

**OLIY O'QUV YURTLARIGA
KIRUVCHILAR UCHUN**

**FIZIKADAN
FORMULALAR
DAFTARCHASI**



Toshkent-2009

KINEMATIKA

1. TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS HARAKAT

($v = \text{const}$, tezlik o'zgarmas)

• **Yo'l** (Ko'chish) S ([S]=m)

$$S = v \cdot t_s \quad S_x = v_x \cdot t_s \quad S_y = v_y \cdot t_s \quad S_x = S \cdot \cos \alpha, \quad S_y = S \cdot \sin \alpha \quad S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} :$$

$$S = \sqrt{(x - x_0)_x^2 + (y - y_0)_y^2} :$$

S_x -gorizontal ko'chish, S_y – vertikal ko'chish t -harakat vaqti,

• **Koordinata –x** ([x]-m)

$$x = x_0 + S_x, \quad x = x_0 + v_x \cdot t : \quad x = v_x \cdot t :$$

$$y = y_0 + S_y, \quad y = y_0 + v_y \cdot t : \quad y = v_y \cdot t :$$

• **Tezlik** - $v = \text{const}$, ([v]=m/s)

Ko'chish grafigining burchak tangensi harakat tezligiga teng:

$$v = \text{tga}$$

• **Tekis harakatda koordinata grafigi**

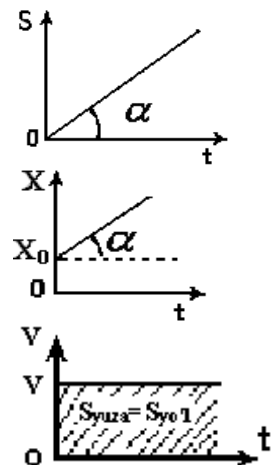
Koordinata grafigining burchak tangensi-harakat tezligiga teng.

$$v = \text{tga}$$

• **Tekis harakatda tezlik grafigi.**

Tezlik grafigi ostidagi yuza bosib o'tilgan yo'lga teng .

$$S_{yuza} = S_{yo'l}$$



2. NOTEKIS HARAKAT

• **O'rtacha tezlik umumiy holda:**

$$v_{o'rt} = \frac{S_{um}}{t_{um}}; \quad v_{o'rt} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3}; \quad v_{o'rt} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + v_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}; \quad v_{o'rt} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{S_1/v_1 + S_2/v_2 + S_3/v_3};$$

• Jism yo'lining yarmini v_1 , qolgan yarmini- v_2 tezlik bilan o'tsa o'rtacha tezlik:

$$v_{o'rt} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

• Yo'l teng 3 qismga bo'lingan bo'lsa, o'rtacha tezlik: $S_1 = S_2 = S_3 = S/3$;

$$v_{o'rt} = \frac{3v_1 v_2 v_3}{v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3};$$

• Jism yo'lining $\frac{1}{3}S$ qismini v_1 , qolgan $\frac{2}{3}S$ qismini v_2 tezlik bilan o'tganda o'rtacha tezlik:

$$v_{o'rt} = \frac{4v_1 v_2}{v_2 + 2v_1}$$

• Harakat vaqti teng 2 ga bo'linganda o'rtacha tezlik: $t_1 = t_2 = t/2$; $v_{o'rt} = \frac{v_1 + v_2}{2}$;

• Harakat vaqti teng 3 ga bo'linganda o'rtacha tezlik: $t_1 = t_2 = t_3 = t/3$; $v_{o'rt} = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$;

• Tekis tezlanuvchan yoki sekinlanuvchan harakatda o'rtacha tezlik: $v_{o'rt} = \frac{v_0 + v}{2}$;

• Notekis harakatda ko'chish: $S = v_{o'rt} \cdot t$

3. NISBIY TEZLIKNI TOPISH

1. Agar jismlar qarama-qarshi yo'nalishda harakatlansa $\Rightarrow v_{nis} = v_1 + v_2$;

2. Agar jismlar bir xil yo'nalishda harakatlansa $\Rightarrow v_{nis} = v_1 - v_2$;

3. Agar jismlar o'zaro tik(perpendikulyar) yo'nalishda harakatlansa $\Rightarrow v_{nis} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$;

4. Agar jismlar o'zaro α -burchak ostida harakatlansa $\Rightarrow v_{nis} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$;

• Qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanayotgan l_1 va l_2 uzunlikdagi 2 jismning bir-birining yonidan o'tish vaqti: $t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 + v_2}$;

• Bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan l_1 va l_2 uzunlikdagi 2 jismning bir-birining yonidan o'tish vaqti: $t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 - v_2}$;

• l_1 uzunlikdagi mashinalar qatori(poyezd)ning l_2 uzunlikdagi ko'pri(kunnel)dan o'tish vaqti: $\Rightarrow t = \frac{l_1 + l_2}{v}$;

• Kater daryoda S-masofaga oqim yo'nalishida t_1 vaqtda borib, t_2 -vaqtda qaytib kelgan bo'lsa,

$$\Rightarrow \text{oqimning tezligi } v_{oq} = \frac{t_2 - t_1}{2 \cdot t_1 \cdot t_2} \cdot S$$

$$\Rightarrow \text{katerning tezligi } v_k = \frac{t_2 + t_1}{2 \cdot t_1 \cdot t_2} \cdot S$$

\Rightarrow kater va oqim tezliklari munosabati

$$v_{oq} = \frac{t_2 - t_1}{2 \cdot t_1 \cdot t_2} \cdot S$$

\Rightarrow katerni borib kelishdagi o'rtacha tezligi

$$v_{o'rt} = \frac{4 \cdot t_2 \cdot t_1}{(t_1 + t_2)^2} \cdot v_k; \quad v_{o'rt} = \frac{4 \cdot t_1 \cdot t_2}{t_2^2 - t_1^2} \cdot v_{oq}$$

• **Natijaviy tezlikni topish.** Jism bir vaqtning o'zida ikkita tezlikda ishtirok etganda:

1. Tezliklarning yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa, $\Rightarrow v_{nat} = v_1 - v_2$

2. Tezliklarning yo'nalishi bir xil bo'lsa, $\Rightarrow v_{nat} = v_1 + v_2$

3. Jismlarning tezliklari yo'nalishi o'zaro perpendikulyar bo'lsa, $\Rightarrow v_{nat} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$

4. Tezliklarining yo'nalishi o'zaro α -burchak tashkil etsa, $\Rightarrow v_{nat} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha}$

• **Tezlik o'zgarishi(Δv) ni topish.**

1. Jism tezligi qarama-qarshi yo'nalishga o'zgarsa, $\Delta v = v_1 + v_2$

2. Jism tezligining yo'nalishi oldingi yo'nalishda qolsa, $\Delta v = v_1 - v_2$

3. Jism tezligi perpendikulyar yo'nalishga o'zgarsa, $\Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$;

4. Jism tezligining yo'nalishi α -burchakka o'zgarsa, $\Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$;

4. TEKIS TEZLANUVCHAN HARAKAT

($a = \text{const}, v > 0, a > 0$ tezlanish o'zgarmas)

• **Yo'l (ko'chish) $S([S]=m)$**

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}; \quad S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}; \quad S = v_{o'rt} \cdot t = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t;$$

boshlang'ich tezlik $v_0 = 0$ bo'lganda

$$S = \frac{at^2}{2}; \quad S = \frac{v^2}{2a}; \quad S = \frac{v}{2} \cdot t$$

• To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda jismning n – chi sekunddagi ko'chishi:

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

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

• **Koordinata-x ($[x]=m$)**

Tekis tezlanuvchan harakat tenglamasi $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$;

$$v_0 = 0 \text{ bo'lganda } x = x_0 + \frac{at^2}{2}$$

• **Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik**

$$v = v_0 + at; \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2aS}; \quad v = \frac{2S}{t} - v_0; \quad v_{o'rt} = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$v_0 = 0 \text{ bo'lganda, } v = at; \quad v = \sqrt{2aS}; \quad v = \frac{2S}{t}; \quad v_{o'rt} = \frac{v}{2}$$

• Tekis tezlanuvchan harakatda yo'lining boshida v_1 , o'rtasida v_2 va oxirida v_3 tezliklar orasidagi munosabat:

$$v_2^2 = \frac{v_1^2 + v_3^2}{2} \quad \begin{array}{ccc} S/2 & & S/2 \\ | & & | \\ v_1 & v_2 & v_3 \end{array}$$

• **Tezlanish- $a = const$**

$$a = \frac{v - v_0}{t}; \quad a = \frac{v^2 - v_0^2}{2S}; \quad a = \frac{2(S - v_0 t)}{t^2};$$

$$v_0 = 0 \text{ bo'lganda, } a = \frac{v}{t}; \quad a = \frac{v^2}{2S}; \quad a = \frac{2 \cdot S}{t^2}$$

• **Tekis tezlanuvchan harakatda ko'chish grafigi**

Ko'chish grafigi paraboladan iborat bo'lib, unga o'tkazilgan urinmaning burchak tangensi-harakat tezligiga teng.

$$v = tga$$

• **Tekis tezlanuvchan harakatning koordinata grafigi**

Koordinata grafigiga o'tkazilgan urinmaning burchak tangensi-harakat tezligiga teng.

$$v = tga$$

• **Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik grafigi**

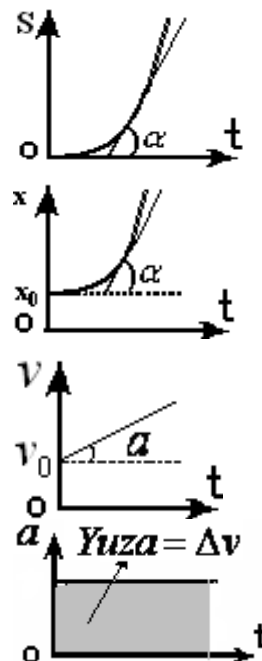
Tezlik grafigining burchak tangensi-harakat tezlanishiga teng.

$$a = tga$$

• **Tekis tezlanuvchan harakatda tezlanish grafigi**

Tezlanish grafigi ostidagi yuza-tezlik o'zgarishiga teng.

$$S_{yuza} = \Delta v$$



5. TEKIS SEKINLANUVCHAN HARAKAT

$$(a = \text{const}, v > 0, a < 0)$$

To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik va tezlanish vektorlari qarama-qarshi yo'nalishlariga ega bo'ladi, $v > 0$ va $a < 0$, yoki $v < 0$ va $a > 0$.

• Yo'l(ko'chish) - $S([S]=m)$

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

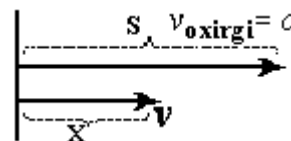
• Tormozlanish yo'li- S_{tor} :

$$S_{tor} = \frac{v_0^2}{2\mu g}; \quad S = \frac{v_0^2}{2a}; \quad S = \frac{v_0}{2} \cdot t;$$

• Tormozlanish vaqti- t_{tor} : $t_{tor} = \frac{v_0}{a}; \quad t_{tor} = \frac{2S_{tor}}{v_0};$

Jism v_0 tezlik bilan tormozlanib, S-masofani o'tib to'xtadi, uning tezligi v ga teng bo'lgan daqiqada u bosib o'tgan x masofa:

$$x = \left[1 - \left(\frac{v}{v_0} \right)^2 \right] \cdot S;$$



• Koordinata-x ($[x]=m$) tenglamasi :

$x = x_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$; -bu tenglamaga tekis sekinlanuvchan harakat tenglamasi deyiladi.

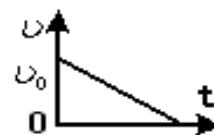
• Tezlik- $v([v]=m/s)$: $v = v_0 - at; \quad v = \sqrt{v_0^2 - 2aS}; \quad v = \frac{2S}{t} - v_0;$

• Tezlanish- $a([a]=m/s^2)$: $a = \frac{v - v_0}{t}; \quad a = \frac{v^2 - v_0^2}{2S}; \quad a = \frac{2(S - v_0 t)}{t^2};$

• Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik grafigi

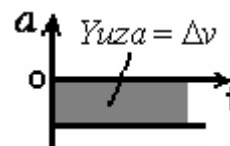
Tezlik grafigining burchak tangensi-harakat tezlanishiga teng.
 $a = \text{tga}$

Tormozlanish vaqti bo'yicha tezlanishni topish: $a = v_0 / t_{tormoz}$



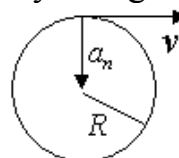
• Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanish grafigi

Tezlanish grafigi ostidagi yuza son jihatdan harakat tezligining o'zgarishiga teng. $S_{yuza} = \Delta v$



6. AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKAT

Traektoriyasi aylanadan iborat bo'lib teng vaqtlar oralig'ida bir xil uzunlikdagi aylana yoyini bosib o'tadigan jismning harakatiga aylana bo'ylab tekis harakat deyiladi. Bunda tezlik vektori aylanaga urinma, tezlanish vektori aylana markaziga tomon yo'nalgan bo'ladi, bu tezlanishga **markazga intilma tezlanish** deb ataladi. T-aylanish davri, N-t vaqtdagi aylanishlar soni, R-aylana radiusi, φ -burilish burchagi, ν -chastota, ω -burchak tezlik, a_n -markazga intilma tezlanish



• Davr. Aylanish davri- $T = \text{const} ([T]=s)$

$$T = \frac{t}{N}; \quad T = \frac{1}{\nu}; \quad T = \frac{2\pi R}{v}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a}}; \quad T = \frac{2\pi \cdot t}{\varphi};$$

• Aylana radiusi -R ($[R]=m$)

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

• **Burilish burchagi** – φ ($[\varphi] = \text{gradus, radian}$)

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

• **Aylanish chastotasi** – ν ($[\nu] = \frac{1}{s} = s^{-1} = \text{Hz}$)

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

• **Chiziqli tezlik** – v ($[v] = \frac{m}{s}$)

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

• **Burchak tezlik** – $\omega = \text{const}$ ($[\omega] = \frac{\text{rad}}{s}$)

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

• **Markazga intilma tezlanish** – $a_n = \text{const}$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{4\pi^2 N^2 R}{t^2}; \quad a = 4\pi^2 \nu^2 R; \quad a = \omega^2 R; \quad a = v \cdot \omega; \quad a = \frac{\varphi^2 R}{t^2};$$

• **Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jism tezligining o'zgarishi:** Δv ni topish.

