_1 + U_2.$$

Om qonunidan quyidagiga ega bo'lamiz  $U = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$ , demak

$$I = U/R_1 + R_2 = 24.0V/100Om + 100Om = 0.120A.$$

$$R_{ekv} = R_1 + R_2 = 200 Omga teng.$$

Om qonunidan foydalangan holda ham ekvivalent qarshilikni hisoblab topishimiz mumkin:

$$R_{ekv} = U/I = 24.0V/0.120A = 200 Om.$$

**2-Masala. Ketma-ket va parallel ulangan qarshiliklardan tashkil topgan zanjirlar.** 8 a - rasmda keltirilgan batareya qanday tok yetkazib berishi mumkin?

Batareyadan oqayotgan  $I$  tokning hammasi  $400Om$  li qarshilikdan o'tib, parallel ulangan  $500Om$  i  $700 Om$ li qarshiliklarda  $I_1$  va  $I_2$  toklarga ajraladi. Parallel ulangan qarshiliklarning ekvivalent qarshiligini topishga harakat qilamiz. Undan so'ng, ekvivalent qarshilikka  $400Om$ li qarshilikni ketma - ket ulanishini ko'rib chiqamiz.

**Yechim.** Parallel ulangan  $500Om$  va  $700Om$  qarshiliklarning ekvivalent qarshiligini quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin

$$1/R_P = 1/500 Om + 1/700 Om = 0.0034 Om^{-1}.$$

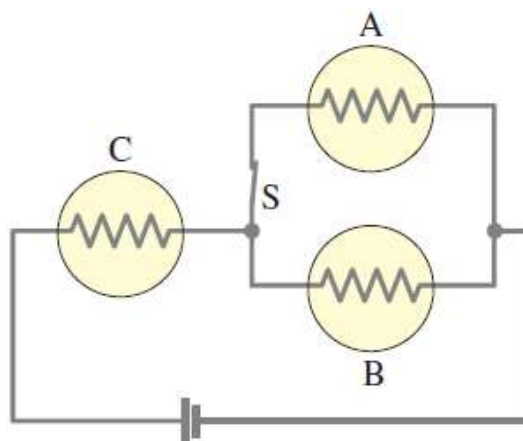
$$R_P = 1/0.0034 Om = 290 Om.$$

Bu  $290 Om$  ikkita parallel ulangan qarshiliklarning ekvivalent qarshiligidir. Umumiy ekvivalent qarshilikni topish uchun  $400Om$  qarshilikka  $R_P = 290Om$  qarshilikni ketma - ket ulaymiz (8b - rasm).

$$R_{ekv} = 400 Om + 290 Om = 690 Om.$$

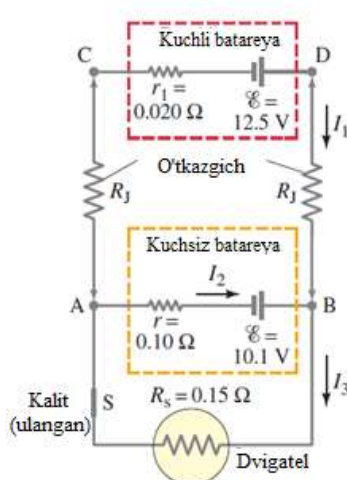
Batareyadan oqib o'tuvchi umumiy tok quyidagiga teng

$$I = U/R_{ekv} = 12.0V/690 \text{ Om} = 0.0174 \text{ A} \approx 17 \text{ mA}.$$



9- rasm.

**3-Masala. Avtomobil dvigatelini ishga tushirish.** Avtomobil dvigatelini ishga tushirish uchun juda katta quvvatga ega bo'lmagan yaxshi akkumulyatordan foydalaniladi. Yaxshi batareya 12.5V EYuKga va 0.020Om ichki qarshilikka ega bo'lsin. Kuchsiz batareya 10.1V EYuK va 0.10Om ichki qarshilikka ega deb faraz qilamiz. Batareyalarni ulash uchun diametri 0.50sm, uzunligi 3.0m bo'lgan mis kabel sim ishlatiladi va 10- rasmda ko'rsatilgandek ulanadi. Starterni  $R_c = 0.15Om$ li qarshilik ko'rinishda tasavvur qilamiz. (a) starterga kuchsiz batareya va (b) yaxshi batareya ulangandagi tok kuchini aniqlang.



10- rasm. Avtomobil dvigatelini ishga tushirish

Asosan Kirxgoff qoidalarini qo‘llaymiz. Birinchi navbatda o‘lchovlari va solishtirma qarshiligidan ( $\rho = 1.68 \times 10^{-8} \text{ Om.m}$ ) foydalanib, mis kabel simlarning qarshiligini aniqlaymiz.

**Yechim.** (a) Kuchsiz akkumulyatorli va ulash kabellarisiz chizmani olamiz: 10.1Vli EYuK ketma - ket ulangan qarshiliklarga  $0.10\text{Om} + 0.15\text{Om} = 0.25\text{Om}$  ulangan. Shu sababli tok qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$I = U/R = (10.1\text{B})/(0.25\text{Om}) = 40\text{A} \quad (a)$$

(b) Yaxshi va kuchsiz batareyalarni ulaydigan kabel simlarning qarshiliklarini aniqlaymiz.

$$R_1 = \rho l/S = (1.68 \times 10^{-8} \text{ Om.m}) (3.0\text{m}) / \pi (0.25 \times 10^{-2} \text{m})^2 = 0.0026 \text{ Om}.$$

Kirxgofning tugunlar qoidasini, to‘la tashqi tugunga qo‘llash orqali, umumiy qarshilik qiymatiga ega bo‘lamiz

$$12.5\text{V} - I_1 (2R_1 + r_1) - I_3 R_3 = 0$$

$$12/5\text{B} - I_1 (0.025 \text{ Om}) - I_3(0.15\text{Om}) = 0$$

Bu yerdan

$$(2R_1 + r_1) = (0.0052 \text{ Om} + 0.020 \text{ Om}) = 0.025 \text{ Om}$$

Pastki tugun, kuchsiz batareya va starter uchun tugunlar qoidasini qo‘llasak

$$10.1\text{B} - I_3(0.15 \text{ Om}) - I_2(0.10 \text{ Om}) = 0$$

B nuqta uchun tugunlar qoidasi qo‘llasak

$$I_1 + I_2 = I_3$$

ega bo‘lamiz. Endi uchta noma’lumli uchta tenglamaga ega bo‘ldik. (B) tenglamadan  $I_1 = I_3 - I_2$  ni aniqlaymiz va uni (a) tenglamaga qo‘ysak:

$$12.5\text{B} - (I_3 - I_2) (0.025 \text{ Om}) - I_3(0.15 \text{ Om}) = 0$$

$$12.5\text{V} - I_3 (0.175 \text{ Om}) + I_2(0.025 \text{ Om}) = 0$$

Bu tenglamalarni (b) tenglama bilan muvofiqlashtirish orqali quyidagiga ega bo‘lamiz

$$12.5\text{B} - I_3(0.175\text{Om}) + (10.1\text{V} - I_3(0.15\text{Om}))/0.10\text{Om})(0.025\text{Om}) = 0$$

yoki

$$I_3 = (12/5B + 2.5V)/(0.175 \text{ Om} + 0.375 \text{ Om}) = 71A.$$

Qolgan toklar quyidagi qiymatga ega bo'ladilar:

$I_2 = -5A$  va  $I_1 = 76A$ . 10.1 – voltli kuchsiz batareya klemmalaridagi kuchlanish, zaryadlanayotgan vaqtda quyidagiga teng bo'ladi

$$U_{ba} = 10.1V - (-5A)(0.10 \text{ Om}) = 10.6V$$

**4-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: Yechilishi: Masalani yechish uchun zanjirning to'la qismi

$$\varepsilon = 4,2V$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$d = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$I = 0,6A$$

$$\rho = 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}$$

Topish kerak:  $r$ ?

uchun Om qonuni ifodasini yozamiz:  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$

bundan,  $r = \frac{\varepsilon}{I} - R$ . Tashqi qarshilikni  $R = \rho \frac{l}{S}$

formuladan topamiz. 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: 
$$r = \frac{4,2}{0,6A} \cdot 5,4 \text{ Om} = 1,6 \text{ Om} \quad \text{Javob: } r = 1,6 \text{ Om}.$$

**5-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:

$$R_g = 19,8 \text{ Om}$$

$$I_g = 10 \text{ mA} = 10^{-2} \text{ A}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

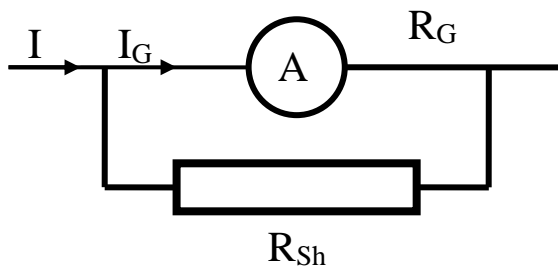
$$U = 10 \text{ B}$$

$$\rho = 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}$$

Topish kerak:  $R_{sh}$  - ?  $R_k$  - ?

Yechilishi: Galvanometrda ampermetr sifatida foydalanish uchun, unga  $R_{sh}$  shunt (rezistor) parallel ulanadi (11-rasm). Shunt qarshiligini parallel ulash qoidasi bo'yicha hisoblash mumkin:

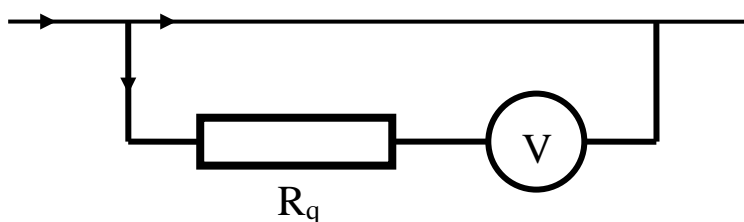
$$I_{Sh} = I - I_G; \quad \frac{R_G}{R_{Sh}} = \frac{I_{Sh}}{I_G};$$



11-rasm

$$\frac{R_G}{R_{Sh}} = \frac{I - I_G}{I_G} = n - 1 \quad \text{Bunda, } n = \frac{I}{I_G},$$

$$R_{Sh} = \frac{R_G}{n - 1}, \quad R_{Sh} = \frac{19,8 \text{Om}}{999} = 0,02 \text{Om}$$



12-rasm

Galvanometrdan voltmetr sifatida foydalanilganda, unga ketma-ket qilib qo'shimcha qarshilik  $R_Q$  ulanadi (12-rasm). U kuchlanish tushishi  $R_G$  va  $R_Q$  qarshiliklarda proporsional taqsimlanadi:

$$\frac{U - U_G}{U_G} = \frac{R_Q}{R_G}; \quad \frac{U}{U_G} - 1 = \frac{R_Q}{R_G}; \quad R_Q = (n-1)R_G$$

bunda, 
$$n = \frac{U}{U_G} = \frac{U}{I_G R_G} \quad n = \frac{10 \text{V}}{0,01 \text{A} \cdot 19,8 \text{Om}} \approx 50$$

$$R_Q = 49 \cdot 19,8 \text{Om} \approx 970 \text{Om}$$

Javob:  $R_{Sh} = 0,02 \text{Om}$ ,  $R_Q = 970 \text{Om}$ . Demak galvanometr shuntlangan holda ulanadi.

**6-Masala.** Foydali ish koeffitsenti 70% bo'lgan minorali kran 0,55 m/s o'zgarmas tezlikda 49 kN yukni ko'tarmoqda. Kuchlanishi 380 V bo'lgan tarmoqda ishlanayotgan elektr dvigateldagi tok kuchini aniqlang.

Berilgan: Yechilishi: Masalani yechish uchun, foydali ish koeffitsenti  
 $\eta=70\%$  formulasini foydali  $N_F=P \cdot \vartheta$  va sarflangan umumiy  $N_{um}=I \cdot U$   
 $P=4,9 \cdot 10^4 N$  quvvatlar nisbati ko'rinishida yozamiz:  $\eta = \frac{P \cdot \vartheta}{I \cdot U} \cdot 100\%$   
 $\vartheta=0,55 \text{ m/s}$   
 $U=350B$

Topish kerak: I-?

bundan, tok kuchini topamiz:  $I = \frac{P \cdot \vartheta}{\eta \cdot U} \cdot 100\%$

$$I = \frac{4,9 \cdot 10^4 N \cdot 0,55 m/s \cdot 100\%}{70\% \cdot 380V} \approx 101A$$

Javob: I=101 A.

**7-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?

Yechilishi: Masalani yechish uchun, Joule-Lens

Berilgan:

$R_1=40\text{Om}$

$R_2=80\text{Om}$

$Q_1=3 \cdot 10^5 \text{ J}$

Topish kerak:

$Q_1-?, Q_2-?$

qonunidan foydalanamiz:  $Q_1 = \frac{U^2}{R_1} \cdot t,$

$Q_2 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t$  (1) Bu tenglamalarni hadma-had bo'lib

$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1},$   $Q_2$  ni topamiz va hisoblaymiz:

$$Q_2 = \frac{R_1 \cdot Q_1}{R_2} \quad Q_2 = \frac{40\text{Om} \cdot 3 \cdot 10^5 \text{ J}}{80\text{Om}} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J}$$

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:

$$Q = \frac{Q_1 \cdot R_1}{R_1 + R_2} \quad Q = \frac{3 \cdot 10^5 J \cdot 40 \text{Om}}{120 \text{Om}} = 1,0 \cdot 10^5 J$$

Javob:  $Q_2 = 1,5 \cdot 10^5 J$ ;  $Q = 1,0 \cdot 10^5 J$ .

### 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:  $N=200$  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 kg bo'lgan mis sim chulg'ami 22,5 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 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  $6 \text{ A/mm}^2$ . 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.

$$J: l=500 \text{ m}; d=10^{-3} \text{ m}; m=1 \text{ mm}$$

**20.** Mis simli g'altak chulg'amining qarshiligi  $14^{\circ}\text{S}$  da  $10 \text{ Om}$  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  $20 \text{ Om}$  va uchlaridagi kuchlanish  $12 \text{ V}$  bo'lgan o'tkazgich ko'ndalang kesimi orqali,  $30 \text{ s}$  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  $50 \text{ A}$  va  $220 \text{ V}$  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  $60 \text{ A}$ , tarmoqdagi kuchlanish esa,  $220 \text{ V}$  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  $120 \text{ V}$  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  $120 \text{ Om}$ .

$$J: 1)W=13,8 \text{ MJ}; 2)W=864 \text{ kJt}; 3)W=3,46 \text{ MJ}$$

**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 ( $\text{Om}$ )?

$$J: R=4 \text{ Om}$$

**26.** Agar, ikki elektrodli lampaning anodiga har sekundda  $3 \cdot 10^{16}$  ta elektron yetib borsa, anod toki ( $\text{mA}$ ) nimaga teng bo'ladi?  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ .  $J: I=4,8 \text{ mA}$

**27.** Ko'ndalang kesim yuzi  $0,5 \text{ mm}^2$  va uzunligi  $2 \text{ m}$  bo'lgan o'tkazgichning qarshiligiga teng qarshilik hosil qilish uchun, o'sha materialdan yasalgan va ko'ndalang kesim yuzi  $10 \text{ mm}^2$  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:  $I=3$  A

**29.** Agar, alyuminiy o'tkazgichdan o'tayotgan tok zichligi  $2 \cdot 10^6$  A/m<sup>2</sup> bo'lsa, o'tkazgich ichidagi maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi? Alyuminiyning solishtirma qarshiligi  $2,8 \cdot 10^{-8}$  Om·m ga teng. J:  $E=5,6$  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:  $I=5$  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:  $R=100$  Om

**33.** Bir metrining massasi 55 kg bo'lgan, 2 km uzunlikdagi po'lat relsning qarshiligini aniqlang (Om). Po'latning zichligi  $7,8 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>, solishtirma qarshiligi  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Om. J:  $R=0,034$  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:  $I=2$  A

**35.** Ko'ndalang kesimi 1,25 mm<sup>2</sup> bo'lgan mis simdan 8 A tok o'tmoqda. Elektronlarning konsentratsiyasi  $n = 8 \cdot 10^{22}$  sm<sup>-3</sup> bo'lsa, ularning tartibli harakat tezligi qanday bo'ladi?  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Kl. J:  $v=0,5$ mm/s

**36.** Alyuminiy o'tkazgichdan o'tayotgan tok zichligi  $2 \cdot 10^5$  A/m<sup>2</sup> bo'lsa, o'tkazgich ichidagi maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi? Alyuminiyning solishtirma qarshiligi  $2,8 \cdot 10^{-8}$  Om·m. J:  $E=5,6 \cdot 10^{-3}$  V/m

**37.** Qarshiligi 330 Om bo'lgan isitgichdan o'tayotgan tokning kuchi qanday bo'lganda, 0<sup>o</sup>S temperaturadagi 4 g muz 4 s da erib ketadi? Muzning solishtirma erish issiqligi  $3,3 \cdot 10^5$  J/kg ga teng. J:  $I=1$  A

**38.** Nikelin va ruxdan yasalgan o'tkazgichlar, bir xil massaga va qarshilikka ega. Qaysi o'tkazgich uzunroq va necha marta uzun? Nikelining 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 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 Om va ampermetr shuntining qarshiligi 0,06 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 kVt·soat energiya sarflangan bo'lsa, elektroliz vaqtida ajralgan misning massasi qanday (kg)? Vanna klemmlaridagi kuchlanish 10V. Qurilmaning F.I.K. 75%. Misning elektrokimyoviy ekvivalenti

$\kappa = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/Kl}$ . J:  $m=0,89 \text{ kg}$

## V BOB. ELEKTROMAGNETIZM

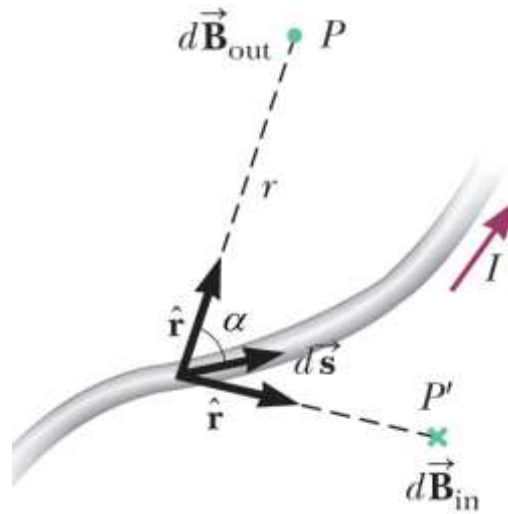


## 19-§. ELEKTROMAGNETIZM

Bio-Savar-Laplas qonuni bo'yicha, I tok o'tayotgan kontur elementi  $dl$  fazoning biror A nuqtasidagi induksiyasi

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I [d\vec{l} \times \vec{r}]}{r^3} \quad \text{yoki} \quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot dl \cdot \sin \alpha}{r^2}$$

ga teng magnit maydoni hosil qiladi, bunda,  $r$ - tok elementi  $dl$  dan A nuqtagacha bo'lgan masofa,  $\alpha$  radius vektor  $\vec{r}$  bilan tok elementi  $d\vec{l}$  orasidagi burchak (1-rasm).