1) aylananing 1/4 qismida: $\Delta v = \sqrt{2} \cdot v$;

2) aylananing 1/2 qismida: $\Delta v = 2 \cdot v$;

3) aylananing 3/4 qismida: $\Delta v = \sqrt{2} \cdot v$;

4) aylanani to'liq aylanganda: $\Delta v = 0$;

• **Yerda v tezlik bilan dumalayotgan R radiusli g'ildirak nuqtalarining yerga nisbatan tezligi**

(1) nuqtada $v_1 = v$ (2) nuqtada $v_2 = 2 \cdot v$

(3),(4) nuqtalarda $v_{3,4} = \sqrt{2} \cdot v$ (5) nuqtada $v_5 = 0$

(3),(4) nuqtalarda tezlik vektorining gorizont bilan tashkil qilgan burchagi- 45° ga teng.

• Disk ikki nuqtasining radiuslari farqi ΔR , tezliklari farqi

$\Delta v = v_1 - v_2$ ga teng bo'lsa:

$$R = \frac{v_1}{v_1 - v_2} \cdot \Delta R; \quad \nu = \frac{\Delta v}{2\pi \cdot \Delta R}; \quad \omega = \frac{\Delta v}{\Delta R}$$

R -diskning radiusi, ν – aylanish chastotasi.

7. AYLANA BO'YLAB NOTEKIS HARA-KAT

• **Burilish burchagi** – φ $\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}; \quad \varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon};$

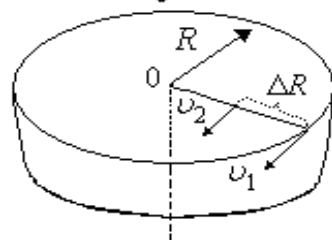
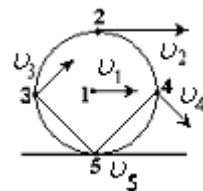
• **Burchak tezlik** – ω , $\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$

• **Burchak tezlanish** – ε , ($[\varepsilon] = m/s^2$)

$$\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{t};$$

• **Tangensial tezlanish** – a_t ($[a] = m/s^2$)

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}; \quad a_t = \varepsilon \cdot R;$$

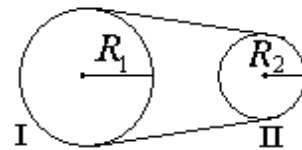


• **To'la tezlanish** – $a \quad \vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n; \quad a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$

8. AYLANMA HARAKATNI UZATISH.

• Tasmali uzatish.

Tasmali uzatishda aylanuvchi disklar tasma yordamida ulanadi, tasmaning va disklar chetki nuqtalarining chiziqli tezliklari o'zaro teng bo'ladi, diskarning aylanish yo'nalishi bir xil bo'ladi.



• **Friksion uzatishda**—disklar bir biriga qattiq siqilgan xolda tekkiziladi, ularning aylanish yo'nalishlari har xil bo'ladi. Bu ikki xolda ham aylanma harakatni uzatish tenglamalari bir xil bo'ladi. $v_1 = v_2; \quad \omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2; \quad v_1 \cdot R_1 = v_2 \cdot R_2; \quad \frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2}$

• **Tishli g'ildiraklar** yordamida aylanma harakatni uzatishda tishlar soni N_1 va N_2 bo'lsa:

$$\omega_1 \cdot N_1 = \omega_2 \cdot N_2; \quad v_1 \cdot N_1 = v_2 \cdot N_2; \quad \frac{N_1}{T_1} = \frac{N_2}{T_2}$$

• **Bir-biriga qotirilgan disklar** harakati. Disklarning aylanish davrlari, chastotalari teng.

$$T_1 = T_2; \quad v_1 = v_2; \quad \omega_1 = \omega_2; \quad \frac{v_1}{R_1} = \frac{v_2}{R_2}$$

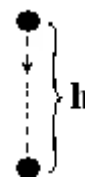


9. ERKIN TUSHISH.

Jismning faqat og'irlik kuchi ta'siri ostidagi harakatiga erkin tushish deyiladi. Erkin tushish tezlanishi $g = 9.8 m/s^2$;

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

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



• n -chi sekunddagi ko'chishi: $v_0 = 0$ bo'lganda $\Delta h_n = \frac{g}{2}(2n-1)$

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

$v_0 = 0$ bo'lganda jism o'tgan masofalar nisbati, harakat vaqtlari kvadratlarining teskari

nisbatiga teng bo'ladi: $\frac{h_1}{h_2} = \frac{t_1^2}{t_2^2};$

• **Tezlik** – v , (t vaqtdan keyin jism erishgan tezligini topish)

$$v = v_0 + gt; \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}; \quad v = \frac{2h}{t} - v_0; \quad v_{o'rt} = \frac{v_0 + v}{2};$$

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

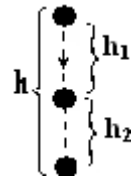
• **Harakat vaqti**– t ni topish

$$v - \text{oxirgi tezlik, } t = \frac{v - v_0}{g}; \quad t = \frac{2h}{v - v_0} \quad v_0 = 0 \text{ bo'lganda } t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t = \frac{v}{g}; \quad t = \frac{2h}{v}$$

• Erkin tushayotgan jism oxirgi Δt vaqt ichida Δh masofani o'tgan bo'lsa:

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

2) Butun yo'lni o'tish vaqti: $t = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$; $h = \frac{gt^2}{2}$



• **Erkin tushayotgan jismning yo'li teng 2 ga bo'lingan xolda, yo'lning ikkinchi yarmini Δt vaqtda o'tgan bo'lsa:**

1) yo'lning birinchi yarmini o'tish vaqti: $t_1 = (1 + \sqrt{2})\Delta t$;

2) Butun yo'lni o'tish vaqti: $t = (2 + \sqrt{2})\Delta t$;

3) Umumiy yo'lni topish: $h = 10(3 + 2\sqrt{2})\Delta t^2$;

• Erkin tushayotgan jismning oxirgi sekunddagi ko'chishini topish: $\Delta h = \sqrt{20 \cdot h} - 5$;

• oxirgi sekundda Δh masofani o'tgan jismning tushish balandligi quyidaga teng:

$$h = \frac{(\Delta h + 5)^2}{20}$$

• Δt vaqt oralig'ida uzilgan ikki tomchi orasidagi masofa Δh ga teng bo'lgan vaqt:

1) birinchi tomchining uzilish vaqtiga nisbatan:

$$t_1 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$$

2) ikkinchi tomchining uzilish vaqtiga nisbatan: $t_2 = \frac{\Delta h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2}$;

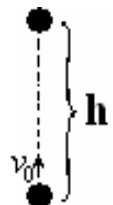
• h balandlikdan Δt vaqt oralig'i bilan tashlangan 2 jism orasidagi eng katta masofa:

$$\Delta h = \sqrt{20h} \cdot \Delta t - 5\Delta t^2$$

10. VERTIKAL YUQORIGA OTILGAN JISM HARA KATI

Vertikal yuqoriga otilgan jism g tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qiladi.

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



• v_0 boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi:

$$h = \frac{v_0^2}{2g}; \quad v_0 = \sqrt{2gh}$$

• **Tezlik $-v$:** $v = v_0 - gt$; $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$; $v = \frac{2h}{t} - v_0$; $v_{o'rt} = \frac{v_0 + v}{2}$;

• Eng yuqori nuqtada jismning tezligi nolga teng: $v_{yuqori} = 0$

• v_0 tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilish vaqti t_k - ni topish

$$t_k = \frac{v_0}{g}; \quad t_k = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t = \frac{2h}{v_0}$$

• Jismning ko'tarilib tushish, yani to'la uchish vaqtini topish:

$$t = 2t_k; \quad t_k = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t_k = \frac{2v_0}{g}; \quad t_k = \frac{4h}{v_0}$$

• Δt vaqt oralig'i bilan bir xil v_0 tezlikda vertikal otilgan jismlarning uchrashish vaqtini topish. Jismlar uchrashganida tezliklar teng, yo'nalishlari qarama-qarshi bo'ladi:

1) birinchi otilgan jismning vaqtiga nisbatan: $t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{\Delta t}{2}$

2) ikkinchi otilgan jismning vaqtiga nisbatan: $t_1 = \frac{v_0}{g} - \frac{\Delta t}{2}$

h – balandlik:
$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2$$

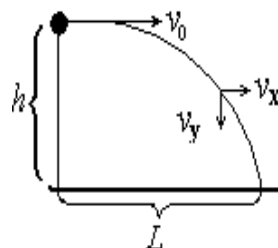
v_0 -boshlang'ich tezlik:
$$v_0 = \sqrt{2gh + g^2 \left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2}; \quad v_0 = g \cdot \left(t - \frac{\Delta t}{2}\right)$$

Δt -vaqt oralig'i:
$$\Delta t = \frac{g}{2} \sqrt{v_0^2 - 2gh}; \quad \Delta t = 2 \cdot \left(t - \frac{v_0}{g}\right)$$

- h balandlikdan v_0 tezlik bilan vertikal yuqoriga otilgan jismning yerga tushish vaqtini va h balandlikni topish tenglamasi: $5t^2 - v_0 t - h = 0$; $h = 5t^2 - v_0 t$;

11. GORIZONTAL OTILGAN JISM HARAKATI

Parabola bo'ylab harakat qiladi. Gorizontaal otilgan jismning harakati 2 ta tashkil etuvchiga ajratiladi: gorizontaal va vertikal. Gorizontaal tashkil etuvchisi tekis, vertikal tashkil etuvchisi boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakatdir.



- Harakat vaqti(t)ni topish:
$$t = \frac{v_y}{g}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t = \frac{L}{v_0};$$
- v_0 –boshlang'ich tezlikni topish:
$$v_0 = \frac{L}{t}; \quad v_0 = L \sqrt{\frac{g}{2h}};$$
- Tezlik vektorining **gorizontaal tashkil etuvchisi** v_x :
$$v_x = v_0 = \frac{L}{t}; \quad v_x = L \sqrt{\frac{g}{2h}}$$
- Tezlik vektorining **vertikal tashkil etuvchisi** v_y :
$$v_y = g \cdot t; \quad v_y = \sqrt{2gh};$$

Vertikal tashkil etuvchisining boshlang'ich tezligi nolga teng ($v_{0y} = 0$).
- Tezlik vektorining vertikal tashkil etuvchisi v_y ning o'rtacha qiymati:
$$v_y = \sqrt{\frac{gh}{2}};$$
- Gorizontaal otilgan jism tezligining ixtiyoriy t vaqtdagi qiymatini topish:
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2};$$
- Tezlik vektorining gorizont bilan α burchak tashkil qilgan vaqtdagi qiymatini topish:
$$v = \frac{v_0}{\cos \alpha}$$
- h –balandlikdan gorizontaal otilgan jismning yerga urilishdagi tezligi:
$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh};$$
- h –balandlikni topish formulalari:
$$h = \frac{gt^2}{2}; \quad h = \frac{v_y^2}{2g}; \quad h = \frac{g}{2v_0^2} \cdot L^2;$$
- Gorizontaal uchish uzoqligi–L ni topish:
$$L = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad L = v_x \cdot t; \quad L = v_0 \cdot t;$$
- Tezlik vektorining t vaqtdan keyin gorizont bilan tashkil qilgan burchagini topish:

$$\operatorname{tga} = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

- Jismning yerga tushish vaqtidagi gorizont bilan tashkil qilgan burchagi: $\operatorname{tga} = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$
- Gorizont otilgan jismning t vaqtidagi normal a_n va tangensial a_t tezlanishlarini topish:

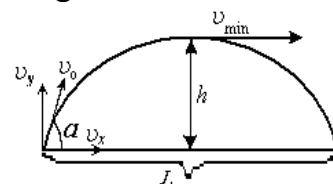
$$a_n = \frac{g \cdot v_0}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}; \quad a_t = \frac{g^2 \cdot t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}};$$
- **h**–balandlikda v tezlik bilan uchayotgan vertalyotdan tashlangan yukning borib tushish masofasini topish:

$$S = v \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad S = v \cdot t;$$

12. GORIZONTAL QIYA OTILAGAN JISM HARAKATI

Jismning harakat trayektoriyasi paraboladan iborat bo'ladi. Jismning harakati 2 ta tashkil etuvchiga ajratiladi: 1-gorizont va 2-vertikal.

Gorizont tashkil etuvchisi tekis, vertikal tashkil etuvchisi tekis sekinlanuvchan harakat qiladi.



- Boshlang'ich tezlik vektorining gorizont v_{0x} va vertikal v_{0y} tashkil etuvchilari:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos a; \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin a;$$

- Tezlik vektorining t vaqtidagi gorizont v_x va vertikal v_y tashkil etuvchilari:

$$v_x = v_0 \cdot \cos a; \quad v_y = v_0 \cdot \sin a - gt;$$

- Tezlik vektorining t vaqtidagi qiymati: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}; \quad v = \sqrt{v_0^2 \cos^2 a + (v_0 \sin a - gt)^2};$

- **Boshlang'ich tezlik** v_0 ni topish:

$$v_0 = \sqrt{\left(\frac{L}{t}\right)^2 + 25t^2}; \quad v_0 = \sqrt{v_{\min}^2 + 2gh}; \quad v = \frac{v_{\min}}{\cos a}; \quad v = \frac{v_x}{\cos a}; \quad v_0 = \sqrt{v_x^2 + 2gh};$$

- **Minimal tezlik** v_{\min} (trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida)ni topish:

$$v_{\min} = \sqrt{v_0^2 - 25 \cdot t^2}; \quad v_{\min} = \sqrt{v_0^2 - 2gh}; \quad v_{\min} = v_0 \cdot \cos a; \quad v_{\min} = v_x$$

- **Maksimal ko'tarilish balandligi–h** (t-uchish vaqti)

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 a}{2g}; \quad h = \frac{gt^2}{8}; \quad h = \frac{v_{0y}^2}{2g}; \quad h = \frac{L \cdot \operatorname{tga}}{4}; \quad h = \frac{v_0^2 - v_{\min}^2}{2g}$$

- **Uchish uzoqligi(L)**ni topish: $L = \frac{4h}{\operatorname{tga}}; \quad L = \frac{v_0^2 \sin 2a}{g}; \quad h = \frac{2v_{\min} \sqrt{v_0^2 - v_{\min}^2}}{g}; \quad L = v_0 t \cdot \cos a = v_x t$

- **Uchish vaqti (t)**ni topish: $t = \frac{2v_0 \sin a}{g}; \quad t = \sqrt{\frac{8h}{g}}; \quad t = \frac{L}{v_0 \cos a}; \quad h = \frac{2\sqrt{v_0^2 - v_{\min}^2}}{g};$

- **Ko'tarilish(tushish) vaqtini topish:** $t_{\text{ko'tar}} = t_{\text{tushish}} = \frac{v_0 \sin a}{g}; \quad t_k = \sqrt{\frac{2h}{g}};$

- h balandlikdan gorizontga nisbatan α burchak ostida otilgan jismning yerga tushish vaqtini topish: $5t^2 - v_0 \sin a \cdot t - h = 0$

- Tezlik vektorining gorizont bilan t -vaqtdan keyin tashkil qilgan β burchagini topish:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{v_0 \sin a - gt}{v_0 \cos a}$$

- α burchak ostida otilgan jismning tezlik vektorining gorizont bilan β burchak tashkil

qilish vaqti:
$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha \pm v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}{g};$$

- Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiusini topish: $R = v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha / g$

DINAMIKA

13. NYUTONNING BIRINCHI QONUNI

Shunday sanoq sistemalari borki, **bu sanoq sistemalariga nisbatan jismga hech qanday kuch tasir qilmasa yoki ta'sir etuvchi barcha kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lsa jism bu sanoq sistemasiga nisbatan tinch turadi yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda davom etadi.** Bunday sanoq sistemalariga **inertsial sanoq sistemalari** deyiladi. Bunday inersial sanoq sistemasiga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'lgan ixtiyoriy sanoq sistemasi ham inertsial sanoq sistemasi hisoblanadi. Nyutonning I qonuni quyidagi formula orqali ifodalanadi: $F = 0$ bo'lsa, $\vec{v} = \text{const}$ bo'ladi, yoki $\vec{v} = 0$ bo'ladi F -kuch, vektor kattalik birligi $[F] = \text{N}$ (Nyuton).

- **Kuch deb** jismning harakat tezligini o'zgartiruvchi yoki jismni deformatsiyalovchi sababga aytiladi.

- **Kuch deb** jismlarning o'zaro ta'sirini miqdor va yo'nalish jihatdan tavsiflovchi kattalikka aytiladi. $F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_N$

- **Ta'sir etuvchi kuchlarning son qiymatini topish:** $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$

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

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

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

NYUTONNING IKKINCHI QONUNI

- **Jismga ta'sir etuvchi kuch jism massasi bilan shu kuch ta'sirida jism olgan tezlanishining ko'paytmasiga teng:** $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

- **Jismning tezlanishi unga ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri proporsional, jism massasiga teskari proporsional:** $a = \frac{F}{m}$

- Natijaviy kuch F ning yo'nalishi tezlanish vektorining yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi.

- **Massa (m)** – jismning inertligini ifodalovchi kattalik. Inert massa va gravitatsion massa

tengdir (ρ – zichlik, V – hajm): $m = \frac{F}{a}$; $m = \rho \cdot V$

NYUTONNING UCHINCHI QONUNI

Jismlar bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan modul jihatdan teng, yo'nalishlari

qarama qarshi bo'lgan kuchlar bilan ta'sirlashadi: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

- O'zaro ta'sirlashuvchi jismlar tezlanishlarining nisbati ularning massalarining teskari

nisbatiga teng: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$

14. BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI

Jismlarning massalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, massa markazlari orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lgan kuchlar bilan ta'sirlashadi, bu kuchga gravitatsiya kuchi deyiladi: $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

r-jismlar massa markazlari orasidagi masofa, G-gravitatsiya doimiysi, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

- Gravitatsion maydon–potensial maydondir. Gravitatsion maydon markaziy maydondir.
- Gravitatsiya kuchining jismni ko'chirishda bajargan ishi jism trayektoriyasining shakliga bog'liq emas. Gravitatsiya kuchining berk trayektoriyada bajargan ishi nolga teng.

OG'IRLIK KUCHI

Yer tomonidan jismga ta'sir etuvchi gravitatsion tortish kuchiga **og'irlik kuchi** deyiladi. Og'irlik kuchi Yer sirtidan vertikal yuqoriga ko'tarilgan sari kamayib boradi.

- Yer sirtida og'irlik kuchi:

$$F_{og'ir} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}; \quad F_{og'ir} = m \cdot g, \quad M\text{-yer massasi, } R\text{-yer radiusi, } m\text{-jism massasi,}$$

- Yer sirtidan h-balandlikda og'irlik kuchi:

$$F_{ogir}^h = G \frac{Mm}{(R+h)^2}; \quad F_{ogir}^h = F_{ogir}^{Yer \text{ sirti}} \cdot \left(\frac{R}{R+h} \right)^2; \quad \frac{F_{ogir}^{yer \text{ sirt}}}{F_{ogir}^h} = \left(1 + \frac{h}{R} \right)^2;$$

- Og'irlik kuchi n marta kamayadigan h balandlik: $h = R(\sqrt{n} - 1); \quad \frac{F_{ogir}^{yer \text{ sirt}}}{F_{ogir}^h} = n;$

- Faqat og'irlik kuchi ta'siri ostida jism oladigan tezlanishiga erkin tushish tezlanishi (g) deyiladi va u jism massasiga bog'liq emas.

- Yer sirtida erkin tushish tezlanishi –**g**: $g = G \frac{M}{R^2}; \quad g = \frac{4}{3} \pi G \rho R$

M–Yer massasi, R–Yer radiusi, ρ – Yer(planeta) zichligi, $g = 9.81 m/s^2 \approx 10 m/s^2$ (yer sirtida)

- Yer sirtidan h-balandlikda erkin tushish tezlanishi –**g**:

$$g = G \frac{M}{(R+h)^2}; \quad g_h = g_{yer \text{ sirt}} \cdot \left(\frac{R}{R+h} \right)^2; \quad \frac{g_{yer \text{ sirt}}}{g_h} = \left(1 + \frac{h}{R} \right)^2 = n;$$

- Erkin tushish tezlanishi **n marta** kamayadigan h balandlik:

$$h = R(\sqrt{n} - 1); \quad \frac{g_{yer \text{ sirt}}}{g_h} = n;$$

- Biror planetadagi erkin tushish tezlanishining Yerdagi erkin tushish tezlanishiga nisbati

$$\frac{g_{plan}}{g_{yer}} = \left(\frac{M_{plan}}{M_{yer}} \right) \cdot \left(\frac{R_{yer}}{R_{plan}} \right)^2; \quad \text{Bu nisbatni planeta zichligi } \rho \text{ va radiusi } R \text{ orqali ifodalash:}$$

$$\frac{g_{plan}}{g_{yer}} = \frac{\rho_{plan} \cdot R_{plan}}{\rho_{yer} \cdot R_{yer}},$$

- Yerning aylanish tezligi 17 marta ortsa ekvatoridagi jismlar vaznsiz holatiga keladi yoki ekvatoridagi nuqtalarning tezlanishi g ga teng bo'ladi.

- Ixtiyoriy planeta uchun: $\rho \sim \frac{1}{\rho}; \quad T \sim \frac{1}{\sqrt{\rho}}; \quad \rho \sim \omega^2; \quad \omega \sim \sqrt{\rho},$

ρ – planeta zichligi, T -sutka davomiyligi, ω - planetaning aylanish burchak tezligi.

- Qarshilik kuchining og'irlik kuchiga nisbati: $\frac{F_{qarsh}}{F_{og'it}} = \frac{|a - g|}{g}$;

15. KOSMIK TEZLIKLAR

Jismni Yer sirti atrofida aylana trayektoriya bo'ylab harakatlanishi uchun zarur bo'ladigan

v_I tezlikka birinchi kosmik tezlik deb ataladi. $v_I = \sqrt{g \cdot R_{yer}} \approx 7,9 km/s$; $v_I = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R}}$;

- Yer sirtidan h-balandlikda jism doiraviy otbita bo'ylab harakatlanishi uchun zarur

bo'lgan tezlik: $v = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R+h}} = \sqrt{g_h(R+h)} = v_I \sqrt{\frac{R}{R+h}}$;

Ikkinchi kosmik tezlik – v_{II}

Jism Yerning tortish kuchini yengib chiqib Quyoshning yo'ldoshi bo'lib qolishi uchun zarur bo'ladigan minimal – v_{II} tezlikka ikkinchi kosmik tezlik deyiladi (jism trayektoriyasi

Yerga nisbatan parabola bo'ladi). $v_{II} = \sqrt{2g \cdot R_{yer}} = \sqrt{2} \cdot v_I = 11,2 km/s$;

Uchinchi kosmik tezlik. Jism quyosh sistemasining tortish kuchini yengib chiqib Galaktikaning yo'ldoshi bo'lib qolishi uchun zarur bo'ladigan minimal v_{III} tezlikka

uchinchi kosmik tezlik deyiladi. $v_{III} = 16,67 km/s$;

- **Kepler qonuni.** Yer atrofida aylana trayektoriya bo'ylab harakatlanayotgan jism

(yo'ldosh) uchun $\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$ R_1 va R_2 aylana trayektoriya radiuslari, T_1 va T_2 shu

trayektoriyalar bo'yicha aylanish davrlari.

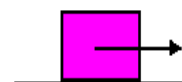
- Yer atrofida aylana trayektoriya bo'ylab harakatlanayotgan jism bir trayektoriyadan

ikkinchi traektoriyaga o'tganda uning tezligining o'zgarishi: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$; $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt[3]{\frac{T_1}{T_2}}$

16. JISMNING OG'IRLIGI

Jismning og'irligi deb jism tomonidan osmaga yoki tayanchga ta'sir etuvchi kuchiga aytiladi. Og'irlik kuchi o'zgarmasdir, lekin jismning og'irligi P harakat turiga qarab o'zgaradi.