1-rasm

$\mu_0$  - 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.

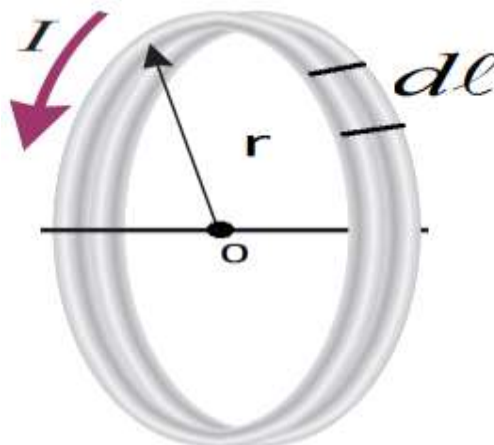
Uzunligi chekli bo'lgan to'g'ri o'tkazgich uchun

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{R} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

bunda  $\alpha_1$  va  $\alpha_2$  - o'tkazgich bilan uning uchlariga 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.



2-rasm

Aylana shaklidagi tokli konturning o'qidan  $d$  masofada yotgan nuqtadagi magnit

maydon induksiyasi:  $B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + d^2)^{3/2}}$

Magnit maydon induksiyasi  $\vec{B}$  va bu maydon kuchlanganligi  $\vec{H}$  orasidagi bog'lanish formulasi:  $\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$

bunda,  $\mu$  - muxitning nisbiy magnit kirituvchanligi.

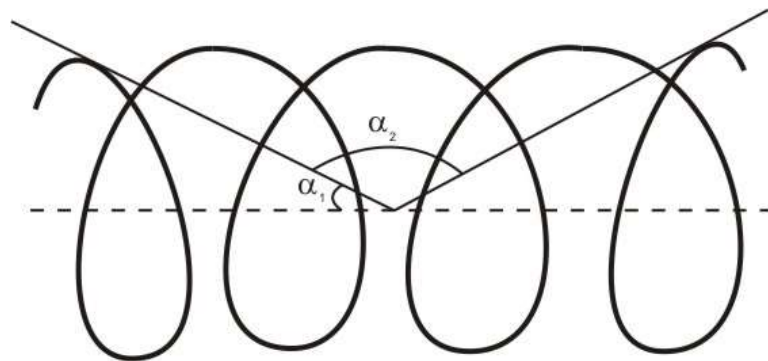
Nisbiy magnit kirituvchanlik  $\mu$  ning son qiymati har xil moddalar uchun, har xil bo'lib, ferromagnit jismlar uchun, ilovada ko'rsatilgan grafikdan foydalanib olinadi.

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,  $l$  - soleniod uzunligi.

Chekli soleniod o'qida yotgan nuqta uchun magnit maydon induksiyasi:

$$B = \mu_0 \mu \frac{I \cdot n}{2} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$





3-rasm

Bundagi  $\alpha_1$  va  $\alpha_2$  burchaklar 3-rasmda ko'rsatilgan. Chyeksiz uzun soleniod uchun  $\alpha_1=0$  va  $\alpha_2=180^0$  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,  $\alpha$   $\vec{B}_1$  va  $\vec{B}_2$  lar orasidagi burchak.

Magnit maydonining tokli o'tkazgichga ta'sir kuchi uchun Amper qonuni:  $d\vec{F} = I[\vec{B}d\vec{l}]$  yoki  $dF = IBdl \sin \alpha$

bunda,  $dl$ - tok o'tayotgan o'tkazgich elementi,  $I$  - undan o'tayotgan tok kuchi,  $\alpha$  - tok yo'nalishi bilan magnit maydon induksiyasining 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:  $\vec{P}_m = \vec{h} \cdot I \cdot S$

bunda,  $\vec{h}$  - 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

$$\vec{M} = [\vec{p} \cdot \vec{B}] \quad \text{yoki,} \quad M = p \cdot B \cdot \sin \alpha$$

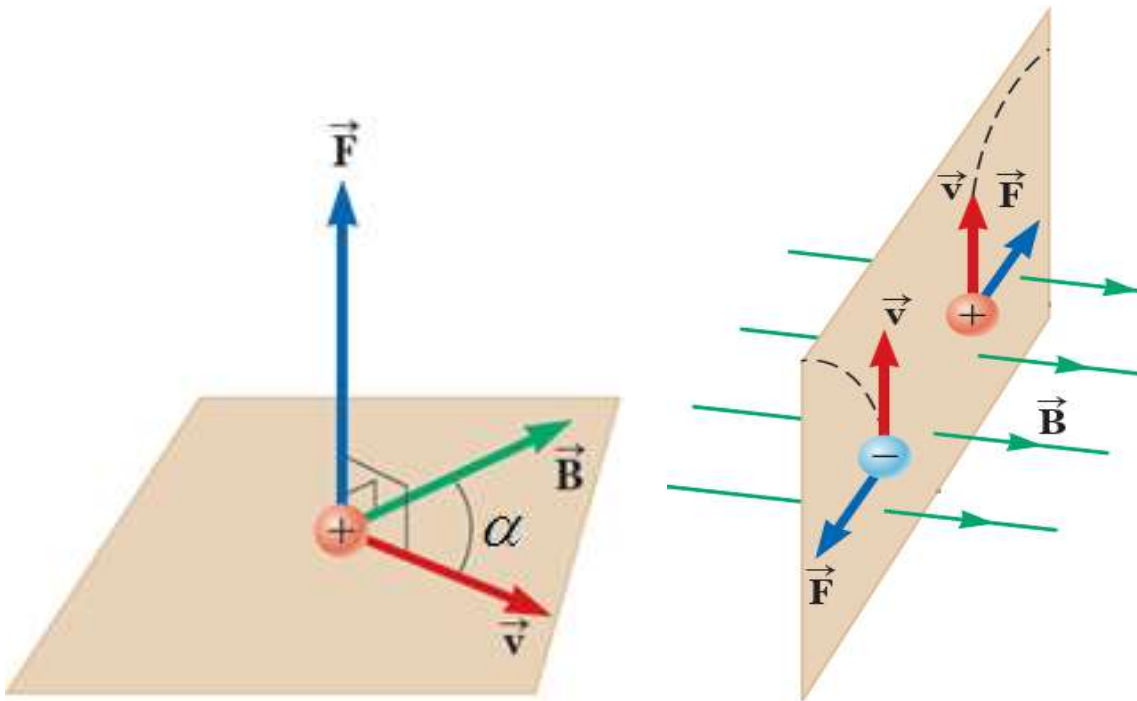
Harakatdagi elektr zaryadining magnit maydon induksiyasi va kuchlanganligi:

$$B = \mu_0 \mu \frac{q\vartheta}{4\pi r^2}; \quad H = \frac{q\vartheta}{4\pi r^2}$$

Magnit maydonida  $\vartheta$  tezlik bilan harakat qilayotgan zaryadlangan zarrachaga ta'sir etuvchi kuch (Lorens kuchi):

$$\vec{F} = q[\vec{B} \cdot \vartheta] \quad \text{ёки} \quad F = q \cdot B \cdot \vartheta \cdot \sin \alpha$$

Bu formulalarda,  $q$  - zaryad miqdori,  $V$  - magnit maydon induksiya vektori,  $\vartheta$  - zaryadning tezligi,  $\alpha$  - zaryadning harakat yo'nalishi bilan induksiya vektori orasidagi burchak.



4-rasm

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 induksiyasi oqimi:  $F = B \cdot S \cdot \cos \alpha$ . Bunda,  $S$  - kontur kesimining yuzi,  $\alpha$  - 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 siljirilganda 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:  $\varepsilon = -L \frac{dJ}{dt}$  ga teng bo'ladi.

Bunda,  $L$  - konturning induktivligi.

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.

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 induksiyasi:

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}^1$$

bunda,  $B_0$  -vakuumdagi magnit maydon induksiyasi,  $B^1$  - 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,  $\omega L$  - g'altakning induktivlik qarshiligi,  $1/\omega C$  - kondensatorning sig'im qarshiligi.

Tok va kuchlanishning effektiv va maksimal qiymatlari orasidagi bog'lanish:

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \quad U_{\text{eff}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

O'zgaruvchan tok zanjiridagi o'rtacha quvvat va ajralib chiqqan issiqlik miqdorini hisoblash formulalari:  $N_{o'r} = I_{ef} U_{ef} \cos \varphi$ ,  $Q = I^2 \cdot R \cdot t$

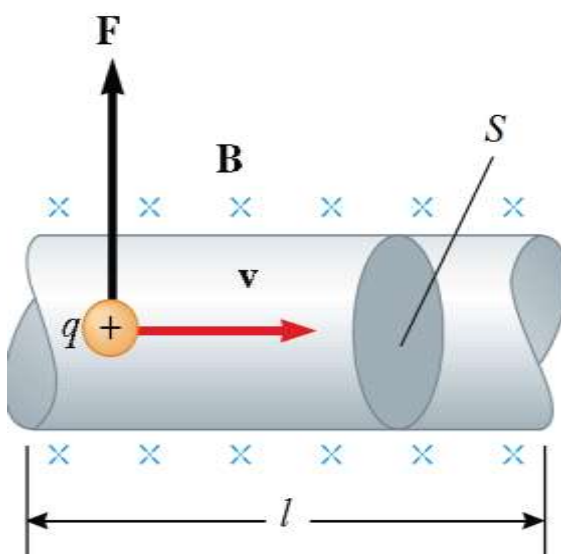
## MASALA YECHISH NAMUNALARI

**1- Masala. Lorens kuchi.** Amper kuchidan foydalangan holda Lorens kuchining ifodasini keltirib chiqaring.

$\vec{B}$  induksiyaga ega bo'lgan magnit maydonidagi tok elementiga ta'sir qiluvchi Amper kuchi quyidagiga teng

$$dF = IdlB \sin \alpha \text{ ga teng bo'lib,}$$

bu yerda  $\alpha$  – o'tkazgichdagi tok yo'nalishi va  $\vec{B}$  vektori orasidagi burchak (5 – rasm).



5–rasm. Zaryadlangan zarrachaga ta'sir etuvchi Lorens kuchi

**Yechim.**  $v$  – o'tkazgichdagi zaryadlarning tartibli harakati tezligi;  $q$  – tok tashuvchining zaryadi (metallarda  $q = -e$ ) bo'lsin. Tok elementi uchun quyidagini yozish mumkin:

$$Idl = nqvSdl = dNqv$$

bu yerda  $n = dN/dV$  – zaryadlar konsentratsiyasi,  $dN$  – hajm elementidagi zaryadlar soni  $dV = Sdl$ .

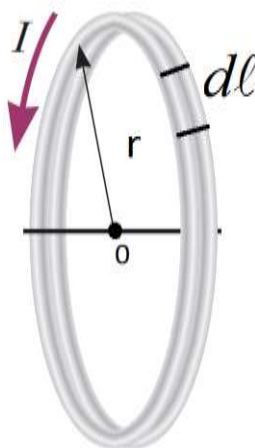
U holda magnit maydonidagi bitta zaryadga ta'sir qiluvchi kuch:

$$F_m = \frac{dF}{dN} = qvB \sin \alpha$$

yoki vektor ko‘rinishda  $\vec{F}_m = q[\vec{v}\vec{B}]$  bo‘ladi.

Bu kuch **Lorens kuchi** deb ataladi (Lorentz H., 1853-1928).

**2–masala. Magnit maydon kuchlanganligini aniqlash.** Aylana ko‘rinishdagi tokli o‘tkazgichning markazida hosil bo‘ladigan magnit maydon kuchlanganligini aniqlab ko‘ramiz (6- rasm).



6- rasm. Aylana shaklidagi tokli o‘tkazgich

**Yechim.** O‘tkazgich bo‘laklarini hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi bir xil yo‘nalishda bo‘lgani sababli, ularning yig‘indisini skalyar ko‘rinishda quyidagicha yozish mumkin,  $d\vec{\lambda} \perp \vec{r}$  bo‘lganligi uchun  $\sin \alpha = 1$  ga teng

$$H = \frac{I}{4\pi r^2} \int_{\lambda} d\lambda = \frac{I}{4\pi r^2} \cdot 2\pi r = \frac{I}{2r} ,$$

**3-Masala.** To‘g‘ri tokli o‘tkazgichning AB kesmasi o‘rtasiga o‘tkaziladigan perpendikulara, AB kesmadan 5 sm uzoqlikda turgan C nuqtadagi (6-rasm) magnit maydonning kuchlanganligi hisoblansin. O‘tkazgichdan 20 A tok o‘tadi. AB kesma C nuqtadan  $60^\circ$  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

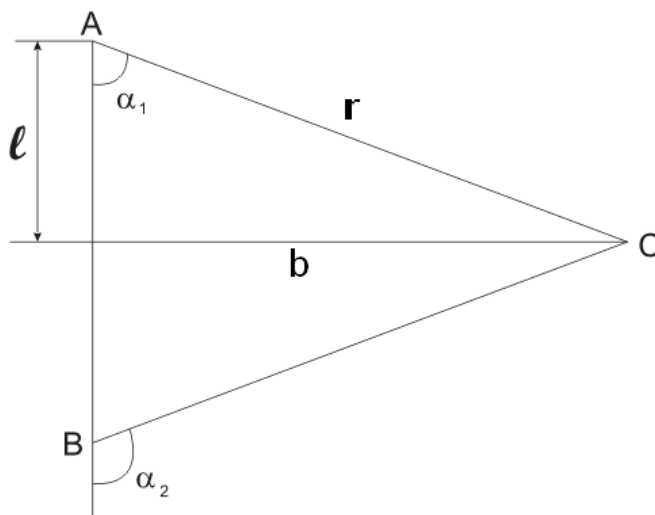
$$dH = \frac{I \cdot dl \cdot \sin \alpha}{4\pi \cdot r^2} \quad (1)$$

ga teng magnit maydoni hosil qiladi. Bu formulani bir o'zgaruvchanli tenglamaga aylantiramiz, ya'ni  $dl$  ni  $d\alpha$  orqali ifodalaymiz. 7-rasmda

$$dl = b \cdot ctg \alpha \quad (2)$$

ga teng.  $dl$  ning bu ifodasini  $\alpha$  burchak bo'yicha differenziyalab, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$dl = -\frac{b \cdot d\alpha}{\sin^2 \alpha} \quad (3)$$



7-rasm.

bu holda, C nuqtadagi magnit 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,

$$H = \frac{I}{4\pi b} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) = \frac{20}{4\pi b} (\cos 60^\circ - \cos 120^\circ) = 31,8 \frac{A}{m}$$

Javob:  $H=31,8 \frac{A}{m}$

**4-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 30 sm uzoqlikda joylashgan A nuqtadagi magnit maydon induksiyasini toping (8-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-?

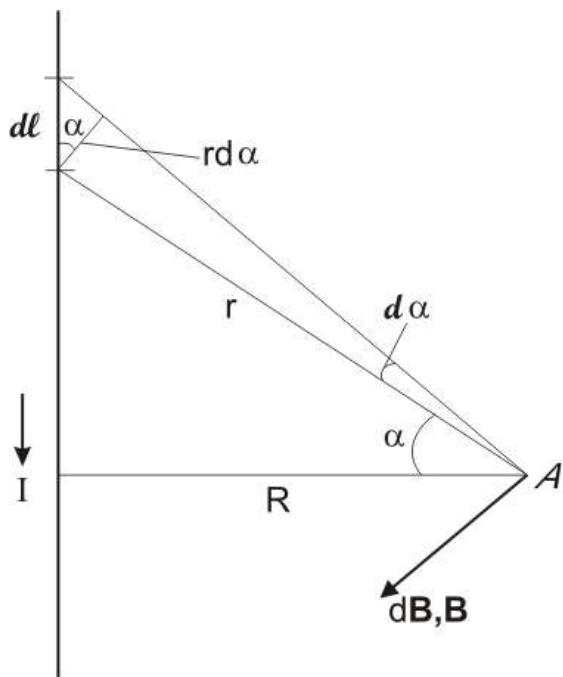
Yechilishi: Bio-Savar-Laplas qonuniga asosan,  $I \cdot dl$

tok elementi induksiyasi dB ga teng bo'lgan magnit

maydonini hosil qiladi.  $dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{r^2} \cdot dl$  (1) bu

yerda,  $\alpha$  tok elementi  $I \cdot dl$  bilan radius vektor  $r$  orasidagi burchak.





8-rasm

Rasmdan  $dl = r \frac{d\alpha}{\sin \alpha}$ ,  $r = \frac{r_0}{\sin \alpha}$  ga teng.

$dl$  va  $r$  ning bu qiymatlarini (1) tenglamaga qo'yib, integral ishorasi ostidagi ifodani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha \cdot d\alpha \quad (2) \text{ bu ifodani}$$

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:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi r_0} \cos \alpha_1 \quad (4) \text{ rasmdan}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{\frac{l}{2}}{\sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + r_0^2}} = \frac{l}{\sqrt{4r_0^2 + l^2}} \quad (5)$$

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

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^7 \cdot 50}{2\pi \cdot 30 \cdot 10^{-2}} = \frac{80 \cdot 10}{\sqrt{4(3 \cdot 10^{-2})^2 + (80 \cdot 10^{-2})^2}} = 26,7 \text{ m k Tl.}$$

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:  $V=26,7 \text{ mkTl}$

**5-Masala.** Radiusi  $R=10 \text{ sm}$  bo'lgan xalqa shaklidagi uzun o'tkazgichdan (9-rasm),  $I=80 \text{ A}$  tok oqib o'tmoqda. Xalqaning hamma nuqtalaridan bir xil  $r=20 \text{ sm}$  uzoqlikda joylashgan A nuqtadagi magnet maydon induksiyasini toping.

Berilgan:

$$R=10 \text{ sm}=0,1 \text{ m}$$

$$I=80 \text{ A}$$

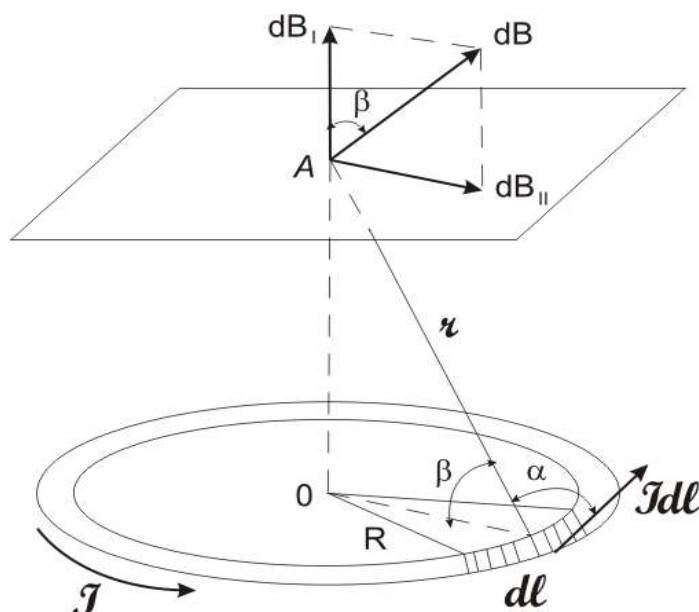
$$r=20 \text{ sm}=0,2 \text{ m}$$

Topish kerak:  $B$ -?

Yechilishi: O'ram o'qida, o'ram tekisligidan,  $a$  masofadagi magnet maydon induksiyasi quyidagi formuladan topiladi:

$$B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + a^2)^{3/2}} \quad (1)$$

(1) formulaga rasmdan foydalangan holda, ba'zi matematik o'zgartirishlar kiritib, quyidagi formulani hosil qilamiz:  $B = \frac{\mu_0 IR^2}{2r^3}$



9-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 mkTl

**6-Masala.** Har birining uzunligi 2,5 m bo'lgan va bir-biridan 20 sm masofada joylashgan ikkita to'g'ri uzun o'tkazgichlardan, bir xil miqdorda I=1000 A tok oqib o'tmoqda. Toklarning o'zaro ta'sir kuchini hisoblang.

Berilgan:

$$l=2,5 \text{ m}$$

$$d=20 \text{ sm}=0,2 \text{ m}$$

$$I=10^3 \text{ A}$$

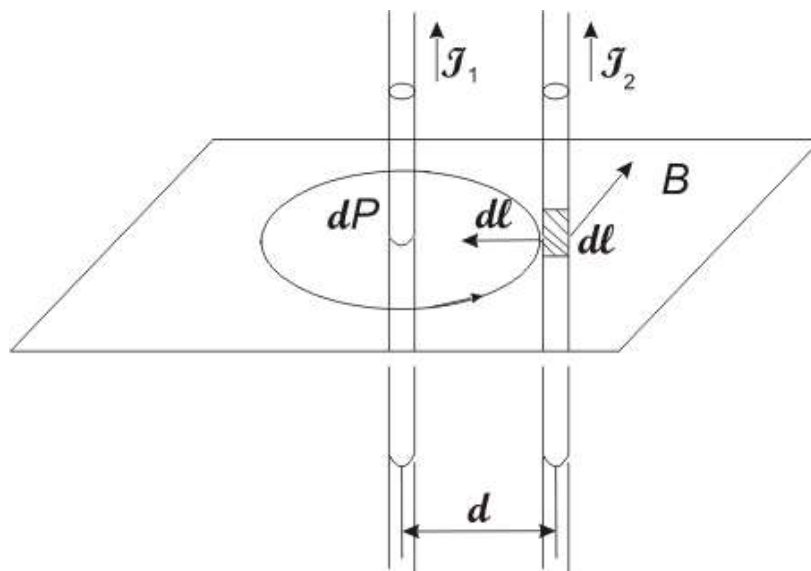
Topish kerak: F-?

Yechilishi: Tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri, ularni hosil qilgan magnit maydoni orqali yuzaga keladi. Toklar bir tomonga yo'nalgan deb faraz qilamiz. I<sub>1</sub> tok B<sub>1</sub> magnit maydoni hosil qiladi. Bu magnit maydon induksiyasining moduli

$$B_1 = \frac{\mu_0 J_1}{2\pi d} \quad (1) \text{ ga teng.}$$

Amper qonuniga muvofiq, I<sub>2</sub> tok oqib o'tayotgan ikkinchi tokli o'tkazgich uzunligini dl<sub>2</sub> elementiga, magnit maydoni tomonidan dF kuch ta'sir qiladi:

$$dF = B_1 I_2 dl_2 \cdot \sin\alpha \quad (2)$$



10-rasm.

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

$$dF = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I_2}{2\pi d} \cdot dl \quad (4) \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Toklarning o'zaro ta'sir kuchini topish uchun (4), ifodani integrallaymiz:

$$F = \frac{\mu_0 I_1 \cdot I_2}{2\pi d} \int_0^l dl = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi d} \cdot l \quad (5) \text{ } I_1=I_2=I \text{ bo'lganligidan}$$

(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:  $F=2,5 N$

**7-Masala.**  $U=6$  kV potentsiallar ayirmasi bilan tezlantirilgan electron, bir jinsli magnit maydoniga, maydon yo'nalishiga nisbatan  $\alpha=30^0$  burchak ostida uchib kiradi va spiral bo'ylab harakat qila boshlaydi. Magnit maydon induksiyasi  $B=1,3 \cdot 10^{-2}$  Vb/m<sup>2</sup>

1) Spiral o'ramining radiusi, 2) spiral qadami topilsin.

Berilgan:

$$U=6 \text{ kV}=6 \cdot 10^3 \text{ B}$$

$$\alpha=30^0$$

$$B=1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Vb/m}^2$$

$$e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$$

$$m=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Topish kerak:  $R=?$   $l=?$

Yechilishi: Magnit maydoniga uchib kirayotgan

$$\text{elektronning tezligi } \mathfrak{V} = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad (1)\text{ga teng.}$$

Bu tezlikni ikkita tashkil etuvchiga:  $\mathfrak{V}_\tau = \mathfrak{V} \cdot \cos \alpha$  - kuch

chiziqlari bo'ylab yo'nalgan tashkil etuvchiga va

$\mathfrak{V}_n = \mathfrak{V} \cdot \sin \alpha$  -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

$$\text{formuladan topiladi: } \frac{m\mathfrak{V}_n^2}{R} = e\mathfrak{V}_n B \quad (2)$$

$$R = \frac{m\mathfrak{V}_n}{eB} = \frac{m\mathfrak{V} \cdot \sin \alpha}{eB} \quad (3)$$

Bu yerda,  $\alpha$  - elektron tezligining yo'nalishi bilan maydon yo'nalishi orasidagi burchak.

$$\text{Ma'lumki, } T = \frac{2\pi R}{\mathfrak{V} \cdot \sin \alpha} \quad (4)$$

$$\text{Shu bilan birga } R = \frac{m \cdot \mathfrak{V} \cdot \sin \alpha}{eB} \quad (5) \quad \text{ni (4)-ga qo'ysak davrni}$$

yangi ifodasini olamiz, ya'ni davr elektron tezligiga bog'liq emasligi ko'rinadi.

$$T = \frac{2\pi m}{eB} \quad (6)$$

U holda, elektron vintli trayektoriyasining qadami:

$$h = \mathfrak{G}_\tau \cdot T = \frac{2\pi \cdot m \cdot \mathfrak{G} \cdot \cos \alpha}{eB} \quad (7)$$

Elektronning tezligini (1) formula yordamida aniqlab, masaladagi son qiymatlarini (3) va (7) formulalarga qo'yib, spiral o'rami radiusi va qadamini topamiz:

$$\mathfrak{G} = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 6 \cdot 10^3 \text{ V}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 1,45 \cdot 10^9 \text{ m/c}$$

$$R = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 10^7 \text{ m/c} \cdot \sin 30^0}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Vb/m}^2} = 4,375 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$h = \mathfrak{G}_\tau \cdot T = \frac{2\pi \cdot m \cdot \mathfrak{G} \cdot \cos \alpha}{eB} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^7 \text{ m/c} \cdot \cos 30^0}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Vb/m}^2} = 23,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Javob:  $R=4,375 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ;  $h=23,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ .

**8-Masala.**  $I=100 \text{ A}$  tok oqayotgan tomonlari  $a=11 \text{ sm}$  bo'lgan yassi kvadrat kontur, bir jinsli magnit maydoniga erkin o'rnatilgan ( $B=1 \text{ Tl}$ ). Tashqi kuchlar konturni, o'qqa nisbatan 1)  $\varphi_1=90^0$ , 2)  $\varphi_2=3^0$  burchaklarga burganda, bajarilgan ish  $A$  topilsin. Kontur burilganda, undagi tok kuchi o'zgarmaydi.

Berilgan:

$I=100 \text{ A}$

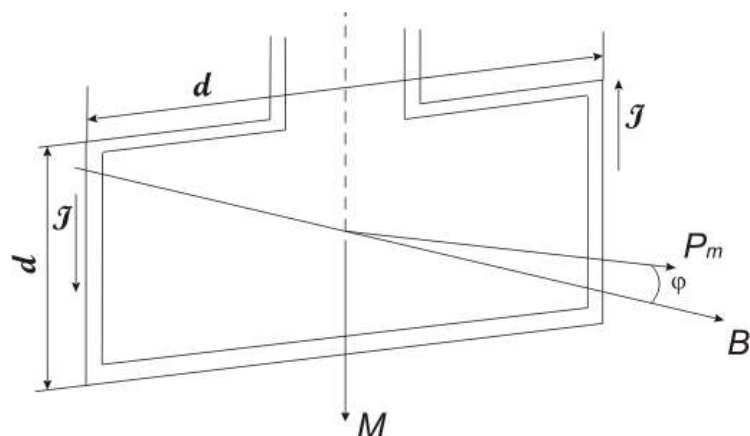
$a=10 \text{ sm}=0,1 \text{ m}$

$B=1 \text{ Tl}$

$\varphi_1=90^0$

$\varphi_2=3^0$

Topish kerak:  $A$ -?



11-rasm.

Yechilishi: Magnit maydonida tokli konturga kuch momenti ta'sir etadi (6-rasm).

$$M = P_m \cdot B \cdot \sin \varphi \quad (1)$$

Bu yerda,  $P_m = I \cdot S = I a^2$  kontur magnit momenti.  $\varphi$  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  $\varphi$  ga bog'liq), ishni hisoblash uchun differensial ko'rinishdagi ish formulasi  $dA = M d\varphi$  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:  $A_1 = 100 \cdot 1 \cdot (0,1)^2 \text{ J} = 1 \text{ J}$   
 $\varphi_2 = 3^\circ$  burchakka burilgandagi ish. Bunda  $\varphi_2$  burchak kichkina ekanligini e'tiborga olib, (2) ifodadaga  $\sin \varphi \approx \varphi$  o'zgartirish kiritamiz:

$$A_2 = I \cdot B \cdot a^2 \int_0^{\varphi} \varphi d\varphi = \frac{1}{2} I \cdot B \cdot a^2 \varphi^2 \quad (4)$$

$\varphi_2$  burchakga radianda qiymat berib, kattaliklarni son qiymatlari (4) ga qo'yib

hisoblaymiz.  $A_2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 1 \cdot (0,1)^2 \cdot (0,0523)^2 \text{ J} = 0,00137 \text{ J}$

Javob:  $A_1 = 1 \text{ J}$ ,  $A_2 = 0,00137 \text{ J}$

## 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 bissektiriasida yotgan nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. J: 77,3 A/m

3. Xalqa ko'ndalang kesimi  $S=1,0$  mm<sup>2</sup> 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 potentsiallar ayirmasiga ulanganligi topilsin.

$$J: U=\pi r l^2 / SH= 0,12 \text{ v}$$

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.

$$J: 25,8 \text{ A/m}$$

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<sup>2</sup> bo'lsa, uning magnit momentini toping. J: 0,1 A·m<sup>2</sup>

8. Aylana o'ramning markazidagi magnit maydon kuchlanganligi 500 A/m ga teng. O'ramning magnit momenti 6A·m<sup>2</sup> 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.  $J: 0,2 \text{ m}$

**10.** Elektromagnit qutblar orasida induksiyasi  $0,1 \text{ Tl}$  bo'lgan bir jinsli magnit maydoni hosil bo'ladi. Maydon kuch chiziqlariga tik o'rnatilgan  $70 \text{ sm}$  uzunlikdagi simdan,  $70 \text{ A}$  tok o'tadi. Simga ta'sir qiluvchi kuch topilsin.  $J: 4,9 \text{ H}$

**11.** Uchta parallel to'g'ri o'tkazgichlar bir-biridan  $20 \text{ sm}$  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.**  $1 \text{ A}$  tok oqib o'tayotgan parallel cheksiz uzun ikkita o'tkazgich uzunligi,  $1 \text{ metr}$ ga  $0,1 \text{ N}$  kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bu o'tkazgichlar bir-biridan qanday masofada joylashgan.  $J: 2 \text{ mkm}$

**13.** Kuchlanganligi  $225 \text{ A/m}$  bo'lgan bir jinsli magnit maydoni, uzunligi  $50 \text{ sm}$  bo'lgan, tokli o'tkazgichga  $10^{-4} \text{ N}$  kuch ta'sir qilayapti. Agar, magnit maydon kuchlanganlik chiziqlari bilan tokning yo'nalishi, orasidagi, burchak  $45^0$  bo'lsa, o'tkazgichdagi tok kuchini toping.  $J: I=0,9 \text{ A}$

**14.** Radusi  $10 \text{ sm}$  bo'lgan o'ramdan  $2 \text{ A}$  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  $0,5 \text{ metr}$  bo'lgan to'g'ri o'tkazgich induksiyasi  $20 \text{ mTl}$  bo'lgan magnit maydoni kuch chiziqlariga tik joylashganda,  $0,15 \text{ N}$  kuch ta'sir qiladi. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchini toping.  $J: 15 \text{ A}$

**16.**  $20 \text{ sm}$  uzunlikdagi simdan avval, kvadrat, so'ng doira shaklida kontur yasalgan va induksiyasi  $0,1 \text{ Tl}$  bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. Konturlarning har biriga ta'sir etuvchi kuchlarning aylantirish momenti topilsin. Konturlardan  $2 \text{ A}$  tok oqib o'tadi. Har bir kontur tekisligi, magnit maydon induksiya vektori yo'nalishi bilan  $45^0$  burchak tashkil qiladi.  $J: 1) M_1=3,53 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}, M_2=4,5 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}$

**17.** Induksiyasi  $0,1 \text{ Tl}$  bo'lgan magnit maydoniga, bo'yi  $3 \text{ sm}$  va eni  $2 \text{ sm}$  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  $60^{\circ}$  burchak ostida turganda, galvanometr g'altagiga ta'sir etadigan aylantiruvchi moment topilsin. J: 1)  $M_1=2,4 \cdot 10^{-9} \text{H} \cdot \text{m}$ ,  $M_2=1,2 \cdot 10^{-9} \text{N} \cdot \text{m}$

**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:  $F/l=0,1 \text{ H}$

**20.** Uzunligi 0,2 m va massasi 5 g bo'lgan to'g'ri o'tkazgich, gorizontol 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  $F_{\text{tar}}=39,2 \text{mN}$ . J:  $I=3 \text{A}$

**21.** Radiusi 20 sm bo'lgan o'ramdan,  $I=50 \text{ A}$  tok oqib o'tmoqda. O'ram induksiyasi,  $B=0,2 \text{ Tl}$  bo'lgan bir jinsli magnit maydonga joylashtirilgan. Agarda, o'ram tekisligi induksiya chiziqlari bilan  $60^{\circ}$  burchak hosil qilsa, o'ramga ta'sir etayotgan kuch momenti aniqlansin. J:  $M_1=1,1 \text{ N} \cdot \text{m}$

**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:  $B=\mu_0 \mu I n/l =62,8 \text{ Tl}$

**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.**  $q=1,6 \cdot 10^{-19}$  Kl zaryadga ega bo'lgan zarracha,  $N=5 \cdot 10^3$  A/m kuchlanganlikka ega bo'lgan bir jinsli maydonga,  $10^5$  m/s tezlikda kirib kelgan. Unga ta'sir etuvchi kuch topilsin. J:  $1 \cdot 10^{-16}$  N.