1. Jism gorizontal yo'nalishda harakatlanganda uning harakat turi qanday bo'lishidan qat'i nazar og'irligi o'zgarmaydi va og'irlik kuchiga teng. $P = m \cdot g$



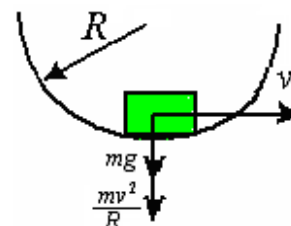
2. Jism vertikal yo'nalishda o'zgarmas tezlik bilan harakat qilganida uning o'irligi o'zgarmaydi va og'irlik kuchiga teng. $P = m \cdot g$

3. Jism vertikal yo'nalishda a tezlanish bilan yuqoriga harakat qilganida uning o'irligi inertiya kuchi hisobiga ortadi: $P = m \cdot (g + a)$

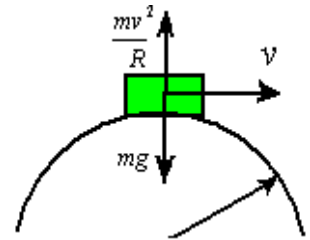
4. Jism vertikal yo'nalishda a tezlanish bilan pastga harakat qilganida uning o'irligi inertiya kuchi hisobiga kamayadi: $P = m \cdot (g - a)$

5. Jism egrilik radiusi R bo'lgan botiq sirt bo'ylab v tezlik bilan yoki o'lik sirtmoq deb ataluvchi Nestorov xalqasi bo'ylab harakat qilganida, trayektoriyaning pastki nuqasida jismni og'irligi markazga intilma kuch hisobiga ortadi.

$$P = m \cdot \left(g + \frac{v^2}{R}\right); P = m \cdot (g + \omega^2 R);$$



6. Jism egrilik radiusi R bo'lgan qavariq sirt bo'ylab v tezlik bilan yoki o'lik sirtmoq deb ataluvchi Nestorov xalqasi bo'ylab harakat qilganida, trayektoriya yuqori nuqtasida jismning og'irligi markazga intilma kuch hisobiga kamayadi.



$$P = m \cdot \left(g - \frac{v^2}{R}\right); \quad P = m \cdot (g - \omega^2 R);$$

• Qavariq ko'priknin yuqori nuqtasida jismni vaznsiz holatga keltiruvchi tezlik: $v = \sqrt{gR}$

• Qavariq ko'priknin yuqori nuqtasida jismning og'irligi k marta kamayadigan tezlikni

topish:
$$v = \sqrt{\frac{k-1}{k}} \cdot \sqrt{gR}$$

• Botiq sirtning pastki nuqtasida jismning og'irligi k marta kamayadigan tezlikni topish:

$$v = \sqrt{(k-1)gR}$$

• **Yuklanish** (n) deb harakatdagi jism og'irligining uning tinchlikdagi og'irligiga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$n = \frac{P}{mg} = \frac{m(g+a)}{mg} = 1 + \frac{a}{g} = 1 + \frac{v^2}{gR}$$

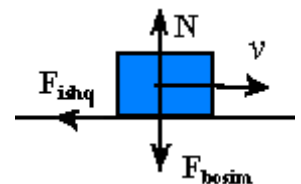
• **Jismning** solishtirma og'irligi deb uning hajm (V) birligidagi og'irligiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi: $d = P/V = mg/V = \rho \cdot g$

17. ISHQALANISH KUCHI

Jismning harakatiga qarshilik qiluvchi va jism tomonidan sirtga ta'sir etuvchi kuchiga to'g'ri proporsional bo'lgan kuchga **ishqalanish kuchi** deyiladi: $F_{ishq} = \mu \cdot F_{bosim} = \mu \cdot N$

F_{bosim} – bosim kuchi, N –sirtning reaksiya kuchi. $F_{bosim} = N$

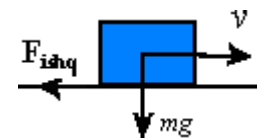
μ – ishqalanish yoki qarshilik koeffitsiyenti, bu kattalik sirtning notekisligi(g'adir-budirligi)ga va sirt molekulalarining o'zaro ta'sir kuchiga bogliq bo'lgan kattalikdir.



• Ishqalanish kuchining ifodasi jism tomonidan sirtga ta'sir etuvchi bosim kuchining ifodasiga qarab har xil ko'rinishga ega bo'ladi.

• Jism gorizonttal sirt bo'ylab harakatlanganda ishqalanish kuchi:

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



• Gorizonttal yo'nalgan F tortuvchi kuch ta'sirida jism a tezlanish bilan harakat qilganida:

$$F_{ishq} = F - ma; \quad F = ma + F_{ishq}; \quad a = \frac{F - F_{ishq}}{m};$$

• Tortish koeffitsiyenti k deb tortish kuchi F ni jism og'irligi mg ga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi: $k = \frac{F}{mg}; \quad k = \frac{a}{g} + \mu; \quad a = (k - \mu)g;$

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

• Faqat ishqalanish kuchi ta'sirida jism tormozlanadi. Tormozlovchi kuchni topish:

1)Tormozlovchi kuchi: $F_{tor} = \mu \cdot mg; \quad F_{tor} = ma; \quad F_{tor} = \frac{mv_0^2}{2S_{tor}}; \quad F_{tor} = \frac{2mS}{t_{tor}^2};$

2)Tormozlanish yo'li: $S_{tor} = \frac{v_0^2}{2\mu g}; \quad S_{tor} = \frac{v_0}{2} \cdot t_{tor};$

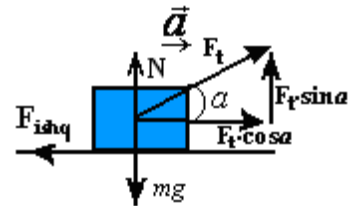
3) Tormozlanish vaqti: $t_{tor} = \frac{v_0}{\mu \cdot g}$;

• Gorizontalsirtida turgan jismni α burchak ostida **tortib siljitish**:

$$N + F_t \cdot \sin a = mg; \quad N = mg - F_t \cdot \sin a; \quad F_{ishq} = \mu \cdot N;$$

$$F_{ishq} = \mu \cdot (mg - F_t \sin a); \quad ma = F_t \cdot \cos a - F_{ishq};$$

$$ma = F_t \cdot \cos a - \mu \cdot (mg - F_t \cdot \sin a)$$

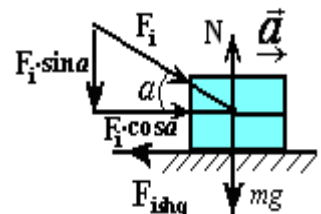


• Gorizontalsirtida turgan jismni α burchak ostida **itarib siljitish**:

$$N - F_i \cdot \sin a = mg; \quad N = mg + F_i \cdot \sin a;$$

$$F_{ishq} = \mu \cdot N; \quad F_{ishq} = \mu \cdot (mg + F_i \sin a);$$

$$ma = F_i \cdot \cos a - F_{ishq}; \quad ma = F_i \cdot \cos a - \mu \cdot (mg + F_i \cdot \sin a)$$



• **Qiya tekislikda ishqalanish kuchi**:

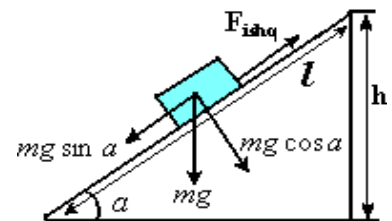
$$F_{ishq} = \mu \cdot mg \cdot \cos a$$

Qiya tekislikda jismni pastga sirpantiruvchi kuch:

$$F = mg \sin a$$

Qiya tekislikda jismning sirtga bosim kuchi:

$$F_{bosim} = mg \cos a$$



• Jism o'zgarmas tezlik ($v = const$) bilan harakatlanib tushayotgan bo'lsa: $F_{ishq} = mg \sin a$

• Jism a tezlanish bilan tushayotgan bo'lsa: $F_{ishq} = mg \sin a - ma$; $a = g(\sin a - \mu \cdot \cos a)$

• Qiya tekislik burchagining \sin va \cos ni topish: $\sin a = \frac{h}{l}$; $\cos a = \frac{S}{l} = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}$

h -balandlik, l -qiya tekislik uzunligi, S -qiya tekislik asosining uzunligi

• Jismning qiya tekislikda muvozanatda turish shartlari:

1) $\mu > tga$ – jism tinch turadi, $v = 0$

2) $\mu = tga$ – Jism tinch turadi yoki tekis harakat qilib o'zgarmas tezlik bilan tushadi, $v = const$

3) $\mu < tga$ – jism a tezlanish bilan tushadi.

• Qiya tekislik oxirida jism erishgan tezlik: $v = \sqrt{2gl(\sin a - \mu \cdot \cos a)}$

• Qiya tekislikda jismni harakatsiz ushlab turuvchi F kuchni topish:

$$F = mg \sin a - F_{ishq}; \quad F = mg \cdot (\sin a - \mu \cdot \cos a)$$

• Qiya tekislik bo'ylab jismni a tezlanish bilan ko'taruvchi F kuchni topish:

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

• **Qiya tekislikning foydali ish koeffitsiyenti**:

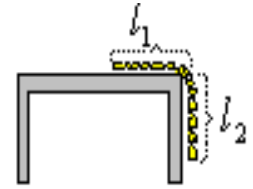
$$\eta = \frac{\sin a}{\sin a + \mu \cos a}; \quad \eta = \frac{tga}{tga + \mu}; \quad \eta = \frac{1}{1 + \mu tga}$$

• Qiya tekislikning kuchdan yutuq berishini topish: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{\sin a} = \frac{l}{h}$

• Stol chetida osilib turgan l uzunlikdagi ip yoki prujina uchun, l_1 – pastki qismining

uzunligi, l_2 – stol ustidagi qismining uzunligi:

$$l_1 = \frac{\mu}{\mu + 1} \cdot l; \quad l_2 = \frac{\mu}{\mu + 1} \cdot l; \quad \mu = \frac{l_1}{l_2}$$



18. QARSHILIK KUCHI

Gazlarda (havoda) yoki suyuqliklarda harakatlanayotgan jismga qarshilik kuchi ta'sir qiladi. Qarshilik kuchi jism harakatiga to'sqinlik qilib, harakatga qarama-qarshi yo'naladi.

- Qarshilik kuchi jism tezligiga bog'liq: 1) tezlik kichik bo'lganda: $\vec{F}_{qar} = -k\vec{v}$
2) tezlik katta bo'lganda: $\vec{F}_{qar} = -k\vec{v}^2$

- Jism vertikal yuqoriga ko'tarilayotganda: $F_{qar} = mg - ma$; $a = \frac{F_{qar} + mg}{m}$

- Jism vertikal pastga tushayotganida: $F_{qar} = mg - ma$; $a = \frac{mg - F_{qar}}{m}$

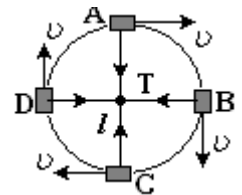
19. MARKAZGA INTILMA KUCH

Markazga intilma kuch $F_{m.i}$ jism aylana traektoriya bo'ylab harakatlanganida hosil bo'ladi va uning son qiymati jism massasi bilan markazga intilma tezlanishning ko'paytmasiga teng, yo'nalishi esa radius bo'ylab, aylana markazidan tashqi tomonga qarab yo'nalgan bo'ladi.

$$F_{m.i} = ma_{m.i}; \quad F_{m.i} = \frac{mv^2}{R}; \quad F_{m.i} = m\omega^2 R;$$

- m massali jism l uzunlikdagi arqonga bog'langan holatida aylanma harakat qilayotganida, markazga intilma kuch:

$$F_{m.i} = \frac{mv^2}{l};$$

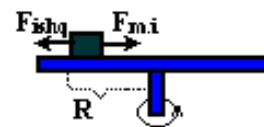


- Traektoriyaning har xil nuqtalarida arqonning taranglik kuchi T markazga intilma kuch hisobiga har xil ko'rinishga ega bo'ladi.

A -nuqtada: $T_A = \frac{mv^2}{l} - mg$; **B** va **D** - nuqtalarda: $T_B = T_D = \frac{mv^2}{l}$;

C -nuqtada: $T_C = \frac{mv^2}{l} + mg$;

- Aylanayotgan diskda turgan jismga ta'sir etuvchi markazga intilma kuch: $F_{m.i} = \frac{mv^2}{l}$;



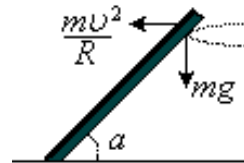
1) Disk ustidagi jismning muvozanat sharti: $F_{m.i} = F_{ishq}$; $\frac{mv^2}{R} = \mu \cdot mg$

2) Disk ustidagi jismning tezligi, burchak tezligi va jism turgan nuqtaning aylanish radiusi: $v = \sqrt{\mu \cdot gR}$; $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$; $R = \frac{\mu g}{4\pi^2 \nu^2}$

- Burilayotgan velosipedchi, motosiklchi yoki konkichi uchun (R -aylana radiusi):

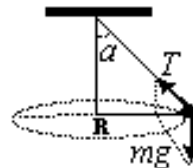
$$\frac{mv^2}{R} \cdot \operatorname{tga} = mg; \quad \operatorname{tga} = \frac{gR}{v^2}; \quad \mu = \operatorname{tga}$$

α -jismning gorizontdan og'ish burchagi



- l uzunlikdagi ipga osilgan va gorizantal tekislikda aylanma harakat qilayotgan jism uchun:

$$T \sin a = \frac{mv^2}{l \sin a}; \quad T \cos a = mg; \quad \operatorname{tga} = \frac{v^2}{gl \sin a}; \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l \cos a}}$$



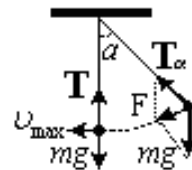
α – vertikal dan og'ish burchagi, T –ipning taranglik kuchi, v – aylanish chostotasi

- l uzunlikdagi ipga osilib vertikal tekislikda tebranma harakat qilayotgan jism uchun:

$$T = mg(3 - 2 \cos a); \quad T = m(g + \frac{v_0^2}{l}) = mg(1 + \frac{2h}{l});$$

$$F = mg \sin a; \quad T_a = mg \cos a;$$

$$v_{\max} = \sqrt{2gl(1 - \cos a)}; \quad E_{\text{kin}}^{\max} = E_{\text{pot}}^{\max} = mgl(1 - \cos a)$$



α -vertikal dan og'ish burchagi, T –ipning taranglik kuchi, F -harakatlantiruvchi kuch.

20. QO'ZG'ALMAS BLOKKA OSILGAN YUK

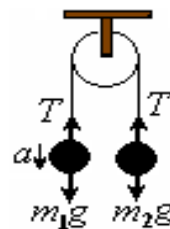
- Qo'zg'almas blokda jismning tezlanishi va ipning taranglik kuchini topish:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g; \quad T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

a -yuklarning tezlanishi, T -ipning taranglik kuchi.

- t vaqtdan keyin jismlar (blok)ning tezligini va blokning aylanish chostotasini topish:

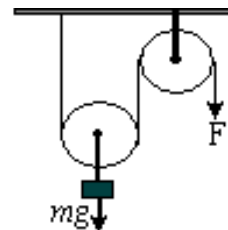
$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot gt; \quad v = \frac{v}{2\pi R}; \quad R\text{-blok radiusi}$$



• KO'CHAR BLOK.

- Ko'char blokning foydali ish koeffitsiyenti 100% ga teng bo'lganida:

$$F = \frac{mg}{2}; \quad m = \frac{2F}{g}$$



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

21. GUK QONUNI. ELASTIKLIK KUCHI

- Elastiklik kuchi (F_{el}) absalyut deformatsiyaga to'g'ri proporsional: $F_{el} = -k \cdot x$;

$$F_{el} = -k \Delta l$$

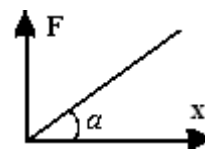
- $x = \Delta l = l - l_0$ – absalyut deformatsiya, bu kattalik prujina uzunligining o'zgarishiga teng.

- k -jismning bikrligi, $[k] = \text{N/m}$: $k = \frac{F}{\Delta l}; \quad k = E \frac{S}{l}; \quad k = \frac{mg}{\Delta l};$

E –Yuk moduli yoki elastiklik moduli, l -jismning uzunligi, S –ko'ndalang kesim yuzi.

- Elastiklik kuchi deformatsyalangan jism tomonidan unga ta'sir etayotgan tashqi kuchga qarama-qarshi qo'yilgan kuch bo'lib, modul jihatidan tashqi kuchga teng, yo'nalishi jihatidan tashqi kuchga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi: $F_{el} = F_{\text{tashqi}}$

• Elastiklik kuchining absolyut deformatsiyaga bog'liqlik grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, bu to'g'ri chiziqning burchak koeffitsiyenti jism bikrligiga teng. $k = tga$



- Prujinalar parallel ulanganida umumiy bikrligi ortadi: $k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$
- Prujinalar ketma-ket ulanganida umumiy bikrligi kamayadi: $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$
- Bikrligi k ga teng bo'lgan sim(prujina) n ta bo'lakka bo'linganda bitta bo'lagining bikrligi k_x ni topish: $k_x = n \cdot k$
- Bikrligi k ga teng bo'lgan sim(prujina) yarmining bikrligi k_x ni topish: $k_x = 2k$
- Bikrligi k ga teng bo'lgan sim(prujina) n ta bo'lakka bo'linib so'ngra parallel eshib(ulanib) qo'yilganidan keyingi bikrligi k_x ni topish: $k_x = n^2 \cdot k$

22. TARANGLIK KUCHI

• Tashqi kuch ta'sirida deformatsiyalanmaydigan jismda taranglik kuchi (T)yuzaga keladi.
• Taranglik kuchi (T) modul jihatidan tashqi kuchga teng, yo'nalishi esa qarama-qarshi bo'ladi. $T = F_{tashqi}$

• l uzunlikdagi ipga m massali yukni osib qo'ysak, ipning taranglik kuchi yukning og'irligiga teng bo'ladi. Bunda ipning harakat turiga qarab taranglik kuchi har xil ifoda bilan aniqlanadi:

- 1) Jism va ip harakatsiz turganida yoki $v = const$ bo'lganida: $T = m \cdot g$
- 2) Jism va ip a tezlanish bilan vertikal ko'tarilganida: $T = m(g + a)$
- 3) Jism va ip a tezlanish bilan pastga tushyotganida: $T = m(g - a)$
- 4) Jism v tezlik bilan muvozanat vaziyatidan o'tayotganida: $T = mg + \frac{mv^2}{l}$

• m massali yukni ko'tara oladigan ip yordamida qanday m_x massali yukni a tezlanish bilan ko'tarish mumkin: $m_x = \frac{g}{g + a} \cdot m$

23. ARXIMED KUCHI

• Suyuqlik yoki gazga to'la botirilgan jism o'z hajmi qadar suyuqlik yoki gazni siqib chiqaradi, jismga o'zi siqib chiqargan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng bo'lgan siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi, bu kuchga **Arximed kuchi**(F_A) deyiladi. $F_A = \rho_s g V_j$
 ρ_s – suyuqlik zichligi, V_j – jism hajmining suyuqlikka botgan hajmi.

• Suyuqlik solingan idish vertikal yo'nalishda a tezlanish bilan ko'tarilayotgan bo'lsa Arximed kuchi ortadi: $F_A = \rho_s V_j (g + a)$

• Suyuqlik solingan idish vertikal yo'nalishda a tezlanish bilan pastga tushayotgan bo'lsa Arximed kuchi kamayadi: $F_A = \rho_s V_j (g - a)$

• Vaznsizlik holatida Arximed kuchi nolga teng: $F_A = 0$

• **Jismning suyuqlikda suzish shartlari:**

1) Agar $\rho_j > \rho_s$ ($F_A < mg$) bo'lsa jism suyuqlikda cho'kadi va idish tubida yotadi,

cho'kishda jismning tezlanishi: $a = \frac{\rho_j - \rho_s}{\rho_j} g$

2) Agar $\rho_j = \rho_s$ ($F_A = mg$) bo'lsa jism suyuqlikning butun hajmi bo'ylab muallaq suzib yuradi.

3) Agar $\rho_j < \rho_s$ ($F_A > mg$) bo'lsa jism hajmining bir qismi suyuqlikda botgan holda suyuqlik sirtida suzib yuradi.

• Hajmning suyuqlikka botgan qismini topish: $\frac{V_{botgan}}{V_{jism}} = \frac{\rho_{jism}}{\rho_{suyuqlik}}; \quad V_{botgan} = \frac{m_j}{\rho_s}$

• Hajmning suyuqlikka botmagan qismini topish: $\frac{V_{botmagan}}{V_{jism}} = \frac{\rho_{suyuqlik} - \rho_{jism}}{\rho_{suyuqlik}}$

• $\rho_j < \rho_s$ zichligi kichik bo'lgan jism suyuqlik tubiga botirilgan bo'lsa, u suyuqlik ichidan

a tezlanish bilan qalqib chiqadi: $a = \frac{\rho_s - \rho_j}{\rho_j} g$

• $\rho_j > \rho_s$ zichligi katta bo'lgan jism suyuqlikda ushlab turuvchi kuch yoki jismning suyuqlikdagi og'irligini topish:

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

• Suyuqlikda jism og'irligi n marta kamaygan bo'lsa jism zichligini topish:

$$\rho_j = \frac{n}{n-1} \cdot \rho_s; \quad n = \frac{mg}{mg - F_A}$$

• Jismning og'irligi zichligi ρ_1 bo'lgan suyuqlikda P_1 , zichligi ρ_2 suyuqlikda P_2 ga teng

bo'lsa, jism zichligi (ρ_j) ni topish: $\rho_j = \frac{P_2 \rho_1 - P_1 \rho_2}{P_2 - P_1};$

• $\rho_j < \rho_s$ bo'lganida jismni to'lig'icha suyuqlikka botiruvchi F kuchini topish:

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

• Suyuqlikda turgan jismga tasir etuvchi ko'taruvchi kuchni topish: $F_{ko'tar} = F_A - mg;$

$F_{ko'tar} > 0$ —bo'lsa jism suyuqlik sirtiga qalqib chiqadi.

$F_{ko'tar} = 0$ —bo'lsa jism suyuqlik ichida suzib yuradi.

$F_{ko'tar} < 0$ —bo'lsa jism suyuqlik tubiga cho'kadi.

• Suyuqlikka cho'kmaydigan jism ($\rho_j < \rho_s$) ko'tarishi mumkin bo'lgan yuk massasini topish: $m_{yuk} = (\rho_s - \rho_j) \cdot V_j$

• Suv bilan limmo-lim to'ldirilgan idishga jism solinganida idishdan oqib tushadigan suv hajmini topish:

1) $\rho_j < \rho_s$ **bo'lganida** $V_{oqish} = \frac{m_j}{\rho_s}; \quad V_{oqish} = \frac{\rho_j}{\rho_s} \cdot V_j; \quad (\rho_j \leq \rho_s);$

2) $\rho_j > \rho_s$ **bo'lganida** $V_{oqish} = V_j; \quad V_{oqish} = \frac{m_j}{\rho_j}; \quad (\rho_s \leq \rho_j);$

• **Suvda suzib yurgan muz uchun.** Muz hajmining 0,9 qismi suv ostida (V_{botgan}), 0,1 qismi suv ustida, ya'ni havoda bo'ladi ($V_{botmagan}$).

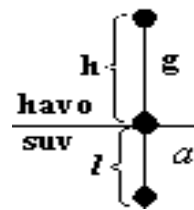
$$V_{botgan} = 0,9V_{muz}; \quad V_{botmagan} = 0,1V_{muz};$$

• Muz hajmini topish:

$$V_{muz} = \frac{10}{9} \cdot V_{botgan}; \quad V_{muz} = 10 \cdot V_{botmagan}; \quad \frac{V_{botgan}}{V_{botmagan}} = 9$$

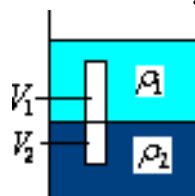
• Jism havoda h balandlikdan tushib suvga l chuqurlikka botdi. Jismning suvdagi tezlanishi a ga teng bo'lsa, u holda quyidagi tengliklar o'rinli:

$$g \cdot h = a \cdot l; \quad a = \frac{h}{l} g; \quad h = \frac{\rho_s - \rho_j}{\rho_j} \cdot l$$



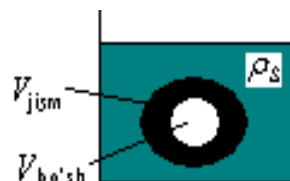
• Zichliklari ρ_1 va ρ_2 ($\rho_1 > \rho_2$) bo'lgan aralashmaydigan suyuqliklarda to'la botganicha muallaq suzib yurgan jism hajmining V_1 qismi birinchi suyuqlikda, V_2 qismi ikkinchi suyuqlikda bo'lsa, u holda:

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



• Suyuqlik ishida suzib yurgan ichi kovak, bo'shlig'i ($V_{bo'sh}$) bo'lgan jismning massasi va hajmi:

$$m = \frac{\rho_j \cdot \rho_s}{\rho_j - \rho_s} \cdot V_{bo'sh}; \quad V_j = \frac{\rho_s}{\rho_j - \rho_s} \cdot V_{bo'sh}$$



• Brusok suvdan (ρ_s) olib moyga (ρ_M) botirilganida cho'kish balandligi Δh ga ortgan bo'lsa, brusok massasini topish: $m = S_a \Delta h \cdot \frac{\rho_s \cdot \rho_M}{\rho_s - \rho_M}$ S_a – brusok asosining yuzi

• Kemaning suv sig'imi deb unga ta'sir qilayotgan Arximed kuchiga aytiladi:
 $F_A = \text{"kemaning suv sig'imi"}$

24. IMPULS VA UNING SAQLANISH QONUNI

• Jism impulsi deb, jism massasini uning harakat tezligiga ko'paytmasiga teng bo'lgan vektor kattalikka aytiladi:

$$\vec{p} = m \vec{v}; \quad [p] = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$$

• Kuch impulsi deb, jismga tasir etuvchi kuchning shu kuch tasir vaqtiga ko'paytmasiga teng bo'lgan bo'lgan vektor kattalikka aytiladi:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t; \quad [F \cdot \Delta t] = \text{N} \cdot \text{s}$$

• Kuch impulsi jism impulsining o'zgarishiga teng: $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}; \quad \vec{F} \cdot \Delta t = m \Delta \vec{v} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1);$

• Jism impulsini kinetik energiya orqali ifodalash: $p = \sqrt{2mE_{kin}} = 2E_{kin} / v$

• Jism impulsining o'zgarishi – Δp topish:

1) m massali jism tekislikka v tezlik bilan tik yo'nalishda noelastik urilganida:
 $\Delta p = m \cdot v$

2) m massali jism tekislikka a burchak ostida v tezlik bilan noelastik urilganida:
 $\Delta p = m \cdot v \cdot \cos a$

3) m massali jism tekislikka v tezlik bilan elastik urilganida: $\Delta p = 2m \cdot v$

4) m massali jism tekislikka a burchak ostida v tezlik bilan elastik urilganida:
 $\Delta p = 2m \cdot v \cdot \cos a$

• Jismlar sistemasining impulsi – p

1) jismlar bir xil yo'nalishda harakatlanganida: $p = m_1 v_1 + m_2 v_2$

2) jismlar qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanganida: $p = m_1 v_1 - m_2 v_2$

3) jismlar perpendikulyar yo'nalishda harakatlanganida: $p = \sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2}$

4) jismlar a burchak ostida harakatlanayotganida:

$$p = \sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2 + 2(m_1 v_1)(m_2 v_2) \cos a}$$

• Nisbiy impuls (p_{nis}). Tezligi v_1 , massasi m_1 bo'lgan jismning tezligi v_2 , massasi m_2 bo'lgan boshqa jismga nisbatan impulsiga **nisbiy impuls** deyiladi.