**26.** Induksiyasi 0,002 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonga,  $2 \cdot 10^6$  m/s tezlikda, elektron kirib keldi. Elektron trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin. J:  $R=5,68 \cdot 10^{-3}$  m.

**27.** Induksiyasi  $10^{-3}$  Tl bo'lgan bir jinsli maydonda, 2 sm radiusli aylana bo'ylab harakatlanayotgan, elektronning tezligi topilsin.

$$J: \vartheta=0,35 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

**28.** To'g'ri chiziqli uzun o'tkazgichdan, 3 mm masofada kinetik energiyasi  $8 \cdot 10^{-19}$  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:  $F=4 \cdot 10^{-3}$  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:  $W_k=500 \cdot 10^{-19}$  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:  $F=4 \cdot 10^{-16}$  H

**31.** Tezligi  $4 \cdot 10^7$  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:  $a_\tau=0$ ,  $a_n=7 \cdot 10^{15}$  m/c<sup>2</sup>

**32.**  $4,8 \cdot 10^{-17}$  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.

$$J: F=2,8 \cdot 10^{-2} \text{ N}; R=8 \cdot 10^{-2} \text{ m}; \vartheta=8 \cdot 10^{15} \text{ m/s}$$

**33.** Induksiyasi 10 mTl bo'lgan bir jinsli magnit maydonga, induksiya chiziqlariga perpendikulyar ravishda, elektron  $W_k=300$  keV kinetik energiya bilan

uchib kiradi. Elektronning harakat traektoriyasini egrilik radiusi qanday? J:  $R=4\cdot 10^{-3}$  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:  $W=140,8\cdot 10^{-16}$  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  $1,92\cdot 10^{-15}$  J ga teng bo'lganda, uning zaryadi topilsin. J:  $q=3,2\cdot 10^{-19}$  Kl

**36.** Tomonlari 4 santimetrdan bo'lgan kvadrat ramka, kuchlanganligi  $\frac{1}{4\pi}$  A/m bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashgan. Ramka tekisligi, maydon yo'nalishi bilan  $45^0$  burchak hosil qiladi. Ramkadan o'tuvchi magnit oqimi topilsin.

J:  $\Phi=1,13\cdot 10^{-4}$  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:  $\Phi=0,157$  Vb

**38.** Kuchlanganligi  $7,96\cdot 10^4$  A/m bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, yuzasi  $16$  sm<sup>2</sup> bo'lgan ramka, 2 ayl/s tezlik bilan aylanmoqda. Ramkadan o'tuvchi magnit oqimining eng katta qiymati topilsin. J:  $\Phi_{\max}=1,6\cdot 10^{-4}$  Vb

**39.** Uzunligi 25 sm bo'lgan o'zaksiz solenoidning magnit oqimi  $5\cdot 10^{-6}$  Vb bo'lsa, solenoidning magnit momenti topilsin. J:  $P_m=1$  A·m<sup>2</sup>

**40.** Radiusi 10 sm bo'lgan halqa induksiyasi, 0,318 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan. Halqa tekisligi, magnit induksiyasi chiziqlari bilan,  $30^0$  burchak hosil qiladi. Halqaning kesib o'tuvchi magnit oqimi topilsin. J:  $\Phi_{\max}=1,5\cdot 10^{-2}$  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 magnet 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 magnet 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 magnet momenti  $P_m=0,4 \text{ A} \cdot \text{m}^2$  bo'lgan solenoidni kesib o'tuvchi magnet oqimi aniqlansin. J:  $\Phi=1 \cdot 10^{-6} \text{ Vb}$

**44.** Yuzasi  $20 \text{ sm}^2$  bo'lgan yassi kontur induksiyasi, 0,03 Tl bo'lgan bir jinsli magnet maydonida joylashgan. Agar, kontur tekisligi magnet induksiya chiziqlari bilan  $60^\circ$  burchak hosil qilsa, konturni kesib o'tayotgan magnet 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  $9 \text{ sm}^2$ . G'altakning induktivligi hamda g'altak ichiga temir o'zak kiritilgandagi induktivligi topilsin. Shu sharoitdagi o'zak materialining magnet 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  $l=25 \text{ sm}$  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'aming 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  $20 \text{ sm}^2$  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 magnet kirituvchanligi topilsin. J:  $\mu=1400$

**49.** Temir o'zakli solenoid ko'ndalang kesimining yuzi  $10 \text{ sm}^2$ . Ko'ndalang kesim yuzini, kesib o'tuvchi magnet oqimi  $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ Vb}$  ga teng bo'lgan holda, o'zak materialining magnet kirituvchanligi topilsin. J:  $\mu=1400$

**50.** Temir o'zakli, uzunligi 50 sm, ko'ndalang kesimini yuzi  $10 \text{ sm}^2$  va

o'ramlar soni 1000 bo'lgan solenoid berilgan. Solenoid chulg'amidan  $I_1=0,1$  A,  $I_2=0,2$  A va  $I_3=2$  A tok o'tgandagi uning induktivligi topilsin.

J:  $L_1=9$  Gn;  $L_2=5,8$  Gn;  $L_2=0,83$  Gn

**51.** Ikkita g'altak bitta umumiy o'zakka o'ralgan. Birinchi g'altakning induktivligi 0,2 Gn, ikkinchisidiki esa, 0,8 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'zgarganda, kuchlanish 0,08 V ga teng bo'lsa, uning induktivligi qancha bo'lgan? J:  $L=1,6$  mGn

**53.** Yuzasi  $10$  sm<sup>2</sup> 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:  $L=10^{-2}$  Gn

**54.** Induksiyasi  $0,5$  Vb/m<sup>2</sup> 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;  $N=2 \cdot 10^{-2}$  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:  $A=0,5$  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:  $\omega=2 \cdot 10^{-2}$  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:  $A/l=8,3 \cdot 10^{-5} \text{ J/m}$

**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 oralig'ini ikki marta ortishida (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) bajarilgan ish 0,055 j/m ga teng bo'lsa, har bir o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi topilsin. J:  $I_1= I_2=20 \text{ A}$

**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,  $60^\circ$  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,  $10^{-3} \text{ j}$  ish bajarilgan. Qutbning magnit induksiya oqimini hisoblang. J:  $\Phi=2 \cdot 10^{-5} \text{ Vb}$

**61.** Doiraviy kontur tekisligi, magnit maydoniga, maydon kuch chiziqlari bilan  $90^\circ$  burchak tashkil etadigan qilib o'rnatilgan. Magnit maydon kuchlinganligi 0,159A/m. Konturning radiusi 2 sm bo'lib, undan 2 A tok o'tadi. Konturning, kontur diametriga mos keluvchi o'q atrofida  $90^\circ$  ga burish uchun, qancha ish bajarish kerak?

$$\text{J: } A=5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

**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 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 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:  $\varepsilon=0,45$  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:  $\varepsilon=0,067$  V

**66.** Diametri 10 sm bo'lgan, 500 o'ramli g'altak, magnit maydonida turibdi. Magnit maydonining induksiyasi 0,1 s davomida, 0 dan 2 Vb/m<sup>2</sup> gacha ko'payganda, g'altakdagi induksiya elektr yurituvchi kuchning o'rtacha qiymati, qancha bo'ladi? J:  $\varepsilon=15,7 \cdot 10^2$  V

**67.** Reaktiv dvigatelli samolyotning tezligi 950 km/soat. Agar, yer magnit maydoni kuchlanganligining vertikal tashkil etuvchisi  $4 \cdot 10^{-5}$  A/m va samolyot qanotining qulochi 12,5 m bo'lsa, samolyot qanotlarining uchida hosil bo'luvchi induksiya, elektr yurituvchi kuch topilsin. J:  $\varepsilon=165$  mV

**68.** Induksiyasi  $5 \cdot 10^{-2}$  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.** Induksiyasi 10 mTl bo'lgan bir jinsli magnit maydonida, aktiv qismining uzunligi 0,25 m bo'lgan o'tkazgich, magnit induksiyasi vektoriga, 30° burchak ostida 5 m/s tezlik bilan harakatlenganda 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 induksiyasi 0,2 Tl ga teng. J:  $\vartheta=5$  m/s

**71.** Ko'ndalang kesimi 100 sm<sup>2</sup> bo'lgan 100 ta o'ramdan iborat g'altak, 5 ayl/s tezlik bilan induksiyasi 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.** Induksiyasi 0,2 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonda, yuzasi 15 sm<sup>2</sup>



bo'lgan, 100 ta o'ramli g'altak 5 ayl/s chastota bilan aylanmoqda. Aylanish o'qi, g'altak o'qi va maydon induksiyasi chiziqlariga perpendikular. G'altakdagi maksimal induksiya elektr yurituvchi kuch aniqlansin. J:  $\varepsilon_{\max}=0,94$  V

**73.** Induksiyasi 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 sm<sup>2</sup>. Aylanuvchi g'altakdagi maksimal induksion elektr yurituvchi kuch topilsin. J:  $\varepsilon_{\max}=250$  V

**74.** Energiyasining hajmiy zichligi 0,4 J/m<sup>3</sup> 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:  $L=7,5 \cdot 10^{-2}$  Gn

**76.** Uzunligi 50 sm va ko'ndalang kesimning yuzi 2 sm<sup>2</sup> bo'lgan solenoid  $2 \cdot 10^{-7}$  Gn induktivlikka ega. Solenoid ichidagi magnit maydoni energiyasining hajm zichligi 10<sup>-3</sup> J/m<sup>3</sup> bo'lishi uchun, solenoiddan qancha tok o'tishi kerak? J: I=1 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 A;  $W_{\text{mag}}=1$  J

**78.** Solenoidda tok kuchi 10 A bo'lganda, 0,5 Vb magnit oqim hosil bo'ladi. Solenoid magnit maydoning energiyasini toping. J:  $W_{\text{mag}}=2,5$  J

**79.** Kichik diametrli va 30 sm uzunlikdagi solenoid ichida, magnit maydon energiyasining hajmiy zichligi 1,75 J/m<sup>3</sup> ga teng bo'lishi uchun, Amper-o'ramlar soni qancha bo'lishi kerak? J: IN=500 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<sup>2</sup>, o'rta chizig'ining uzunligi 30 sm va o'tayotgan tok 6 A bo'lsa, po'lat o'zakda magnit maydon energiyasi topilsin. J:  $W_{\text{mag}}=13,5$  J

**81.** Induktivligi  $0,2 \text{ Gn}$  bo'lgan solenoid chulg'amlaridan  $10 \text{ A}$  tok oqmoqda. Solenoid magnit maydoni energiyasi  $W$  ni aniqlang. J:  $W_{\text{mag}}=10 \text{ J}$

**82.** Zanjir uzilgandan  $0,01 \text{ s}$  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  $6 \text{ mVb}$ . 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  $10^{-3} \text{ Gn}$  induktivlikka ega g'altakdan iborat kontur, qanday to'lqin uzunlikka sozlangan? Kontur qarshiligi xisobga olinmasin. J:  $\lambda=1787 \text{ m}$

**85.** Sig'imi  $890 \text{ mkf}$  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'zgaradigan tebranish konturini, qanday to'lqin diapazoniga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda kichik. J:  $2383 \text{ m}$  dan  $3152 \text{ m}$  gacha to'lqin diapazoniga sozlash mumkin.

**87.**  $2 \text{ mkF}$  sig'imli kondensator ulangan tebranish konturida  $1000 \text{ Gs}$  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  $10 \text{ sm}^2$  va ular oraliqlari  $0,1 \text{ mm}$  bo'lgan yassi kondensatorga ulangan. Agar, kontur  $750 \text{ m}$  uzunlikdagi to'lqinga rezonanslashsa, plastinkalar oralig'ini to'ldiruvchi muhitning dielektrik singdiruvchanligi nimaga teng? J:  $\epsilon=6$

**89.** Sig'imi  $0,25 \text{ mkf}$  bo'lgan kondensator va induktivligi  $\cdot 10^{-3} \text{ Gn}$  g'altakdan tebranish konturi yasalgan. Kontur qanday to'lqin uzunlikka moslangan? J:  $29788 \text{ m}$

**90.** Induktivligi  $4 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$ , sig'imi  $4 \cdot 10^{-4}$  dan  $7 \cdot 10^{-4} \text{ mkF}$  gacha o'zgaradigan

oladigan tebranish konturini, qanday to'liqin diapazoniga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda kichik. J: 2383 m dan 3152 m gacha to'liqin diapazoniga sozlash mumkin.

**91.** Sig'imi  $6 \cdot 10^{-4}$  mkF va induktivligi  $5 \cdot 10^{-3}$  Gndan  $65 \cdot 10^{-2}$  Gn gacha o'zgara oladigan tebranish konturini, qanday to'liqin diapazoniga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda kichik. J: 3264 m dan 5925 m gacha bo'lgan to'liqin diapazoniga sozlanadi.

**92.** Tebranish konturiga,  $5 \cdot 10^{-9}$  F sig'imli kondensator ulangan, 750 metr to'liqin uzunligiga moslash uchun, qanday induktivlikka ega bo'lgan g'altak ulanishi kerak? J:  $L=5 \cdot 10^{-3}$  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:  $L=6,76$  Gn

**94.** Plastinkalarining yuzasi  $S=11$  sm<sup>2</sup> va ular orasidagi masofa  $d=0,2$  mm bo'lgan yassi kondensatorga, induktivligi  $L=6 \cdot 10^{-5}$  Gn bo'lgan g'altak ulangan. Agar, kontur 900 m uzunlikdagi to'liqinga 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'liqin uzunligi topilsin. J:  $T=10^{-3}$  s;  $L=12,7$  mGn;  $\lambda=3 \cdot 10^5$  m

**96.** 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga, uzunligi 30 sm, ko'ndalang kesimining yuzi 25 sm<sup>2</sup> va o'ramlar soni 2500 bo'lgan g'altak ulangan. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi  $60^\circ$  bo'lsa, G'altakning aktiv qarshiligini toping. J:  $R=11,86$  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:  $I=37,7$  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:  $Z=789 \text{ Ohm}$ ;  $I=0,14 \text{ A}$

**99.** Uzunligi 60 sm va diametri 10 sm bo'lgan g'altakning chulg'ami, ko'ndalang kesim yuzi  $1 \text{ mm}^2$  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:  $112 \text{ Gs}$

**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  $1 \text{ Gn}$ , 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  $1 \text{ mm}^2$  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:  $v=96 \text{ km/s}$

**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  $60 \text{ mVb/s}$  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,  $I=2\cos 100t$

(A) qonun bo'yicha o'zgarsa, o'zinduksiya EYuKning amplitudaviy qiymati qanday bo'ladi? J:  $\varepsilon=2$  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:  $\vartheta=2$  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:  $\varepsilon=20$  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 mkF, tebranishlarning siklik chastotasi 5000 rad/s bo'lsa, g'altakning induktivligi qanday (Gn)? J:  $L=0,1$  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 Gn bo'lgan g'altakning reaktiv qarshiligi, nimaga teng bo'ladi? J:  $R=62,8$  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:  $U=311$  V

## VI BOB. OPTIKA



## 21 - §. GEOMETRIK OPTIKA

### Yorug'likning qaytish qonuni:

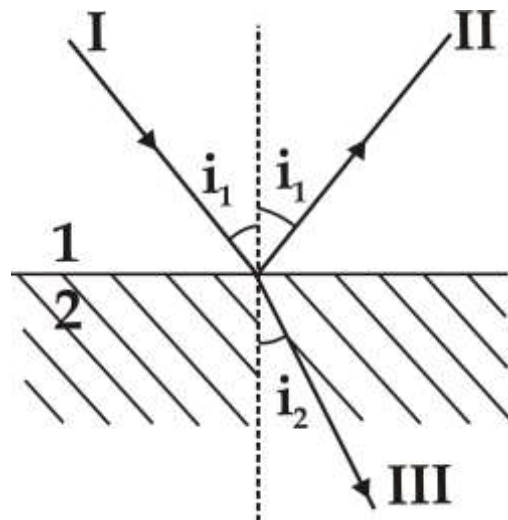
- a) Yorug'lik nurining tushish burchagi, qaytish burchagiga tengdir.
- b) Tushgan nur, qaytgan nur va nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikular bir tekislikda yotadi.

### 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,  $\vartheta_1$ - yorug'likni birinchi muhitdagi,  $\vartheta_2$ - yorug'likni ikkinchi muhitdagi tezligidir.



*1-rasm. Ikki muhit chegarasida yorug'likning sinishi va qaytishi*

Agar, birinchi muhit bo'shliq bo'lsa u holda:

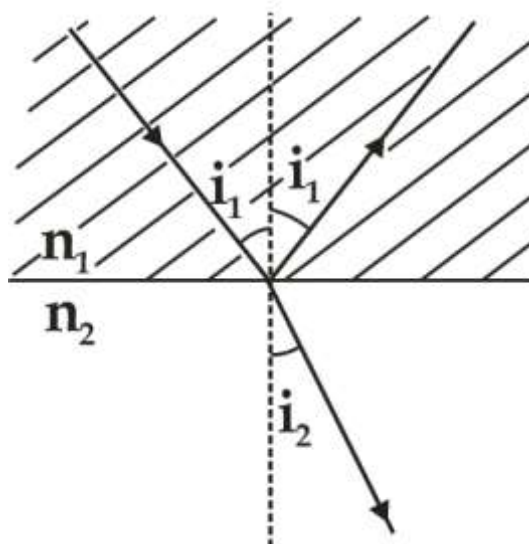
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{\vartheta} = n$$

bo'lib, muhitni absolut sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

b) Tushgan nur, singan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan tik bir tekislikda yotadi.

Agarda, yorug'lik katta sindirish ko'rsatkichli  $n_1$  muhitdan o'tib kichik sindirish ko'rsatkichli  $n_2$  muhitda, misol uchun, shishadan suvga o'tib tarqalsa, u holda

$$\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{n_1}{n_2} > 1$$



2 - rasm. Har xil sindirish ko'rsatkichli muhitlar chegarasida sinish hodisasi

bo'lib, singan nur normaldan uzoqlashadi va  $i_2$  sinish burchagi  $i_1$  tushish burchagidan katta bo'ladi (2 - rasm).

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

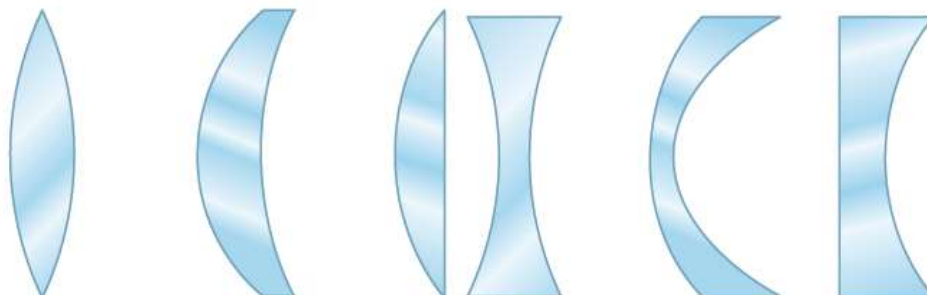
kerak, bu yerda,  $R$  - biror optik asbobni yorug'lik kiruvchi teshigini radiusi,  $r$  - to'lqin frontining radiusi,  $\lambda$  - tajribada ishlatiladigan yorug'lik to'lqin uzunligi.

**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:** 
$$-\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{F} = D$$



**3–rasm Linzalarning turlari**

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: 
$$k = \frac{L}{F}$$

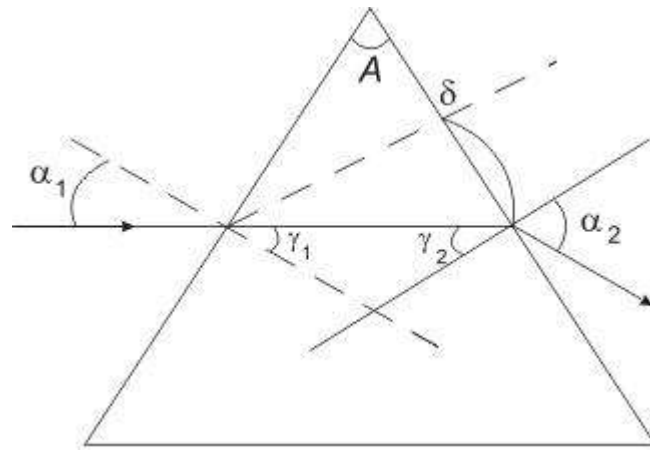
bunda,  $L$  - eng yaxshi ko'rish masofasi,  $F$  - lupaning bosh fokus masofasi.

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,  $\delta$  - ularning ichki fokuslari orasidagi masofa,  $d=25$  sm eng yaxshi ko'rish masofasi.

Prizmadan o'tuvchi nur yo'li va uning tenglamasi (4-rasm):

$$\delta = \alpha_1 + \alpha_2 - A$$



**4-rasm.**

bu yerda:  $\alpha_1$  - nurning prizmagga tushish burchagi;  $\alpha_2$  - nurning prizmadan chiqish burchagi;  $\delta$  - 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:

$$n = \frac{\sin \frac{A + \delta}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = k \cdot N;$$

## 22-§. FOTOMETRIYA

Yorug'lik manбайдan vaqt birligida tarqalayotgan energiya bilan o'lchanadigan kattalikka, *yorug'lik oqimi deyiladi*:  $\Phi = \frac{dW}{dt}$

bu yerda,  $\Phi$  - 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,  $\alpha$  – 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:  $R = \rho \cdot B$

bu yerda,  $\rho$  - 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 ifodalasak:

$$B = \frac{dI}{dS \cdot \cos \theta}$$

bu yerda,  $\theta$  - sirt yuzasiga o'tkazilgan tik bilan kuzatish yo'nalishining orasidagi burchak.

### **23-§. YORUG'LIK INTERFERENSIYASI VA DIFREKSIYASI**

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:  $\Delta = L_2 - L_1 = n_2 S_2 - n_1 S_1$

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'liqin uzunligiga teng bo'lsa, minimum sharti hosil bo'ladi:

$$\Delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

Yuqoridagi formulalarda  $k=0,1,2$ , butun sonlar,  $\lambda$  - yorug'lik to'liqin uzunligi.

Fazalar farqi bilan yo'llar farqi orasidagi bog'lanish formulasi:

$$\delta = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda}$$

Qo'shni interferensiyon yo'llar orasidagi masofa:  $\Delta X = \frac{L}{d} \lambda$

bu yerda,  $\lambda$  - yorug'likning to'liqin 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:

$$\Delta = 2dn \cos \beta \pm \frac{\lambda}{2} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

bu yerda,  $d$  - plastinkaning qalinligi,  $n$  - nur sindirish ko'rsatkichi,  $\alpha$  - nurning tushish burchagi,  $\beta$  - nurning sinish burchagi, agar kuchayish sharti bajarilsa,

$$\Delta = 2k \frac{\lambda}{2}$$

ga teng bo'ladi va yuqoridagi tenglama, quyidagi ko'rinishga keladi:

$$(2k + 1) \frac{\lambda}{2} = 2dn \cos \beta \pm \frac{\lambda}{2} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \pm \frac{\lambda}{2}$$

ko'rinishida bo'ladi, bu yerda ( $k=0,1,2,\dots$ ).

Nyutonning qorong'i xalqalarining radiusi (qaytgan nurda) quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} \quad (k=0,1,2,\dots).$$

Yorug' xalqalarini radiusi (qaytgan nurda):  $r_k = \sqrt{(2k+1)R \frac{\lambda}{2}}$  ( $k=0,1,2,\dots$ ).

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,  $\lambda$  - 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.  $a \sin \varphi = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$ ;  $k = 0,1,2 \dots$

Minimum (susayish) sharti:  $a \sin \varphi = 2k \frac{\lambda}{2}$ ;  $k = 0,1,2 \dots$   $a$ -tirqish kengligi.

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,  $\varphi$  - difraksiya burchagi.

Difraksion panjarani ajrata olish qobiliyati:

## 24 -§. YORUG'LIKNING QUTBLANISHI

$$\text{Malyus qonuni: } I = I_0 \cdot \cos^2 \alpha$$

bu yerda,  $I$  - analizatordan chiqqan nur intensivligi,  $I_0$  - polyarizatoridan chiqqan nur intensivligi,  $\alpha$  - polyarizatoridan analizatorlarning bosh tekisliklari orasidagi burchak.

$$\text{Byuster qonuni: } \operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} = \frac{n_2}{n_1} = n$$

bu yerda,  $\alpha$  - 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,  $\alpha$  - berilgan moddani tabiatiga, temperaturasiga va yorug'likni to'lqin 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  $\varphi$  - konsentratsiyasiga ham bog'liq bo'ladi:  $\varphi = [\alpha] \cdot C \cdot l$

**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:

$$m v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$$

bu yerda,  $m$  - elektron massasi,  $v_n$  - uning  $n$  orbitadagi tezligi,  $r_n$  - shu orbitaning radiusi,  $n$  - ixtiyoriy butun son (kvan soni).

**Borning ikkinchi postulatiga** 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  $\nu$  va to'liq uzunligi  $\lambda$  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  $R=1,097 \cdot 10^7$  1/m,  $n$  va  $m$  - orbitalar soni.

Agar, vodorotsimon ionlar bo'lsa, tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = RcZ^2 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

$Z$  - elementni tartib nomeri.

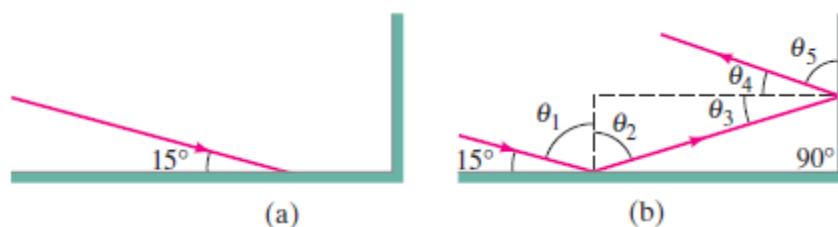
Rentgen nurining chastotasi (Mozli qonuni):

$$\nu = Rc(Z - a)^2 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

### MASALA YECHISH NAMUNALARI

**1-Masala<sup>2</sup>. Yassi ko'zgudan qaytish.** Ikki ko'zgu bir-biriga nisbatan perpendikular joylashtirilgan. 5- rasmda ko'rsatilganidek, yorug'lik birinchi ko'zgu sirtiga  $15^\circ$  burchak ostida tushadi. Ikkinchi ko'zgu sirtidan yorug'lik qanday burchak ostida chiqadi?

**Yondoshuv.** Ikki ko'zgudan nurlarning qaytishini chizib olamiz va ikki ko'zgudagi nurlarning qaytish nuqtalariga normallar tushiramiz. Geometrik qoidalar va yorug'lik qaytish qonunini qo'llab, turli burchaklarni topamiz.



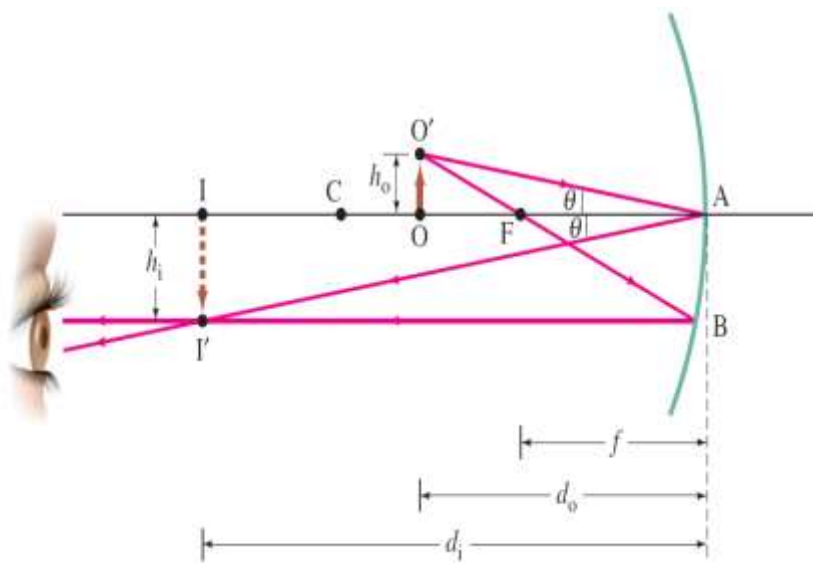
5 - rasm. Ikkita perpendikulyar ko'zgu





**Yechim.** Oyoqlarining  $A$  nuqtasidan chiqayotgan birinchi nur  $B$  nuqtadan qaytib,  $E$  nuqtada koʻzlariga tushadi. Koʻzguning pastki nuqtasi  $B$  nuqtadan pastroqda joylashmasligi kerak. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng boʻladi, demak,  $BD$  ning balandligi  $AE$  ning balandligini yarmiga teng. Chunki,  $AE = 1.60m - 0.10m = 1.50m$ , shundan  $BD = 0.75m$  ligi kelib chiqadi. Xuddi shunday, agar ayol boshining yuqori nuqtasini koʻrayotgan boʻlsa, unda koʻzguning yuqori cheti  $F$  nuqtagacha boʻlishi kerak, qaysiki ayol boshining yuqori nuqtasidanpastdagi nuqtada  $GE = 10sm$ ning yarmiga teng boʻladi. Shunday qilib,  $DF = 1.55m$  va koʻzguning vertikal balandligi bor yoʻgʻi  $1.55m - 0.75m = 0.80m$  ga teng. Koʻzguning pastki cheti esa poldan  $0.75m$  balandda joylashtirilishi kerak.

**3 – Masala [1]. Botiq koʻzguda tasvir hosil qilish.**



**7 - rasm. Koʻzgu tenglamasini keltirib chiqarish diagrammasi. Bunda, biz koʻzguning oʻlchami uning egrilik radiusidan kichik deb hisoblaymiz.**

Balandligi  $1.5m$  boʻlgan obʻyekt egrilik radiusi  $30.0m$  boʻlgan botiq koʻzgun dan  $20.0m$  masofaga joylashtirildi. Tasvirning (a) joylashgan nuqtasini va (b) uning boʻyini aniqlang.

**Yondoshuv.** Biz ko'zguning egrilik radiusidan uning fokus masofasini aniqlaymiz,  $f=r/2= 15.0 \text{ sm}$ . Nur diagrammasi xuddi 7- rasmdagidek bo'ladi, ob'yekt ham xuddi shundagidek  $F$  va  $C$  orasida joylashgan. Tasvirning joylashgan nuqtasi va bo'yi va  $m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_o}$  - ifodalardan foydalanib topiladi.

**Yechim.** 7-rasmga asosan, biz quyidagilarga ega bo'lamiz:  $CA = 30.0 \text{ sm}$ ,  $FA = f = 15.0 \text{ sm}$ , va  $OA = d_o = 20.0 \text{ sm}$ .

(a) Ko'zguning ifodasini o'zgartirib, ya'ni har ikki tarafidan chiqarib olamiz:

Bundan  $d_i = 1 / (0.0167 \text{ sm}^{-1}) = 60.0 \text{ sm}$ . Tasvir ko'zguning oldida ob'yekt

bilan bir tomonda joylashganligi uchun  $d_i$  qiymati musbat bo'ladi.

(b) 3 ifodadan kattalashtirish qiymatini keltirib chiqaramiz:

$$m = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{60.0 \text{ sm}}{20.0 \text{ sm}} = -3.00$$

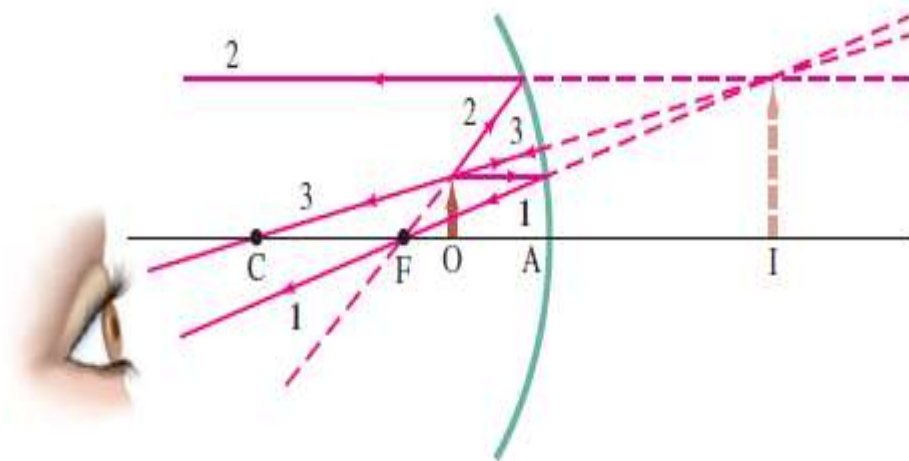
Tasvirning o'lchami va balandligi ob'yektga qaraganda 3 marta kattaroq bo'lishini bildiradi.

$$h_i = mh_o = (-3.00)(1.5 \text{ sm}) = -4.5 \text{ sm}.$$

7 - rasmda ko'rsatilganidek, minus ishora tasvir to'ntarilganini bildiradi.

**4-Masala.** *Ob'yekt botiq ko'zguning fokus nuqtasi va ko'zguning optik o'qi orasida joylashgan.* Balandligi bo'lgan ob'yekt egrilik radiusi  $30.0 \text{ sm}$  bo'lgan botiq ko'zguning  $A$  nuqtasidan  $10.0 \text{ sm}$  masofaga qo'yilgan. (a) Tasvir joylashuvini aniqlash uchun nur diagrammasini chizing. (b) Analitik (tahliliy) usulda tasvirning joylashgan nuqtasini va kattalashtirishini aniqlang.

**Yondoshuv:** 8- rasmdagidek nurlardan foydalanib nur diagrammasini chizamiz. Analitik yechim uchun (69.1), (69.2) va (69.3) ifodalarni qo'llaymiz.