1) jismlar bir xil yo'nalishda harakatlanayotganida: $p_{nis} = m_1(v_1 - v_2)$

2) qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanayotganida: $p_{nis} = m_1(v_1 + v_2)$

3) jismlar perpendikulyar yo'nalishda harakatlanganida: $p = m_1 \sqrt{(v_1)^2 + (v_2)^2}$

• **Impulsning saqlanish qonuni.** Yopiq mehanik sistemada barcha jismlar impulslarining vektor yig'indisi o'zgarishsiz saqlanadi: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 + \dots + m_n \vec{v}_n = const$

• **Noelastik to'qnashish.** Jismlar to'qnashganlarida ularning natijaviy impulsi saqlanib, natijaviy kinetik energiyasi saqlanmasa, bunday to'qnashishga noelastik to'qnashish deyiladi. Noelastik to'qnashishgan jismlar bir butun bo'lib, birgalikda harakatlanadi.

• Noelastik to'qnashishgan jismlarning birgalikdagi harakat (u) tezligi:

1) To'qnashguncha harakat yo'nalishi bir xil bo'lganida: $u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$

2) To'qnashguncha harakat yo'nalishi qarama-qarshi bo'lganida: $u = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}$

• **Markaziy to'qnashish.** To'qnashayotgan jismlarning harakat yo'nalishlari ularning massa markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqda yotsa, bunday to'qnashish markaziy to'qnashish deyiladi.

• **Elastik to'qnashish.** Jismlar to'qnashganlarida ularning natijaviy impulsi va natijaviy kinetik energiyasi to'lig'icha saqlansa, bunday to'qnashishga elastik to'qnashish deyiladi.

• Jismlarning markaziy elastik to'qnashgandan keyingi tezliklari $-u_1$ va u_2 larini topish:

1) jismlarning harakat yo'nalishlari bir xil bo'lganida:

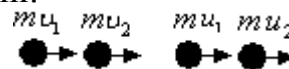
$$u_1 = \frac{2m_2 v_2 + (m_2 - m_1)v_1}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{2m_1 v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2}$$

2) jismlarning harakat yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lganida:

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

• Bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan bir xil massali sharlar markaziy elastik to'qnashganidan keyin ularning tezliklari o'zaro almashadi, yani:

$u_1 = v_2; \quad u_2 = v_1$ bo'ladi.



• **Reaktiv harakat** deb jismning bir qismi undan tezlik bilan ajralib chiqqanida yuzaga keladigan harakatga aytiladi. Reaktiv harakatda jism qismlari qarama-qarshi tomonlarga uchib ketadi, bu qismlarning impulsleri o'zaro teng bo'ladi: $m_1 v_1 = m_2 v_2$

• Raketa uchun reaktiv harakat qonuni: $M_r v_r = m_g v_g; \quad v_r = \frac{m_g v_g}{M_r}; \quad v_g = \frac{M_r v_r}{m_g}$

M_r -raketa massasi, v_r -raketa tezligi, m_g -yongan gaz massasi, v_g -gazning otilib chiqish tezligi.

• Raketa h balandlikka ko'tarilgan bo'lsa: $v_g = \frac{M_r}{m_g} \cdot \sqrt{2gh}; \quad v_r = \sqrt{2gh}$

25. MEXANIK ISH. QUVVAT

• Jismga tasir etuvchi kuch (F)ning jism ko'chishiga hamda kuch va ko'chish vektorlari orasidagi burchakning kosinusiga ko'paytmasiga teng bo'lgan kattalikka **mexanik ish(A)** deyiladi. O'lchov birligi —Joul [J] $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$

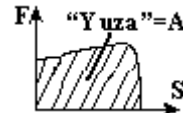
α – kuch va ko'chish yo'nalishi orasidagi burchak

$\alpha = 90^\circ$ da $A = 0$; $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ da $A > 0$; $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ da $A < 0$

• **Mexanik ish skalyar kattalik.**

• Kuch(F) va ko'chish(S) grafiklari ostidagi yuza

son jihatdan mexanik ishga teng bo'ladi: $A = \text{"yuza"}$



• Mexanik ishning kinetik energiyaga bog'liqligi: $A = \Delta E_{kin} = E_2 - E_1 = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2}$

• Mexanik ishning potentsial energiyaga bog'liqligi: $A = -\Delta E_{pot} = E_{pot.1} - E_{pot.2}$

• **Og'irlik kuchining bajargan ishi**-jism potentsial energiyasining o'zgarishiga teng:

$A = mgh$; $A = mg(h_1 - h_2)$

• Jism gorizontaal yo'nalishda harakatlanganda og'irlik kuchining bajargan ishi: $A = 0$

• Jismni a tezlanish bilan yuqoriga ko'targanda og'irlik kuchining bajargan ishi: $A = m(g + a)h$

• **Ko'char blokda** jismni h balandlikka ko'targanda bajarilgan ishni topish: $A = 2mgh$.

• F kuch ta'sirida jismni h balandlikka ko'targanda F kuchning bajargan ishi: $A = F \cdot h$

• Qarshilik kuchining bajargan ishini topish: $A = F_{qar} \cdot h = m(g - a)h$

• Purijinada, Elastiklik kuchining bajargan ishi: $A = \frac{kx^2}{2}$; $A = \frac{F_{el} x}{2}$; $A = \frac{F_{el}^2}{2k}$

• Ishqalanish kuchining bajargan ishi: 1) $A = F_{ishq} \cdot l = \mu \cdot m \cdot g \cdot l$ – gorizontaal sirtida,
2) $A = \mu \cdot m \cdot g \cdot l \cdot \cos \alpha$ – qiya tekistlikda

• Jism h balandlikdagi qiya tekistlik bo'ylab sirpanib tushib tekislik oxirida to'xtadi.

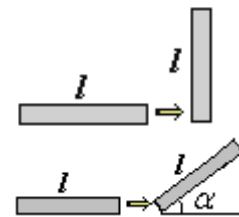
Jismni qiya tekislik bo'ylab ko'tarishda bajariladigan ishni topish: $A = 2mgh$

• Yerda yotgan l uzunlikdagi sterjenni tik qilib

qo'yishda bajarilgan ish: $A = mg \frac{l}{2}$

• Yerda yotgan l uzunlikdagi sterjinni gorizantdan α

burchakga og'dirishda bajarilgan ish: $A = mg \frac{l}{2} \sin \alpha$



• Markazga intilma kuch va Lorens kuchlari ish bajarmaydi, ularningbajargan ishi nolga teng.

• **Og'irlik kuchi (Gravitasiya kuchi), Elastiklik kuchi, Elektrostatik (Klon) kuchi, Arximed kuchlarining bajargan ishi harakat traektoriyasiga bog'liq emas.**

• Ishqalaninsh kuchi, qarshilik kuchlarining bajargan ishi harakat traektoriyasiga bog'liq.

• Ishqalanish va qarshilik kuchlarining bajargan ishi ichki energiya (issiqlikka) aylanadi.

• **N-quvvat** va ish: $A = N \cdot t$

• **Quvvat** deb vaqt birligi ichida bajarilgan ishga son jixatdan teng bo'lgan kattalikga aytiladi. $N = \frac{A}{t}$; $[N] = Vt$;

• F kuch ta'sirida jism o'zgaras v tezlik bilan harakat qilayotgan bo'lsa: $N = F \cdot v$

- m massali jismni h balandlikka t vaqtda tekis ko'taruvchi mexanizmning foydali

quvvati:
$$N_{foy} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t}$$

- **FIK.** Mexanizmning foydali ish koeffitsiyenti deb mashina bajargan foydali ishining sarflangan umumiy ishga nisbatining foizlarda olingan qiymatiga teng bo'lgan kattalikka

aytiladi.
$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}} \cdot 100\%$$

- Quvvati N ga teng bo'lgan dvigatel m massali yukni h balandlikka olib chiqqandagi **FIK**

$$\eta = \frac{m \cdot g \cdot h}{N \cdot t} \cdot 100\%$$

- Dvigatelining quvvati N_{dv} ga teng bo'lgan mashina o'zgarmas v tezlikda ketayotgan

bo'lsa, dvigatelning FIK :
$$\eta = \frac{F_{tor} \cdot v}{N_{dv}} \cdot 100\%$$

- O'zgarmas tezlik bilan ketayotgan avtomobilning tortish kuchi F_{tor} bo'lib S masofada

yoqqan yoqilg'i massasi m_{yoq} ni topish:
$$m_{yoq} = \frac{SF_{tor}}{\eta q} \quad 1kW \cdot soat = 3,6 \cdot 10^6 J$$

26. MEXANIK ENERGIYA.

- Mexanik energiya ikkiga bo'linadi: kinetik energiya va potensial energiya
- Energiya jismning ish bajara olish qobiliyatini xarakterlovchi kattalikdir.
- Energiya barcha turdagi xarakatlarning yagona o'lchovi hisoblanadi.
- **Kinetik energiya** - harakat energiyasidir.

$$E_{kin} = \frac{mv^2}{2}; \quad E_{kin} = \frac{p^2}{2m}; \quad E_{kin} = \frac{p v}{2};$$

- Potensial energiya- bu jism qismlarining yoki jismlarning o'zaro joylashishiga va ularning o'zaro ta'sir kuchlariga bog'liq bo'lgan energiyadir. Tashqi kuch ta'siri ostida turgan jism potensial energiyaga ega bo'ladi.

- Yer sirtidan h balandlikda turgan jismning potensial energiyasi: $E_{pot} = mgh$

- Deformatsiyalanayotgan prujinaning potensial energiyasi:

$$E_{pot} = \frac{kx^2}{2}; \quad E_{pot} = \frac{F_{el}x}{2}; \quad E_{pot} = \frac{F_{elas}^2}{2k};$$

x -absalyut deformatsiya, $x = l - l_0$, k -prujina bikrligi, F_{el} -elastiklik kuchi

- To'la mexanik energiya kinetik va potensial energiyalar yigindisiga teng:

$$E_{to'la} = E_{kin} + E_{pot}; \quad E_{to'la} = \frac{mv^2}{2} + mgh; \quad E_{to'la} = \frac{mv^2}{2} + \frac{k \cdot x^2}{2};$$

- **Mexanik energiyaning saqlanish qonuni.** Yopiq mexanik sistemada to'liq mexanik energiya o'zgarishsiz saqlanadi. $E_{kin} + E_{pot} = const;$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{k \cdot x_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{k \cdot x_2^2}{2}; \quad \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2; \quad E_{kin}^{max} = E_{pot}^{max} = E_{kin} + E_{pot};$$

- Prizma yoki silindr shaklidagi jism ag'darilganida bajarilgan ish(potensial energiyasining o'zgarishi) quyidagicha: $A = \Delta E_{pot} = mg\Delta h;$

27. STATIKA

JISMLARNING MUVOZANATDA BO'LISH SHARTI

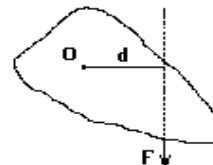
- Ilgarilanma harakat qiladigan jismning muvozanat sharti-jismga ta'sir etuvchi barcha kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lsa, $F=0$, jism muvozanat holatida bo'ladi:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$$

- Qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan F_1 va F_2 kuchlar bilan tortilayotgan arqonning taranglik kuchi T shu kuchlarning kichigiga teng bo'ladi: $F_1=150N$ T T $F_2=200N$
 $T = F_1 = 150N$



- Kuch yelkasi deb aylanish o'qidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan eng qisqa (d) masofaga aytiladi. Bu yerda O aylanish o'qi o'tadigan nuqta, d -kuch yelkasi.