**8 - rasm. Ob'yekt  $F$  fokus nuqtaga qo'yilgan. Tasvir ko'zguning orqa tomonida hosil bo'ladi**

**Yechim:** (a) Shunday qilib  $f = r/2 = 15.0\text{sm}$ , ob'yekt esa ko'zgu va fokus nuqta orasida joylashgan. 8 - rasmda ko'rsatilgan ob'yektning uchidan uchta nur chiqaramiz. 1 - nur ob'yektimizning yuqori qismidan chiqib bosh optik o'qqa parallel ravishda ko'zguna tomon yo'naltiriladi va qaytib  $F$  nuqtadan o'tadi. 2 - nur  $F$  nuqtadan o'tmaydi; u ko'zguna ham ixtiyoriy tushmaydi, balki 2 - nurning boshi  $F$  nuqtadan boshlanib (8 - rasmdagi shtrixli nur), ob'yektning yuqorisidan ko'zguna tushadi va bosh optik o'qqa parallel qaytadi. 3-nur ko'zgu sirtiga perpendikular tushib, xuddi shu yo'nalishda qaytadi. Nurlar ko'zgudan qaytib yo'yilib ketadi va hech qachon bitta nuqtada uchrashmaydi. Nurlarning davomlari ko'zguning orqasidagi bitta nuqtada uchrashadi (shtrix chiziqlar). Bu nuqta strelka tasvirining uchida joylashadi. Shunday qilib, tasvir ko'zguning orqasida hosil bo'ladi va mavhum bo'ladi.

(b) Biz  $d_o = 10.0\text{sm}$  ekanligini bilgan holda,  $d_i$  ni topamiz:

Demak,  $d_i = 30.0\text{sm}$ . Minus ishora diagrammada k'rganimizdek, tasvir ko'zguning orqa tomonida ekanligini bildiradi. Kattalashtirish esa

$m = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{30.0\text{sm}}{10.0\text{sm}} = +3.00$  ga teng bo'ladi. Demak, tasvir ob'yektga

qaraganda 3.00 marta kattaroq ekan. Musbat ishora nur diagrammasiga muvofiq, tasvir (xuddi ob'yekt kabi) tog'ri ko'rinishini bildiradi [1].

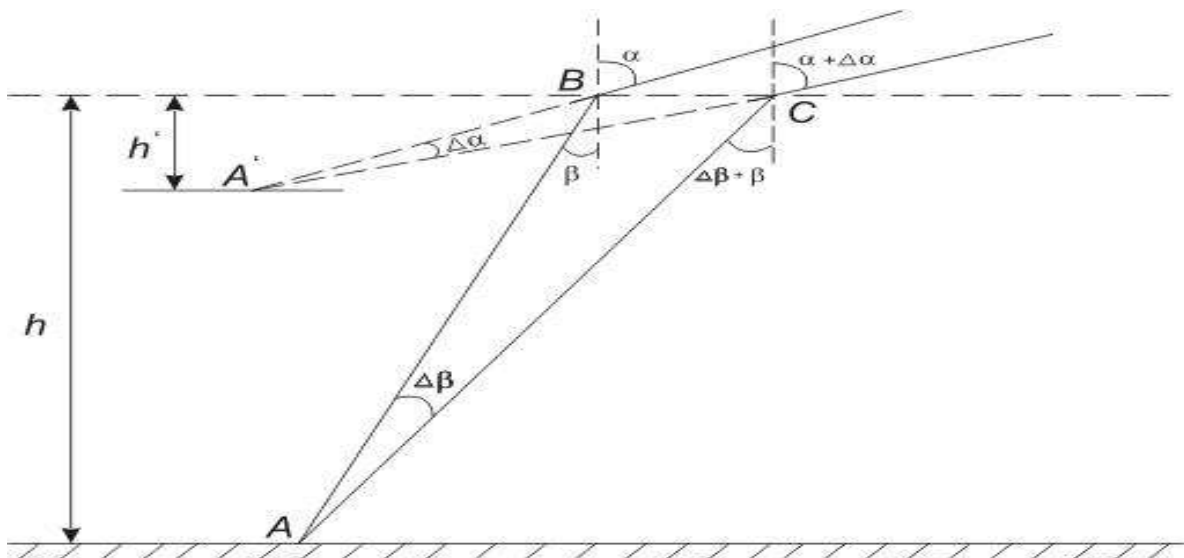
5– **Masala.** Ko'lining qirg'og'ida turgan odam, ko'l tubidagi toshga qarab turibdi. Tosh 1 metr chuqurlikda turibdi. Agar, ko'zga tushayotgan nur bilan suv sirtiga o'tkazilgan tik orasidagi burchak  $60^\circ$  bo'lsa, toshning yotgan joyi, suv sirtidan qanday chuqurlikda bo'lib ko'rinadi. Suvni sindirish 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 (9-rasm).

Masalan, A nuqtada tosh yotibdi, undan ikkita nur  $\Delta\beta$  burchak ostida tarqalmoqda, suv havo chegarasiga  $\beta$  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  $\Delta$  dan BC ni topamiz:

$$BC = h'(tg(\alpha + \Delta\alpha) - tg\alpha) = h' \left( \frac{\sin(\alpha + \Delta\alpha)}{\cos(\alpha + \Delta\alpha)} - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)$$



9-rasm

$\Delta\beta$  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.

$$h' \frac{\Delta\alpha}{\cos^2 \alpha} = h \frac{\Delta\beta}{\cos^2 \beta} \quad \text{bundan,} \quad h' = h \frac{\Delta\beta \cdot \cos^2 \alpha}{\Delta\alpha \cdot \cos^2 \beta}$$

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.

**6–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.

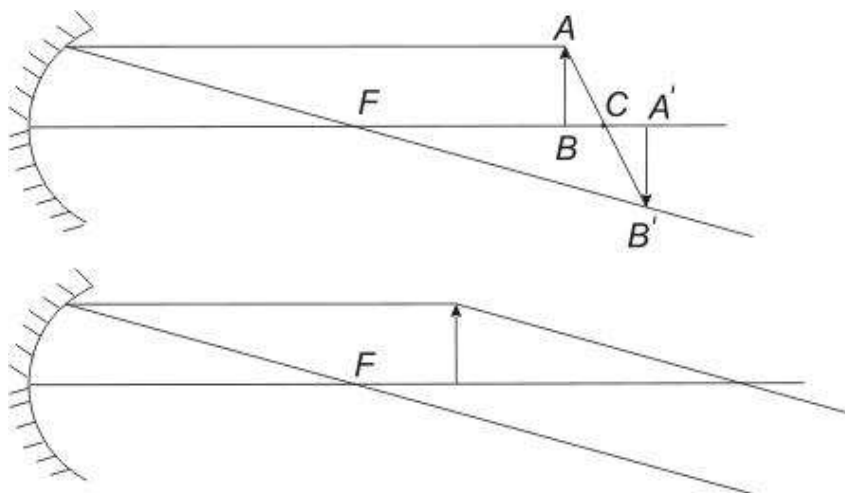
Berilgan:

$$d_1 = 60 \text{ sm}$$

$$d_2 = 60 - 10 = 50 \text{ sm}$$

$$f_2 = 80 + f_1$$

Topish kerak: R-?



10-rasm

10 - 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:  $f_1 = -40 \pm \sqrt{1600 + 2400}$ ,

$f_1 = -40 \pm 160$ ,  $f_1 = 120 \text{ sm}$ . Tenglamani 2 chi ildizi  $f_1 = -200 \text{ sm}$  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.

$$\frac{2+1}{120} = \frac{2}{R} \quad \text{bunda, } R = 80 \text{ sm.} \quad \text{Javobi: } R = 80 \text{ sm.}$$

**7-Masala.** Kogerent manbalar orasidagi masofa  $d=0,9 \text{ mm}$ . Manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa  $L=3,5 \text{ m}$ . Agar, manbadan chiqayotgan monoxramatik nurni to'lqin uzunligi  $\lambda=6400 \text{ \AA}$  bo'lsa, 1 sm uzunlikdagi yorug' yo'llar sonini toping?

Berilgan:

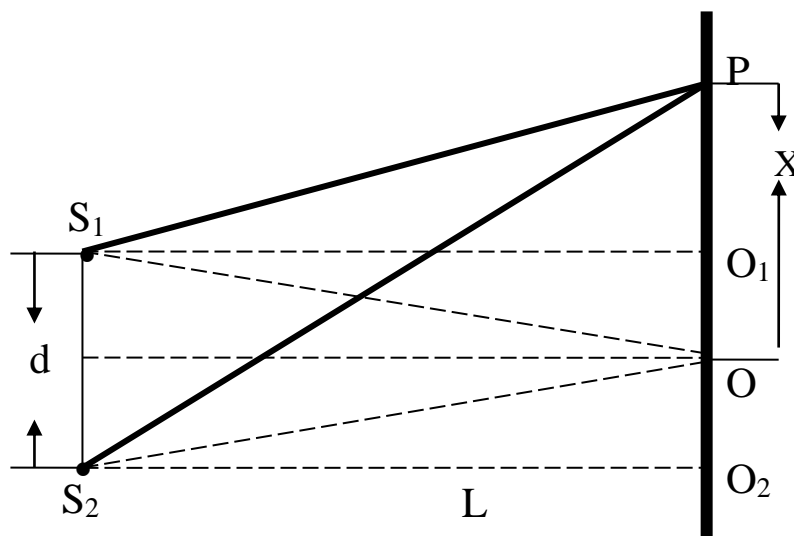
$$d=0,9\text{mm}= 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\lambda=6400 \text{ \AA}=64 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

$$L=3,5 \text{ m}$$

$$x=1 \text{ sm} = 0,01 \text{ m}$$

Topish kerak:  $k/x$ -?



11 - 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 (11-rasm).

Ekranni ixtiyoriy nuqtasidagi yoritilganlikning maksimum quyidagi sharti, ya'ni yo'l farqi

$$\Delta = S_2 - S_1 = k\lambda \quad (1)$$

ga teng, bu yerda,  $\Delta$  - yo'l farqi,  $\lambda$  - to'lqin uzunligi,  $k$  yorug' yo'llar soni.

Chizmadan yo'l farqi  $\Delta = \frac{xd}{L}$  (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:

$$\frac{k}{x} = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{3,5 \cdot 64 \cdot 10^{-8}} = 400 \frac{1}{\text{m}}$$

**8-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  $\lambda=581\text{nm}$ .

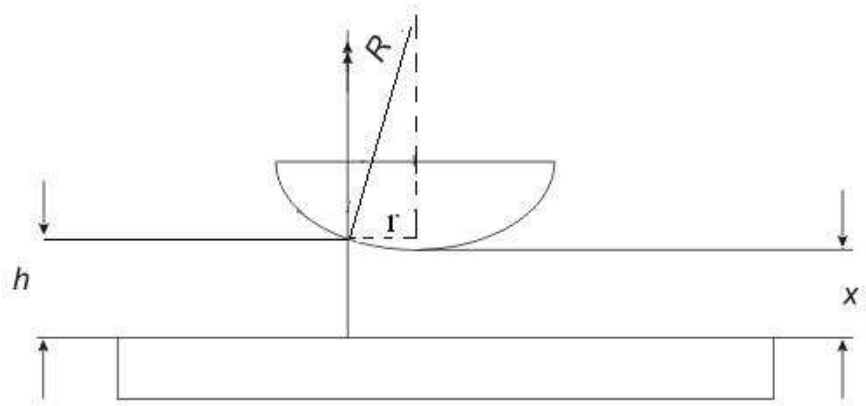
Berilgan:

$$r_5=0,35 \text{ mm}$$

$$r_{15}=0,85 \text{ mm}$$

$$\lambda=581 \text{ nm}$$

Topish kerak:  $R$ -?



12 – rasm

**Yechilishi:** Linzaga tushayotgan nurni ma'lum qismi qaytadi, bir qismi linzadan o'tib, shisha plastinkadan qaytadi va A nuqtada uchrashib yo'l farqiga

$$\Delta = 2h + \frac{\lambda}{2} \quad (1) \quad \text{ega bo'ladi ( 12-rasm).}$$

Bu yerda,  $h$  - A nuqtadan plastinkagacha bo'lgan bo'shliq kengligi qorong'u halqa

$$\text{uchun: } h = k \frac{\lambda}{2} \quad (2) \quad \text{ga tengdir.}$$

Linza shisha plastinkaga tegib turmaganligi uchun, xalqa radiusi quyidagi formuladan topiladi:

$$\frac{2R - (h - x)}{r} = \frac{r}{h - x} \quad (3)$$

168



$$2R(h-x)-(h-x)^2=r^2 \quad (4)$$

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'rniga, (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,  $R = \frac{r_{15}^2 - r_5^2}{20\lambda}$

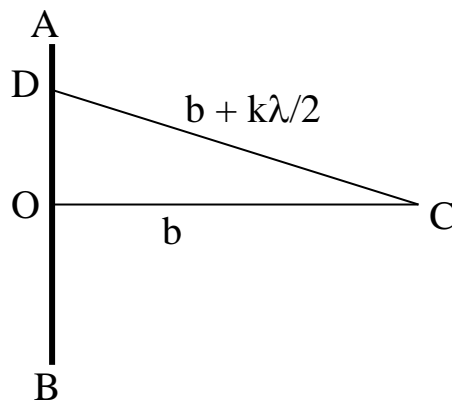
Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:  $R = \frac{(0,85 \cdot 10^{-3})^2 - (0,35 \cdot 10^{-3})^2}{20 \cdot 581 \cdot 10^{-9}} = 0,102 \text{ m}$

**9-Masala.** 4-frenel zonasining radiusi  $r_4 = 3 \text{ mm}$  bo'lsa, 13 - Frenel zonasining radiusini toping (13-rasm).

Berilgan:

$r_4 = 3 \text{ mm}$

Topish kerak:  $r_{12}$ -?



**13-rasm**

Yechilishi: AB - to'liqin fronti, C - kuzatish nuqtasi, OC=6, CD=6+\frac{\lambda}{2}, OD=r\_k.

Chizmadan ko'rinadiki, zonaning radiusi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$r_k^2 = \left(b + k \frac{\lambda}{2}\right)^2 - b^2 = k\lambda b + k^2 \frac{\lambda^2}{4}$$

$\lambda$  - 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:  $\frac{r_4^2}{r_{12}^2} = \frac{4\lambda b}{12\lambda b} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$  bundan,

$$r_{12}^2 = 3r_4^2 = 3 \cdot 9 = 27 \text{ MM}^2 \quad r_k = 3 \cdot \sqrt{3} \text{ MM}$$

**10-Masala.** Difraksion panjarani har bir millimetriga, 200 ta shtrix to'g'ri keladi. Unga tik holda tushayotgan yorug'lik, to'liqin uzunligi  $\lambda = 5750 \text{ \AA}$  bo'lsa, hosil bo'lgan spektrning 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,  $k$  - spektrning tartib soni,  $\varphi$  - difraksiya burchagi,  $\lambda$  - tushayotgan yorug'likning to'liq 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,

$$k_{\max} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{0,75 \cdot 10^{-6}} = 8,7$$

Lekin,  $k_{\max}$  butun son bo'lishi shart, shuning uchun  $k_{\max} = 9$  ga teng deb olamiz.

**11-Masala.** Yorug'lik kuchi, 300 shamli elektr lampochka 6 m balandlikka osilgan (14-rasm). Yerda, stolba atrofida joyda yoritilganligi 2 lk dan kam bo'lmagan doiraning yuzi qancha?

Berilgan:

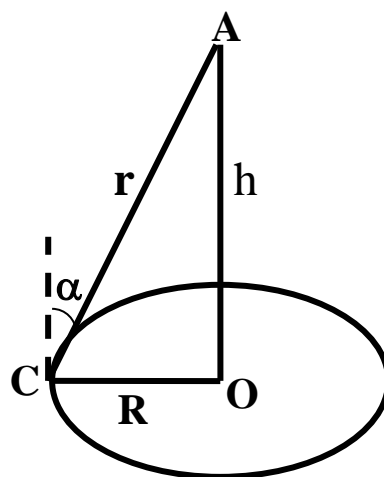
$$I = 300$$

$$h = 6 \text{ m}$$

$$E = 2 \text{ lk}$$

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.