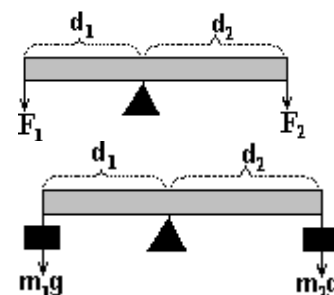
- Kuch momenti(M) deb jismga ta'sir etayotgan kuchning shu kuch yelkasi(d)ga ko'paytmasiga teng bo'lgan vektor kattalikka aytiladi: $M = F \cdot d$; $[M] = N \cdot m$
- Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismning muvozanat sharti-jismga ta'sir etuvchi barcha kuchlar momentlarining vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa, aylanish o'qiga ega bo'lgan jism muvozanat holatida bo'ladi: $\vec{M} = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n = 0$
- Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismning muvozanat shartini quyidagicha ham ifodalash mumkin: jismni bir tomonga aylantiruvchi kuchlar momentlarining yig'indisi, uni qarama-qarshi tomonga aylantiruvchi kuchlar momentlarining yig'indisiga teng bo'lsa, jism muvozanat holatida bo'ladi: $M_1 + M_2 + \dots + M_n = M'_1 + M'_2 + \dots + M'_k$

1) Vaznsiz richakning muvozanat sharti:

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

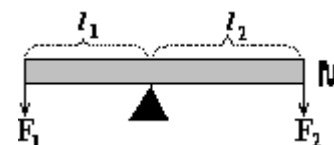
2) Agar richakka m_1 va m_2 massali yuklar osilgan bo'lsa:

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



3) Masasi M va uzunligi l bo'lgan richakning yelkalariga F_1 va F_2 kuchlar qo'yilganda richakning muvozanat sharti:

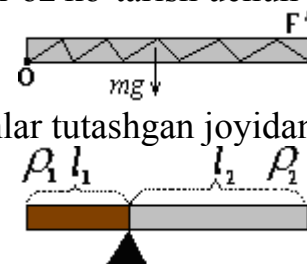
$$Mg = \frac{2(F_1 l_1 - F_2 l_2)}{l_2 - l_1}; \quad l = l_1 + l_2$$



4) Agar M massali richakning faqat bir tomoniga F kuch qo'yilgan bo'lsa, ya'ni $F_1 = F$ va

$$F_2 = 0 \text{ bo'lsa: } Mg = \frac{2F \cdot l_1}{l_2 - l_1};$$

5) Yerda yotgan m massali bir jinsli xodaning bir uchidan bir oz ko'tarish uchun kerak bo'ladigan F kuchni topish: $F = \frac{mg}{2}$



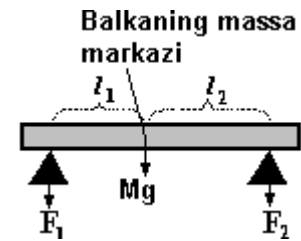
- Ko'ndalang kesim yuzasi bir xil bo'lgan har xil turdagi jismlar tutashgan joyidan tayanch ustiga qo'yilganida muvozanatda bo'lish sharti:

$$l_1^2 \cdot \rho_1 = l_2^2 \cdot \rho_2; \quad \frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

- Ikkita tayanchga o'rnatilgan jismni tayanchlarga beradigan bosim(reaksiya) F_1 va F_2

kuchlari quyidagiga teng:

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



M-tayanchda turgan jism massasi, l -tayanchlar orasidagi masofa.

- Bir jinsli sterjenning massa markazini Δx masofaga surish uchun uning bir uchidan $2\Delta x$ uzunligini qirqib tashlash kerak.

- Jismlar sistemasining massa markazi- x_0 ni topish:
$$x_0 = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots m_n}$$

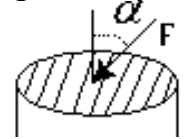
$x_1, x_2, \dots x_n$ jismlar massa markazlarining koordinatasi.

- Agar jismlarning hajmlari teng ($V_1 = V_2 = \dots V_n$) bo'lsa:
$$x_0 = \frac{\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2 + \dots \rho_n x_n}{\rho_1 + \rho_2 + \dots \rho_n}$$

28. SUYUQLIK VA GAZLAR MEXANIKASI. SUYUQLIK VA GAZLARDA BOSIM

- **Bosim deb** yuza birligiga ta'sir etuvchi kuchga son jihatidan teng bo'lgan skalyar

kattalikka aytiladi: $P = \frac{F \cos \alpha}{S}; \quad [P] = \frac{N}{m^2} = Pa (Paskal)$



α -kuch bilan yuzaga o'tkazilgan normal orasidagi burchak. S -jismning yuzasi.

- Suyuqlik ustunining bosimi-gidrostatik bosim deyiladi: $P = \rho gh$

ρ -suyuqlik zichligi, h -suyuqlik ustunining balandligi. Hidrostatik bosim idishning shakliga bog'liq emas.

- Suyuqlik solingan idish a tezlanish bilan ko'tarilayotgan bo'lsa suyuqlik bosimi ortadi:

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

- Suyuqlik solingan idish a tezlanish bilan pastga tushayotgan bo'lsa suyuqlik bosimi kamayadi: $P = \rho (g - a)h$

- Normal atmosfera bosimi: $P_0 = 10^5 Pa$ yoki $P_0 = 760 mm.sim.ust.$ $1 mm.sim.ust = 133,4 Pa$

- Dengiz sathidan h balandlikda atmosfera bosimini topish:

$$P = (10^5 - \frac{h}{12} \cdot 133,4) Pa; \quad P = (760 - \frac{h}{12} \cdot 133,4) mm.sim.ust;$$

- Atmosfera bosimi har 12m ko'tarilganda 1mm.sim.ust. ga kamayadi.

- Usti ochiq idishga quyilgan h balandlikka ega bo'lgan suyuqlikning idish tubiga bosimi:

$$P = P_0 + \rho gh$$

- Usti ochiq idishda suyuqlikning yon devorlarga ko'rsatadigan bosimi: $P = P_0 + \frac{\rho gh}{2}$

- Usti yopiq idishda suyuqlikning idish tubiga ko'rsatadigan bosimi: $P = \rho gh$

- Usti yopiq idishda suyuqlikning yon devorlarga ko'rsatadigan bosimi: $P = \frac{\rho gh}{2}$

- **PASKAL QONUNI.** Suyuqlik yoki gazga ta'sir ettirilgan bosim suyuqlik yoki gazning har bir nuqtasiga o'zgarishsiz uzatiladi.

- Silindrsimon idishga quyilgan suyuqlikning asosga beradigan bosim kuchi yon sirtiga beradigan bosim kuchiga teng ($F_{asos} = F_{yon}$) bo'lsa, u xolda balandlik- h asos radiusi- R ga

teng: $h=R$

- Ko'l tubidan ko'tarilgan pufakchaning hajmi n marta ortgan bo'lsa, ko'l tubining chuqurligi:

- 1) temperaturalar bir xil bo'lganda $T_1 = T_2$: $h = 10(n-1)$; $n = \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3$
- 2) temperaturalar har xil bo'lganda $T_1 \neq T_2$: $h = 10\left(\frac{T_1}{T_2}n - 1\right)$; $n = \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3$

29. TUTASH IDISHLAR. GIDRAVLIK PRESS.

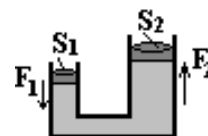
• Asoslari tutashgan ixtiyoriy shakldagi idishlarga tutash idishlar deyiladi. ρ_1 - birinchi suyuqlik zichligi, ρ_2 - ikkinchi suyuqlik zichligi, AB kesma suyuqliklarning ajralish sathi, h_1 - birinchi suyuqlikning ajralish sathidan balandligi, h_2 - ikkinchi suyuqlikning ajralish sathidan balandligi:

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



• Gidravlik press kichik porshenining yuzasi S_1 va unga qo'yilgan kuch F_1 , katta porshenining yuzasi S_2 va unga qo'yilgan kuch F_2 ga teng bo'lsin, u

holda(ishqalanish bo'lmaganda): $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$; $\frac{h_1}{h_2} = \frac{S_2}{S_1}$; $\frac{h_1}{h_2} = \frac{F_2}{F_1}$

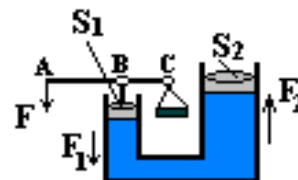


• Gidravlik pressda ishqalanish kuchini topish: $F_{ishq} = \left(\frac{S_2}{S_1} - \frac{F_2}{F_1}\right) \cdot F_1$

• GIDRAVLIK DOMKRAT

$$F \cdot AC = F_1 \cdot BC; \quad \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

AC-domkrat dastasining uzunligi, BC – F_1 kuchning yelkasi



30. SUYUQLIK OQIMINING UZLUKSIZLIK TENGLAMASI

• Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi: $S_1 v_1 = S_2 v_2$

S_1, S_2 - trubaning kesim yuzalari, v_1, v_2 - oqim tezliklari.



• Trubaning diametri (**d**) va radius(**r**) orqali oqim tezliklari nisbatini topish:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

• **Bernulli tenglamasi:** $\frac{\rho v_1^2}{2} + P_1 + \rho g h_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2 + \rho g h_2 = \text{const}$

ρ - zichlik, v - oqim tezligi, $\rho v^2 / 2$ - gidrodinamik bosim, $\rho g h$ va **P** - gidrostatik bosim.

• Nayning keng qismida gidrostatik bosim katta, gidrodinamik bosim kichik-oqim tezligi kichik, tor qismida esa gidrostatik bosim kichik, gidrodinamik bosim katta-oqim tezligi katta bo'ladi. $S_1 > S_2 \Rightarrow P_1 > P_2$, $v_1 < v_2$ **va** $S_1 < S_2 \Rightarrow P_1 < P_2$, $v_1 > v_2$

• Truba teshigidan oqib chiqib h balandlikka ko'tarilayotgan suv oqimining trubadan chiqish tezligi yoki idishdagi suyuqlik sathidan h masofa pastda bo'lgan teshikdan oqib chiqayotgan suyuqlik tezligini topish: $v = \sqrt{2gh}$

• Yuzasi S bo'lgan teshikdan t vaqt ichida oqib chiqqan suyuqlik hajmi(V) va massasi(m) ni topish tenglamalari (ρ - zichlik): $V = S \cdot v \cdot t$; $m = \rho \cdot S \cdot v \cdot t$; $m = \rho \cdot S \cdot t \sqrt{2gh}$

• Yuzasi S bo'lgan teshikdan v - tezlikda oqib chiqayotgan suyuqlik oqimining quvvatini:

$$N = \frac{\rho S v^2}{2}$$

MOLEKULYAR FIZIKA

31. MOLEKULYAR KINETIK NAZARIYA.

Molekulyar kinetik nazariyaning asoslari:

- Modda zarrachalar(molekulalardan, atomlardan)dan tashkil topgan.
- Zarrachalar doim tartibsiz harakatlanib turadi.
- Ular orasida o'zaro tasir kuchlari mavjud.
- **Massa atom birligi**–m.a.b. sifatida uglerod(C) atomi massasi(m_{0C}) ning 1/12 qismiga teng bo'lgan kattalik qabul qilingan: $1 \text{ m.a.b.} = m_{0C}/12 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

• **Avagadro soni**(N_A) **deb** 0,012 kg uglerod moddasi tarkibidagi atomlar soniga yoki 1 mol miqdordagi modda tarkibidagi molekulalar soniga teng bo'lgan kattalikka aytiladi: $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

• **Nisbiy atom massa**- m_{nis} : $m_{nis} = m_o / (m_{oC} / 12)$ m_o – qaralayotgan modda atomining massasi, m_{oC} – uglerod atomining massasi.

• **Modda miqdori**– ν ($[\nu] = \text{mol}$); $\nu = \frac{N}{N_A}$; $\nu = \frac{m}{M}$

• **Molyar massa**– M ($[M] = \text{kg} / \text{mol}$); $M = m_o \cdot N_A$; $M = \frac{m}{N} \cdot N_A$;

m_o – bitta atomning massasi

• **Molekulalar sonini (N) topish:** $N = \frac{m}{M} N_A$; $N = \nu \cdot N_A$; $N = \frac{m}{m_o}$; $N = nV$;

• Massalari m_1 va m_2 bo'lgan har xil gaz tarkibidagi molekulalar soni nisbatini topish:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{m_2}{m_1} \frac{M_1}{M_2}$$

• **Modda massasini topish:**

$$m = \nu \cdot M; \quad m = \rho \cdot V; \quad m = m_o \cdot N_A; \quad m = \frac{M \cdot N}{N_A}; \quad m = n \cdot m_o V;$$

• **Konsentratsiya(n)** deb hajm birligidagi molekulalar soniga aytiladi. $[n] = 1 / m^3$

$$n = \frac{N}{V}; \quad n = \frac{m}{m_o V}; \quad n = \frac{\rho}{m_o}; \quad n = \frac{\nu \cdot N_A}{V}; \quad n = \frac{m \cdot N_A}{M \cdot V};$$

• **Zichlik(ρ)**-deb hajm birligidagi massaga teng bo'lgan kattalikka aytiladi. $[\rho] = \text{kg} / m^3$

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho = \frac{N_A m_o}{V}; \quad \rho = n \cdot m_o; \quad \rho = \frac{\nu \cdot M}{V}; \quad \rho = \frac{M \cdot N}{N_A \cdot V}; \quad \rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T};$$

• Zichligi ρ_1 hajmi V_1 va zichligi ρ_2 hajmi V_2 bo'lgan suyuqliklar aralashtirilganda aralashmaning zichligi:

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V}; \quad \rho = \frac{m_1 + m_2}{V}; \quad \text{Bunda } V \text{ aralashmaning hajmi.}$$

• Agar aralashma hajmi uni tashkil etuvchilari hajmlarining yig'indisiga teng bo'lsa ($V = V_1 + V_2$), aralashmadagi moddalarning massa ulushlari quyidagicha:

$$\frac{m_1}{m} = \frac{\rho_1}{\rho} \cdot \frac{\rho - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}; \quad \frac{m_2}{m} = \frac{\rho_2}{\rho} \cdot \frac{\rho_1 - \rho}{\rho_1 - \rho_2}; \quad \rho - \text{aralashmaning umumiy zichligi.}$$

• **Broun harakati**–suyuqlik yoki gazga aralashtirilganda muallaq holda qolgan zarrachalarning to'xtovsiz va tartibsiz harakati. Broun harakatining tezligi zarrachalarning

o'lchamlariga bog'liq. Bu harakat zarrachaning o'lchami $1\text{nm}(10^{-9}\text{m})$ atrofida bo'lganda yaxshi kuzatiladi. Broun harakatining tezligi harorat ortishi bilan ortadi.