14-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:

$$E_c = \frac{I \cdot \cos \alpha}{r^2} \quad \text{lekin, } \cos \alpha = \frac{h}{r} \quad \text{unda} \quad E_c = \frac{I \cdot \frac{h}{r}}{r^2} = \frac{I \cdot h}{r^3}$$

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  $2 = \frac{300 \cdot 6}{(6^2 + R^2)^3}$ ,

$$(36 + R^2)^3 = 900^2 = 81 \cdot 10^4 \quad 36 + R^2 = \sqrt[3]{81 \cdot 10^4} = 30 \cdot \sqrt[3]{30} = 30 \cdot 3,104$$

$R^2 = 93,21 - 36 = 57,21 \text{ m}^2$  unda, R radiusli doiraning yuzi:

$$S = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 57,21 = 180 \text{ m}^2 \quad \text{Javobi: } S = 180 \text{ m}^2$$

## 25-§. OPTIKA BO'LIMIGA DOIR MASALALAR

1. Gorizontal yorug'lik nuri, vertikal joylashgan ko'zguga tushadi. Agar ko'zgu o'z o'qi atrofida  $5^\circ$  ga burilsa, qaytgan nur qancha burchakka buriladi? J:  $\beta = 10^\circ$

2. Yorug'lik nuri yassi, parallel shisha plastinkaga  $30^\circ$  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:  $D = 0,1 \text{ m}$

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:  $\vartheta = 2,02 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

4. Monoxromatik nur, sindirish burchagi  $40^\circ$  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  $35^\circ$  burchak ostida tushmoqda. Xodaning daryo tubidagi soyasining uzunligi qancha? J:  $h = 0,875 \text{ m}$

6. Yorug'lik nuri prizmaga qanday burchak ostida tushgan bo'lsa, shunday burchak ostida chiqadi, bunda, nur dastlabki yo'nalishidan  $6^\circ$  ga buriladi. Prizmaning sindirish burchagi  $12^\circ$  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  $60^\circ$  burchak ostida tushmoqda. Agar, yorug'lik nuri undan chiqishda  $2,5$  sm ga siljigan bo'lsa, plastinkaning qalinligi qancha? J:  $d=0,12$ m

8. Monoxromatik nur prizmaning yon sirtiga normal tushadi va undan  $25^\circ$  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  $40^\circ$  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  $n_{\text{suv}} = 1,33$ . J:  $L_{\text{suv}}=1$ sm;  $L_{\text{yog}}=1,5$ sm

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:  $b=1$ m

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'rina boshlagan. To'g'rilash paytida okular qancha masofaga surilgan? J:  $d=5$ mm

13. Bir shishaning sindirish ko'rsatkichi  $1,5$ , ikkinchisniki  $1,7$ . 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:  $F=0,59$ m

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:  $|R_1|=|R_2|=25$ 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:  $\varphi=7^{\circ}45'$

**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. Ekrandagi 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:  $k=200$

**20.** Yung tajribasida, to'lqin uzunligi  $\lambda=0,57$  mkm bo'lgan monoxromatik 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.

$$J: x_1 = 1,8\text{mm}, x_2 = 3,6\text{mm}, x_3 = 5,4\text{mm}$$

**21.** 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:  $\delta=11''$

**22.** 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

**23.** Qalinligi  $d=1,5$  mkm bo'lgan yupqa glisirin pardaning sirtiga, tik holda oq yorug'lik tushmoqda. Spektrning ko'zga ko'rinadigan qismining to'lqin uzunligini toping ( $\lambda = 0,4$  mkm dan  $0,8$  mkm gacha). J:  $\lambda = 5,5 \cdot 10^{-7}\text{m}$

**24.**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 sirlari orasidagi burchak topilsin. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi.

J:  $\alpha =45^\circ$

**25.** Sovun pardasiga yorug'lik  $45^\circ$  burchak ostida tushmoqda. Sovun pardasi qanday eng kichik qalinligida bo'lsa, parda sariq rangda ko'rinadi ( $\lambda_{sar}=6 \cdot 10^{-7}$  m). Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi. Sovunli suvni nur sindirish ko'rsatkichi  $n=1,33$  ga teng. J:  $h=0,13$  mkm

**26.**Shisha ponaning sirtiga, tik holda to'lqin uzunligi  $\lambda = 5,82 \cdot 10^{-7}$  m bo'lgan yorug'lik tushmoqda. Agar, pona sirlari 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: 1 smda 5 ta tasma

**27.** Frenelning biko'zgulari to'lqin uzunligi  $\lambda = 486$  m yorug'lik bilan yoritilganda, ko'zgularni kesishgan nuqtasida  $L=1$  m masofada joylashgan ekranda kengligi  $\Delta X=1$  mm bo'lgan interferensiyon yo'llar hosil bo'ladi. Yorug'lik manbasi ko'zgularni kesishgan nuqtasidan  $r=10$  sm masofada joylashgan bo'lsa, ko'zgular orasidagi burchakni toping. J:  $\alpha =60^\circ$

**28.** Nur sindirish ko'rsatkichi  $n=1,52$  bo'lgan shishadan yasalgan Frenel biprizmasiga to'lqin uzunligi  $\lambda = 500$  nm yorug'lik tushmoqda. Agar, yorug'lik manbasidan biprizmagacha bo'lgan masofa  $d=50$  sm va ekrandan biprizmagacha bo'lgan masofa  $L=150$  sm, interferensiyon manzara kengligi  $\Delta x=0,2$  mm bo'lsa, biprizmaning o'tmas burchagini toping. J:  $\alpha =120^\circ$

**29.** Nyuton xalqalarini hosil qilish uchun, ishlatiladigan yassi qavariq linzaning fokus masofasi topilsin. Agar, uchinchi qorong'i xalqaning radiusi  $r_a=1,1$  mm, nur sindirish ko'rsatkichi  $n=1,6$  va yorug'lik to'lqin uzunligi  $\lambda = 589$  nm. Kuzatish, qaytgan nurda olib boriladi. J:  $F=0,46$  m

**30.** Agar, ikkinchi va yigirmanchi qorong'i Nyuton xalqalari o'rtasidagi masofa 4,8 mm bo'lsa, uchinchi va o'n oltinchi qorong'i xalqalar o'rtasidagi masofa, qanchaga teng? Kuzatish, qaytgan nurda olib boriladi. J:  $d=3,6\text{mm}$

**31.** Maykelson interferometri bilan qilingan tajribada, interferensiya manzarasini 500 yo'lga siljitish uchun, ko'zguni 0,161 mm masofaga siljitish kerak bo'ldi. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini toping.

J:  $\lambda = 6,44 \cdot 10^{-7} \text{m}$

**32.** 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 0,5m bo'lsa, Frenel zonalarining beshinchisining radiusini toping. J:  $r_5 = 12,5 \cdot 10^{-5} \text{m}$

**33.** Dumaloq teshikli diafragma monoxromatik yorug'likning ( $\lambda = 0,6 \text{mkm}$ ) parallel dastasi normal tushadi. Ekranida difraksion manzara kuzatiladi. Diafragma bilan ekran o'rtasidagi masofa qanday kattalikda bo'lganida, difraksion manzaraning markazida qorong'iroq dog' kuzatiladi? Teshik diametri 1,96mm. J:  $d = 0,8 \text{m}$

**34.** To'lqin uzunligi 0,6 mkm bo'lgan monoxromatik manbadan, 1,2m masofada joylashgan 2,2 mm diametrli diafragma sferik to'lqin tushmoqda. Agar, teshikka joylashgan Frenel zonalar soni 4 ga teng bo'lsa, diafragmadan kuzatilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofani toping.

J:  $d = 0,5 \text{m}$

**35.** Agar, ekran bilan to'lqin fronti orsidagi masofa 1 m bo'lsa, to'lqin uzunligi 0,5 mkm bo'lgan yassi to'lqin fronti uchun, beshinchi va oltinchi Frenel zonalarining radiuslarining farqi va zonalar yuzasining nisbati topilsin. J:  $r_6 - r_5 = 0,14 \text{m}$

**36.** Kengligi 0,01 mm bo'lgan difraksion tirqishga, tik holda to'lqin uzunligi  $6563 \text{\AA}$  bo'lgan monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Birinchi va ikkinchi maksimumlar uchun, difraksion burchaklar farqi topilsin.

J:  $\Delta\varphi = 15^\circ$



**37.** 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.

**38.** To'lqin 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

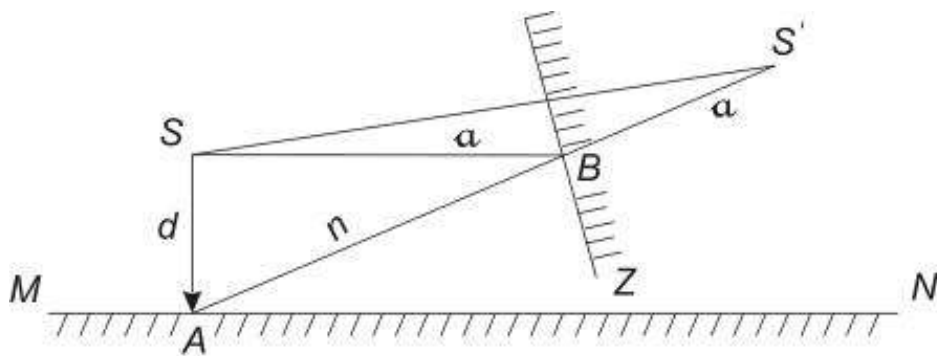
**39.** Difraksion panjara doimiysi 2,0 mkm va eni 25 sm bo'lsa, mazkur panjara ikkinchi tartibli spektrning sariq nurlar ( $\lambda=6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$ ) sohasida, qanday to'lqin uzunliklari farqini ajrata oladi? J:  $\Delta\lambda=0,24 \text{ \AA}$

**40.** Diametri 2 m bo'lgan dumaloq stolning chekkalarining yoritilganligi maksimal bo'lishi uchun, stol markazidan qanday balandlikda, lampani o'rnatish kerak? J: h=4m

**41.** Yuzi 25 m<sup>2</sup> 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

**42.** 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%

**43.** 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? (15 - rasm). Ko'zgu o'ziga tushgan nurlarning hammasini qaytaradi deb hisoblang. J: 2 marta kamayadi.



**15-rasm.**

**44.** Botiq yarim sfera ustida, yarim sferaning diametriga teng balandlikda, nuqtaviy yorug'lik manbai  $I=50$  sham joylashgan. Nurlar  $35^\circ$  burchak bilan tushadigan nuqtadagi yarim sferaning yoritilganligi aniqlansin. Yarim sferaning radiusi  $R=1$  m ga teng. J:  $E=240lk$

**45.** O'lchami  $10 \times 30$  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:  $E=210 lk$

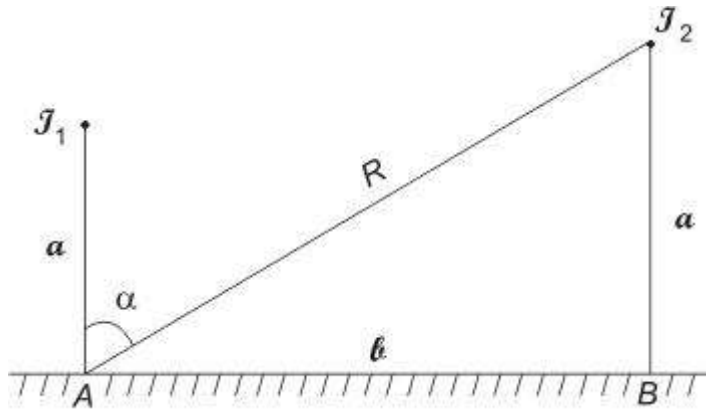
**46.** Diametri 6 sm bo'lgan shar shaklidagi lampani solishtirma quvvati  $0,85 Vt/kd$ . Agar, lampani kuchi 170 kd bo'lsa, yorug'lik oqimini, yorqinligini va ravshanligini toping. J:  $E=150 lk$

**47.** Hovlida ikkita 200 shamli elektr cho'g'lama lampochka, 3 m balandlikka osilgan. Lampochkalar orasi 5 m (16 - rasm). Yerdan har bir lampochka tagidagi va ikkala lampochkadan barobar uzoqlikda turgan nuqtaning yoritilishi hisoblansin. J:  $E=388 lk$

**48.** 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:  $R=6,28 \cdot 10^{-4} Lm/m^2$

**49.** Sport maydonining markazida, 5 m balandlikda elektr lampasi osilgan. Lampani nuqtaviy yorug'lik manbai, deb qarajak, markazdan qancha masofada yoritilganlik, markazdagidan 2 marta kam bo'ladi. J:  $d=1,7m$

**50.** Birinchi Bor orbitasidagi elektronning kinetik, potensial va to'la energiyasining son qiymatini toping. J:  $E_p=13,6Ev$ ;  $E_k=27,2Ev$ ;  $E_t=13,6Ev$



**16-rasm.**

51. Bir karra ionlashgan geliy uchun, birinchi Bor elektron orbitasi radiusini va undagi elektron tezligini toping. J:  $r_1=2,66 \cdot 10^{-11} \text{m}$ ;  $v=4,37 \cdot 10^6 \text{m/s}$

52. Bor nazariyasidan foydalanib, vodorod atomining birinchi orbita radiusini, elektronning tezligi va tezlanishini toping. J:  $v=2 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ;  $a=2 \cdot 10^6 \text{m/s}^2$

53. Vodorod atomi to'liqin uzunligi  $\lambda=435 \text{nm}$  bo'lgan fotonni nurlantirsa, shu atomdagi elektronning kinetik energiyasini o'zgarishini toping. J:  $E_k=2,56 \text{eV}$

54. Agar, atom uyg'ongan holatdan, asosiy holat, ya'ni uyg'onmagan holatga o'tganda, to'liqin uzunligi  $\lambda=97,5 \text{nm}$  bo'lgan fotonni nurlatsa, vodorot atomidagi elektronning aylanish davri necha marta o'zgaradi? J: 1,3 marta.

55. Vodorod atomida elektron, to'rtinchi energetik sathdan o'tdi, shu vaqt atom chiqargan fotonning energiyasini toping.

J:  $E=4 \cdot 10^{-19} \text{J}$

56. 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'liqin uzunligini toping. J:  $\lambda=504 \text{Hm}$

57. Monoxromatik rentgen nuri  $\lambda=0,0712 \text{nm}$  osh 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:  $d=3,5 \cdot 10^{-10} \text{m}$

# ILOVALAR

I-jadval

## ASOSIY FIZIK KATTALIKLAR

Kattalikning nomi	Belgisi	Son qiymati
Erkin tushish tezlanishi	G	9,81 m/s <sup>2</sup>
Tortishish doimiysi	$\gamma$	6,67·10 <sup>-11</sup> m <sup>3</sup> /kg·s <sup>2</sup>
Avogadro soni	N <sub>A</sub>	6,02·10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup>
Universal gaz doimiysi	R	8,31 J/mol <sup>-1</sup>
Bolsman doimiysi	K	1,38·10 <sup>-23</sup> J/K
Elektronning zaryadi	E	1,6·10 <sup>-19</sup> Kl
Elektronning massasi	m <sub>e</sub>	9,11·10 <sup>-31</sup> kg
Faradey soni	F	9,65·10 <sup>7</sup> Kl/kg·ekv
Elektr doimiysi	$\epsilon_0$	8,85·10 <sup>-12</sup> F/m
Magnit doimiysi	$\mu_0$	4 $\pi$ ·10 <sup>-7</sup> Gn/m
Yorug`likning vakumdagi tarqalish tezligi	S	3·10 <sup>8</sup> m/s
Stefan- Bolsman doimiysi	$\sigma$	5,67·10 <sup>-8</sup> Vt/m <sup>2</sup> ·grad <sup>4</sup>
Plank doimiysi	H	6,625·10 <sup>-34</sup> J·s
Vodorod atomi uchun Ridberg doimiysi	R	1,097·10 <sup>7</sup> m <sup>-1</sup>
Birinchi Bor ortibitasining doimiysi	r <sub>1</sub>	0,529·10 <sup>-10</sup> m
Bor magenitoni	$\mu_B$	0,927·10 <sup>-24</sup> J/Tn
Vodorod atomining ionizasiya energiyasi	E <sub>i</sub>	13,6 Ev
Massaning atom birligi	M.a.b.	1,666·10 <sup>-23</sup> kg
Neytronning massasi	m <sub>n</sub>	1,675·10 <sup>-23</sup> kg
$\alpha$ - zaraning massasi	m $_{\alpha}$	6,64·10 <sup>-27</sup> kg
Massa va energiya orasidagi bog`lanishning proporsionallik koeffitsienti	c <sup>2</sup>	9·10 <sup>12</sup> j/kg yoki 931 MeV/m.a.b.

## BA'ZI ASTRONOMIK KATTALIKLAR

Nomlanishi	Son qiymati
Yerning o`rtacha radiusi	$6,37 \cdot 10^6$ m
Yerning massasi	$6,96 \cdot 10^{24}$ kg
Quyoshning radiusi	$6,95 \cdot 10^8$ m
Quyoshning massasi	$1,97 \cdot 10^{30}$ kg
Oyning radiusi	$1,74 \cdot 10^6$ m
Oyning massasi	$7,3 \cdot 10^{22}$ kg
Yerning markazidan Quyoshning markazigacha bo`lgan o`rtacha masofa	$1,5 \cdot 10^{11}$ m
Yerning markazidan Oyning markazigacha bo`lgan o`rtacha masofa	$3,84 \cdot 10^8$ m

## Gaz molekularining effektiv diametri

Gaz	Diametri, nm
Azot	0,3
Argon	0,36
Vodorot	0,23
Geliy	0,2
Kripton	0,32
Karbonat anhidrid	0,45
Kislorot	0,3
Neon	0,35
Simob	0,30
Xlor	0,54

**4-jadval**

**Ba'zi gazlarning normal sharoitda zichligi va qovushqoqligi**

Gaz	Zichligi kg/m <sup>3</sup>	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
Karbonad angidrid	1,97	14,30
Kislorod	1,43	19,80
Havo	1,29	17,10

**5-jadval**

**T<sub>k</sub> va R<sub>k</sub> kritik qiymatlari**

<b>Modda</b>	T <sub>k</sub> , °K	R <sub>k</sub> , atm	R <sub>k</sub> ·10 <sup>-6</sup> , N/m <sup>2</sup>
Suv bug`i	647	217	22,0
Karbonat angidrid	304	73	7,4
Kislorod	154	50	5,07
Argon	151	48	4,87
Azot	126	33,6	3,4
Vodorod	33	12,8	1,3
Geliy	5,2	2,25	0,23

**6-jadval**

**Turli temperaturalarda fazoni to`yintiruvchi suv bug`larining elastikligi**

T, °C	P <sub>H</sub> , mm.sm.ust.	T, °C	P <sub>H</sub> , mm.sm.ust.
-5	3,01	16	13,6

0	4,58	18	15,5
1	4,93	20	17,5
2	5,29	25	23,8
3	5,69	30	31,8
4	6,1	40	55,3
5	6,54	50	92,5
6	7,01	60	149
7	7,71	70	234
8	8,05	80	355
9	8,61	90	526
10	9,21	100	760
12	10,5	150	4,8 atm
14	12	200	15,3 atm

**7-jadval**

**Turli temperaturalarda suvning bug`lanish solishtirma issiqligi**

t, °C	0	50	100	200
R, kkal/g	595	568	539	464
r·10 <sup>-5</sup> , j/kg	24,9	23,8	22,6	19,4

**8-jadval**

**Ba'zi bir suyuqliklarning xossalari**

Suyuqlik	Zichlik kg/m <sup>3</sup>	20°S dagi solishtirma issiqlik sig`imi		20°S dagi sirt taranglik koeffitsienti, N/m
		j/kg·grad	Kal/g·grad	
Benzol	880	1720	0,41	0,03
Suv	1000	4190	1	0,073
Gliserin	1200	2430	0,58	0,064
Kanakunjut moyi	900	1800	0,43	0,035
Kerosin	800	2140	0,051	0,03
Simob	13600	138	0,033	0,5
Spirt	790	2510	0,6	0,02

## Ba'zi suyuqliklarning xossalari

Suyuqlik	Qovushqoqlik (20 <sup>0</sup> S da)10 <sup>-4</sup> N·s/m
Benzol	6,3
Gliserin	14990
Kerosin	1800
Suv	10
Simob	1554
Spirt	11,9

## Ba'zi bir qattiq jismlarning xossalari

Modda	Zichlik kg/m <sup>3</sup>	Erish temperaturasi, °S	Solishtirma issiqlik sig'imi		Erish solishtirma issiqligi, j/kg	Chiziqli issiqlik kengayish koeffi- sienti, grad <sup>-1</sup>
			j/kg·grad	kkal/kg·grad		
Alyuminiy	2600	659	896	0,214	3,22·10 <sup>5</sup>	2,3·10 <sup>-5</sup>
Temir	7900	1530	500	0,119	2,72·10 <sup>5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Jez	8400	900	386	0,092	-	1,9x10 <sup>-5</sup>
Muz	900	0	2100	0,5	3,35·10 <sup>5</sup>	-
Mis	8600	1100	395	0,094	1,76·10 <sup>5</sup>	1,6·10 <sup>-5</sup>
Qalay	7200	232	230	0,055	5,86·10 <sup>4</sup>	2,7·10 <sup>-5</sup>
Platina	21400	1770	117	0,028	1,13·10 <sup>5</sup>	0,89·10 <sup>-5</sup>
Po`kak	200		2050	0,49	-	
Qo`rg`oshin	11300	327	126	0,03	2,26·10 <sup>4</sup>	2,9·10 <sup>-5</sup>
Kumush	10500	960	234	0,056	8,8·10 <sup>4</sup>	1,9·10 <sup>-5</sup>
Po`lat	7700	1300	460	0,11	-	1,06·10 <sup>-5</sup>
Rux	7000	420	391	0,093	1,17·10 <sup>5</sup>	2,9·10 <sup>-5</sup>



## Ba'zi bir qattiq jismlarning elastiklik xossalari

Modda	Mustahkamlik chegarasi N/m	Yung moduli N/m <sup>2</sup>
<i>Alyuminiy</i>	$1,1 \cdot 10^8$	$6,9 \cdot 10^{10}$
Temir	$2,94 \cdot 10^8$	$19,6 \cdot 10^{10}$
Mis	$2,45 \cdot 10^8$	$11,8 \cdot 10^{10}$
Qo`rg`oshin	$0,2 \cdot 10^8$	$1,57 \cdot 10^{10}$
Kumush	$2,9 \cdot 10^8$	$7,4 \cdot 10^{10}$
Po`lat	$7,85 \cdot 10^8$	$21,6 \cdot 10^{10}$

Ba'zi bir qattiq jismlarning issiqlik o`tkazuvchanligi ( $\lambda$ , Vt/m·grad)

<i>Alyuminiy</i>	210
Namat	0,046
Temir	58,7
Eritilgan kvars	1,37
Mis	390
Quruq qum	0,325
Po`kak	0,050
Kumush	460
Ebonit	0,174

## Dielektrlarning nisbiy va absolyut dielektrik kirituvchanligi

Dielektrik	Nisbiy dielektrik kirituvchanligi	Absolyut dielektrik kirituvchanligi $10^{-12}$ F/m
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	6,0	17,70
Parafinlangan qog`oz	2,0	17,70
Pleksiglas	3,5	31,0
Polietilen	3,3	20,36
Slyuda	6,0	62,0
Suv	81,0	716,85
Shisha	6,0	62,0
Shifer	8,0	70,80
Chinni	6,0	53,10
Qahrabo	2,8	24,78
Ebonit	2,6	26,55

**14-jadval**

**Ayrim o`tkazgichlarning 0<sup>o</sup>S dagi solishtirma qarshiliklari (nOm·m)**

O`tkazgich	Solishtirima qarshilik	O`tkazgich	Solishtirima qarshilik
Alyuminiy	25,3	Qurg`oshin	220
Grafit	390	Simob	940
Mis	17	Nixrom	1000
Temir	87	Pulat	100

**15-jadval**

**Ionlarning elektrolitlardagi harakatchanligi, m<sup>2</sup>/(V·s)**

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6,4·10 <sup>-8</sup>
H <sup>+</sup>	3,26·10 <sup>-7</sup>
K <sup>+</sup>	6,7·10 <sup>-8</sup>
Cl <sup>-</sup>	6,8·10 <sup>-8</sup>
Ag <sup>+</sup>	5,6·10 <sup>-8</sup>

**16-jadval**

**Ionlarning gazlardagib 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
Kislorod	1,30	1,80
Havo	1,40	1,90
Xlor	6,50	5,0

**17-jadval**

**Elektronlarning metallardan chiqish ishi**

Metall	Chiqish ishi	
	$10^{-19}\text{J}$	Ev
Volfram	7,20	4,5
Volfram-Seziy	2,56	1,6
Volfram-Toriy	4,21	2,63
Platina-Seziy	2,24	1,4
Platina	8,48	5,3
Kaliy	3,20	2,0
Kumush	7,58	4,74
Litiy	3,84	2,4
Natriy	3,68	2,3
Seziy	3,04	1,9

**18-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

**19-jadval**

**Ba'zi zarralarning tinch holatdagi massasi va energiyalari**

Zarra	Massa		Energiya	
	$10^{-27}\text{kg}$	m.a.b.	$10^{-10}\text{J}$	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 $\pi$ -mezon	2,410	0,14526	2,16	135,0
$\alpha$ - zarra	6,640	4,00149	5,96	3733,0
Elektron	0,00091	0,00055	0,00082	0,511

**20-jadval**

**Ayrim izotoplarning massalari, m.a.b. larda**

Izotop	Simvoli	Massasi	Izotop	Simvoli	Massasi
Azot	${}^{13}_7\text{N}$	13,00987	Litiy	${}^6_3\text{Li}$	6,01703
Azot	${}^{14}_7\text{N}$	14,00752	Litiy	${}^7_3\text{Li}$	7,01602
Azot	${}^{15}_7\text{N}$	15,00011	Kislorod	${}^{16}_8\text{O}$	15,99491
Alyuminiy	${}^{30}_7\text{Al}$	29,99817	Kislorod	${}^{17}_8\text{O}$	16,99913
Berilliy	${}^7_4\text{Be}$	7,01916	Kislorod	${}^{18}_8\text{O}$	17,99916
Berilliy	${}^9_4\text{Be}$	9,01505	Magniy	${}^{23}_{12}\text{Mg}$	22,99914
Berilliy	${}^{10}_4\text{Be}$	10,01612	Natriy	${}^{22}_{11}\text{Na}$	21,9944
Bor	${}^9_4\text{B}$	9,01333	Natriy	${}^{23}_{11}\text{Na}$	22,987
Bor	${}^{10}_5\text{B}$	10,01612	Netron	${}^1_0\text{n}$	1,00867
Bor	${}^{11}_5\text{B}$	11,00931	Tritiy	${}^3_1\text{H}$	3,01605
Vodorod	${}^1_1\text{H}$	1,00814	Uglerod	${}^{10}_6\text{C}$	10,00168
Geliy	${}^3_2\text{He}$	3,01699	Uglerod	${}^{12}_6\text{C}$	12,00000
Deyteriy	${}^2_1\text{H}$	2,01474	Uglerod	${}^{13}_6\text{C}$	13,00335
Kaliy	${}^{41}_{19}\text{K}$	40,96184	Uglerod	${}^{14}_6\text{C}$	14,0032
Kalsiy	${}^{44}_{20}\text{Ca}$	43,9554	Qurg`oshin	${}^{206}_{82}\text{P}$	205,9744

## Trigonometrik funksiyalarning qiymatlari

Burchak	sin	tg	stg	Cos	Burchak
0	0	0		1	90
1	0,0175	0,0175	57,29	0,9998	89
2	0,0349	0,0349	28,64	0,9994	88
3	0,0524	0,0524	19,08	0,9986	87
4	0,0698	0,0699	14,3	0,9976	86
5	0,0872	0,0875	11,43	0,9962	85
6	0,1045	0,1051	9,514	0,9945	84
7	0,1219	0,1228	8,144	0,9925	83
8	0,1392	0,1405	7,115	0,9908	82
9	0,1564	0,1584	6,314	0,9877	81
10	0,1736	0,1763	5,671	0,9848	80
11	0,1908	0,1944	5,145	0,9816	79
12	0,2079	0,2126	4,705	0,9781	78
13	0,225	0,3209	4,331	0,9744	77
14	0,2419	0,2498	4,011	0,9703	76
15	0,2588	0,2679	3,732	0,9659	75
16	0,2756	0,2867	3,487	0,9613	74
17	0,2924	0,3057	3,271	0,9563	73
18	0,309	0,3249	3,078	0,9511	72
19	0,3256	0,3443	2,904	0,9455	71
20	0,342	0,364	2,747	0,9397	70
21	0,3584	0,3839	2,805	0,9336	69
22	0,3746	0,404	2,475	0,9272	68
23	0,3997	0,4245	2,356	0,9205	67
24	0,4067	0,4452	2,246	0,9135	66

25	0,4226	0,4463	2,145	0,9063	65
26	0,4384	0,4877	2,05	0,8988	64
27	0,454	0,5065	1,163	0,891	63
28	0,4695	0,5317	1,881	0,8829	62
29	0,4848	0,5648	1,804	0,8746	61
30	0,5	0,5774	1,132	0,866	60
31	0,515	0,6009	1,664	0,8572	59
32	5290	0,6249	1,6	0,848	58
33	0,5446	0,6494	1,546	0,8387	57
34	0,5592	0,6745	1,483	0,829	56
35	0,5736	0,7002	1,428	0,8192	55
36	0,5878	0,7265	1,376	0,809	54
37	0,6018	0,7536	1,327	0,7986	53
38	0,6157	0,7813	1,28	0,788	52
39	0,6293	0,8998	1,235	0,7771	51
40	0,6428	0,8391	1,192	0,766	50
41	0,6561	0,8693	1,15	0,7547	49
42	0,6691	0,9004	1,111	0,7314	48
43	0,682	0,9325	1,072	0,7314	47
44	0,6947	0,9857	1,036	0,7193	46
45	0,7071	1	1	0,7071	45
	<b>cos</b>	<b>ctg</b>	<b>tg</b>	<b>Sin</b>	

## *Foydalanilgan adabiyotlar*

1. Jankoli.D. «FIZIKA» V.2 Tomah.Per.s.ang.M.- Mir.1989 g.-321c.
2. Douglas Ciancoli. Phusics a General Course. 2010 year.Chapter 1-43.
3. Q.P. Abduraxmanov, V.S. Xamidov, N.A. Axmedova, «FIZIKA», DARSLIK TOSHKENT 2017 y.
4. Abduraxmanov K.P., Egamov U. Fizika kursi , 2011 y.
5. Ahmadjanov O.I. Fizika kursi. 1,2,3-qism.-T.; O`qituvchi, 1988., 1989
6. Kolmakov YU.N. Kurs leksiy po fizike, Tula, 2002.
7. A.V.Volkenshteyn «Umumiy fizika kursidan masalalar to`plami», 1985 y.
8. Karimov Z., Baxronov X. «Umumiy fizika kursidan masalalar to`lami» TIMI 2008 yil.
9. <http://phet.colorado.edu/>
10. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
11. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>
12. <http://school-collection.edu.ru>

## MUNDARIJA

So'z boshi	3
<b>I-BOB. Mexanika</b>	5
1-§. Mexanikaning fizik asoslari, Moddiy nuqta kinematikasi	7
2-§. Aylanma harakat kinematikasi	11
3-§. Moddiy nuqta dinamikasi	13
4-§. Mexanik ish va energiya	17
5-§. Qattiq jism aylanma harakatining dinamikasi	19
6-§. Mexanik tebranma harakatlar	23
7-§. Suyuqlik va gazlar mexanikasi	26
8-§. Mexanika bo'limiga doir masalalar	27
<b>II- BOB. Molekulyar fizika va termodinamika</b>	53
9-§. Ideal gaz qonunlari	54
10-§. Molekular kinetik nazariya asoslari	56
11-§. Gazlarda ko'chish xodisalari	57
12-§. Termodinamika	58
13-§. Real gazlar	59
14-§. Molekular fizika bo'limiga doir masalalar	64
<b>III- BOB. Elektrostatika</b>	69
15-§. Elektrostatika	70
16-§. Elektrostatika bo'limiga doir masalalar	92
<b>IV- BOB. O'zgarmas tok</b>	99
17-§. O'zgarmas tok	100
18-§. O'zgarmas tok bo'limiga doir masalalar	113



<b>V- BOB. Elektromagnetizm</b>	118
19-§. Elektromagnetizm	119
20-§. Elektromagnetizm bo'limiga doir masalalar	136
<b>VI- BOB. Optika</b>	150
21-§. Geometrik optika	151
22-§. Fotometriya	154
23-§. Yorug'lik interferensiyasi va difraksiyasi	155
24-§. Yorug'likning qutiblanishi	158
25-§. Optika bo'limiga doir masalalar	172
<b>ILOVALAR</b>	180
<b>Adabiyotlar</b>	191
<b>Mundarija</b>	192

## TABLE OF CONTENTS

Introduction .....	3
CHAPTER I. Mechanics .....	5
§ 1. Physical bases of mechanics, Material point kinematics .....	7
§ 2. Rotational motion kinematics .....	11
§ 3. Material point dynamics.....	13
§ 4. Mechanical work and energy .....	17
§ 5. Dynamics of rotational motion of a rigid body .....	19
§ 6. Mechanical vibrational movements .....	23
§ 7. Mechanics of liquids and gases .....	26
§ 8. Mechanics issues .....	27
CHAPTER II. Molecular physics and thermodynamics .....	53
§ 9. Ideal gas laws .....	54
§ 10. Fundamentals of molecular kinetic theory .....	56
§ 11. Gas migration events .....	57
§ 12. Thermodynamics .....	58
§ 13. Real gases .....	59
§ 14. Problems in the Department of Molecular Physics .....	64
CHAPTER III. Electrostatics .....	69
§ 15. Electrostatics .....	70
§ 16. Electrostatics issues .....	92
CHAPTER IV. Alternating current .....	99
§ 17. Alternating current .....	100
§ 18. Problems with the AC section .....	113
V- CHAPTER. Electromagnetism .....	119
§ 19. Electromagnetism .....	119
§ 20. Electromagnetism issues .....	136

CHAPTER VI. Optics.....	150
§ 21. Geometric optics .....	151
§ 22. Photometry .....	154
§ 23. Interference and diffraction of light .....	158
§ 24. Polarization of light .....	172
§ 25. Optics issues .....	180
APPLICATIONS .....	191
Books .....	192

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Вступление .....	3
ГЛАВА I. Механика .....	5
§ 1. Физические основы механики, кинематика материальной точки..	7
§ 2. Кинематика вращательного движения .....	11
§ 3. Динамика материальной точки .....	13
§ 4. Механическая работа и энергия .....	17
§ 5. Динамика вращательного движения твердого тела.....	19
§ 6. Механические колебательные движения .....	23
§ 7. Механика жидкостей и газов .....	26
§ 8. Проблемы с механикой .....	27
ГЛАВА II. Молекулярная физика и термодинамика .....	53
§ 9. Законы идеального газа .....	54
§ 10. Основы молекулярно-кинетической теории .....	56
§ 11. События миграции газа .....	57
§ 12. Термодинамика .....	58
§ 13. Настоящие газы .....	59
§ 14. Проблемы в области молекулярной физики .....	64
ГЛАВА III. Электростатика .....	69
§ 15. Электростатика .....	70
§ 16. Проблемы с электростатикой .....	92
ГЛАВА IV. Переменный ток .....	99
§ 17. Переменный ток .....	100
§ 18. Проблемы с разделом AC .....	113
V- ГЛАВА. Электромагнетизм .....	119
§ 19. Электромагнетизм .....	119
§ 20. Проблемы электромагнетизма .....	136
ГЛАВА VI. Оптика .....	150

§ 21. Геометрическая оптика .....	151
§ 22. Фотометрия .....	154
§ 23. Интерференция и дифракция света .....	155
§ 24. Поляризация света .....	158
§ 25. Проблемы с оптикой .....	172
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	180
Книги .....	191