- **Diffuziya** deb bir-biriga tegib turgan modda molekulalarining tartibsiz harakati tufayli o'zaro aralashib ketishiga aytiladi.

- Moddaning agregat holatlari to'rt xil:

1) gaz holati 2) suyuq holati 3) qattiq holati 4) plazma holati

32. GAZLAR MOLEKULAR-KINETIK NAZARIYASINING ASOSIY TENGLAMASI

- **Ideal gaz** quyidagi xossalarga ega bo'ladi:

1) Molekulalar orasidagi masofa ularning o'lchamiga qaraganda juda katta, shuning uchun molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari hisobga olinmaydi.

2) Molekulalar o'zaro to'qnashadi va bu to'qnashish absolyut elastik to'qnashishdir.

3) Gaz molekulalarining hajmi hisobga olinmaydi va ular moddiy nuqta deb qaraladi.

- **Molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi:**

$$P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \bar{v}^2 \quad (1) \quad P = \frac{1}{3} \frac{N}{V} \cdot m_0 \bar{v}^2; \quad P = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2; \quad P = \frac{2}{3} n \cdot \bar{E}_{kin}; \quad P = \frac{1}{3} \frac{m}{V} \bar{v}^2$$

\bar{v}^2 – o'rtacha kvadratik tezlik, P -bosim ($[P] = N/m^2 = Pa$), n -konsentratsiya, m_0 – bitta molekula massasi, ρ – molekulalar zichligi, m -gaz massasi, V -gaz hajmi, T -gaz absolyut temperaturasi, \bar{E}_{kin} – molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi, k -Bolsman doimiysi ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} J/K$).

- **Dalton qonuni.** Idishda turli xil gazlar aralashmasi bo'lganida ularning umumiy bosimi, har bir gaz alohida boshqalari bo'lmaganida butun idish hajmida hosil qiladigan bosimlarining yig'indisiga teng bo'ladi: $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_N$

- Gaz aralashmasida har bir gazning alohida hosil qiladigan bosimi parsial bosim deyiladi.

33. TEMPERATURA. GAZ MOLEKULARLARINING O'RTACHA KVADRATIK TEZLIGI VA KINETIK ENERGIYASI

- Temperatura (T) gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovidir.

Temperatura Kelvin (T, K) yoki Selsiy ($t, ^\circ S$) shkalalarida aniqlanadi. $T = 273 + t$; $\Delta T = \Delta t$

$$T = \frac{P}{nk}; \quad T = \frac{2\bar{E}_{kin}}{3k}; \quad T = \frac{m_0 \bar{v}^2}{3k}; \quad T = \frac{PV}{\nu R}; \quad T = \frac{M \bar{v}^2}{3R}; \quad T = \frac{PV}{kN}$$

- Termodinamik muvozanatda turgan jismlarning temperaturasi bir xil bo'ladi.

- Universal gaz doimiysi- R

$$R = k \cdot N_A; \quad R = 8,31 J/mol \cdot K$$

- Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi: $\bar{v} = \sqrt{\bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2 + \bar{v}_z^2}; \quad \bar{v}_x^2 = \bar{v}_y^2 = \bar{v}_z^2 = \bar{v}^2 / 3;$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3PV}{m}}; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3P}{m_0 n}}; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3PV}{Nm_0}};$$

- Gaz molekulalarining ortacha kinetik energiyasi – E_k .

$$E_k = \frac{3}{2} kT; \quad E_k = \frac{3P}{2n}; \quad E_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

- Molekulalar yoki atomlar orasidagi o'rtacha masofa – r : $r = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho \cdot N_A}}; \quad r = \sqrt[3]{\frac{1}{n}};$

normal sharoitda; $r = \sqrt[3]{\frac{V_0}{N_A}}; \quad V_0 = 22,4 l$ n-konsentratsiya, ρ – zichlik, M -molyar massa.

• Ideal gazning holatini uning uchta makroskopik parametri aniqlaydi, bular bosim-P, hajm-V va temperatura-T. Bu parametrlar orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi tenglamaga **ideal gaz holat tenglamasi** deyiladi.

$PV = \frac{m}{M}RT$; $PV = \nu RT$; bu tenglamaga **Mendeleev-Klapeyron tenglamasi** deb ataladi.

• Klapeyron tenglamasi: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$; $\frac{PV}{T} = const$

• Turli xil gazlar uchun: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{M_2 v_2^2}{M_1 v_1^2}$; $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2 M_1}{T_1 M_2}}$

• Har xil gazlarda $T_1 = T_2 = T_3$ va $V = V_1 + V_2 + V_3$ bajarilsa, gazlar aralashmasining natijaviy bosimi: $P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3}$

• **Avagadro qonuni:** bir xil sharoitda olingan har qanday gazning 1 moli bir xil hajmni egallaydi. Normal sharoitda bu hajm har qanday gaz uchun $V = 22,4$ litrga teng. Normal sharoitda gaz bosimi- $10^5 Pa$, temperatura- $T_0 = 273K$ ga teng bo'ladi.

34. GAZ QONUNLARI. IZOJARAYONLAR.

1. Boyle-Mariott qonuni. Izotermik jarayon- $(T = const)$

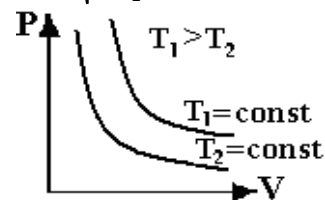
• Bir xil massali, ($m = const$) gazning temperaturasio'zgarmasdan ro'y berdigan jarayonga izotermik jarayon deyiladi.

$PV = const$ $P_1 V_1 = P_2 V_2$; $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$; $P \sim 1/V$

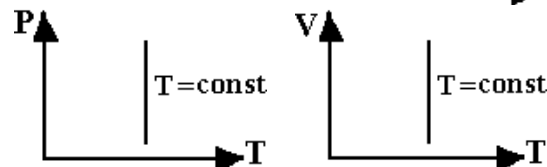
• Izotermik jarayonda: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$; $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$

• Izotermik jarayonda har xil gaz molekulalarining o'rtach kinetik energiyasi bir xil, o'rtacha kvadratik tezliklari har xil bo'ladi: $\bar{E}_{k,1} = \bar{E}_{k,2}$; $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$

• Izotermik jarayonda gaz bosimining hajmiga bog'liqlik grafigi izoterma deyiladi.



• Izotermik jarayon boshqa diagrammalarda quyidagi ko'rinishga ega.



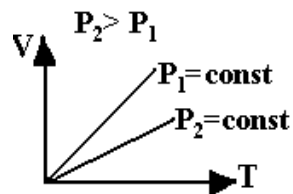
2. Gey-Lyussak qonuni. Izobarik jarayon. $P = const$ -bosim o'zgarmas.

• Berilgan massali- $m = const$, gazning bosimi o'zgarmagan holda ro'y berdigan jarayonga izobarik jarayon deyiladi.

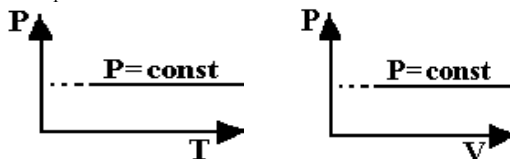
• Izobarik jarayonda gaz hajmining temperaturaga nisbati o'garmas kattalikdir. Bunga **Gey-Lyussak qonuni** deyiladi.

$\frac{V}{T} = const$, $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$; $V \sim T$

- Izobarik jarayonda hajm temperatura bo'yicha chiziqli o'zgaradi. ($P = \text{const.}$). Bu grafikka **izobara grafigi** deyiladi.



- Izobara grafigida temperatura o'qiga yaqinroq joylashgan to'g'ri chiziqqa mos keluvchi gaz bosimi kattaroq qiymatga ega bo'ladi. $P_2 > P_1$
- Izobarik jarayon boshqa diagrammalarda:



- Izobarik jarayonda temperatura ΔT ga o'zgarganda gaz hajmi ΔV ga o'zgargan bo'lsa:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta T}{T_0}; \quad T_0 = \frac{V_0}{\Delta V} \cdot \Delta T \quad T_0 - \text{boshlang'ich temperatura, } V_0 - \text{boshlang'ich hajm.}$$

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

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

- Izobarik jarayonda temperatura o'zgarishi bilan gaz hajmining necha foizga o'zgarishi:

$$\frac{\Delta V}{V} \cdot 100\% = \frac{\Delta T}{T_0} \cdot 100\% = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \cdot 100\%$$

- Hajmning Selsiy shkalasida temperatura bo'yicha o'zgarishi :

$$V = V_0(1 + at); \quad a = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}; \quad a = \frac{V}{V_0 T}; \quad [a] = \frac{1}{K};$$

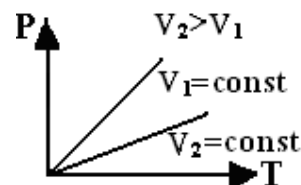
a – hajm o'zgarishining termik koeffitsiyenti, $V_0 - 0^\circ C$ dagi hajmi.

3. Sharl qonuni. Izoxorik jarayon. $V = \text{const}$ -hajm o'zgarmas

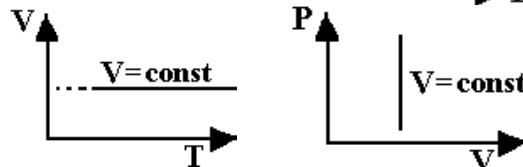
- Berilgan massali- $m = \text{const}$, gazning hajmi o'zgarmagan holda ro'y berdigan jarayonga izoxorik jarayon deyiladi. Izoxorik jarayonda gaz bosimining temperaturaga nisbati o'zgarmas kattalikdir. Bunga Sharl qonuni deyiladi.

$$\frac{P}{T} = \text{const}, \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}; \quad P \sim T$$

- Izoxorik jarayonda $P = \text{const}$, bosim temperatura bo'yicha chiziqli o'zgaradi, bu o'zgarish grafigiga **izoxora** deyiladi.



- Izoxorik jarayon boshqa diagrammalarda:



- Izoxorik jarayonda temperatura ΔT ga o'zgarganda gaz bosimi ΔP ga o'zgargan bo'lsa:

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{\Delta T}{T_0}; \quad T_0 = \frac{P_0}{\Delta P} \cdot \Delta T \quad T_0 - \text{boshlang'ich temperatura, } P_0 - \text{boshlang'ich posim.}$$

$$\Rightarrow \text{Gaz bosimi } n \text{ marta ortgan bo'lsa, boshlang'ich temperaturasi: } T_0 = \frac{\Delta T}{n-1}$$

$$\Rightarrow \text{Gaz bosimi } n \text{ marta kamaygan bo'lsa, boshlang'ich temperaturasi: } T_0 = \frac{n \cdot \Delta T}{n-1}$$

- Bosimning Selsiy shkalasida temperatura bo'yicha o'zgarishi :

$$P = P_0(1 + \beta \cdot t); \quad \beta = \frac{\Delta P}{P_0 \Delta T}; \quad \beta = \frac{P}{P_0 T}; \quad [\beta] = \frac{1}{K};$$

α – bosim o'zgarishining termik koeffitsiyenti, $P_0 - 0^\circ C$ dagi bosim.

- Izoxorik jarayonda gaz massasi o'zgarmasa gazning zichligi va konsentratsiyasi ham o'zgarmaydi. $V = const$; $m = const$ bo'lsa, $\rho = const$ va $n = const$

TERMODINAMIKA

35. ICHKI ENERGIYA

- **Ichki energiya** jismni tashkil etgan barcha molekulalarning tartibsiz harakatining kinetik energiyalari- E_k va barcha molekulalarning o'zaro ta'sir potensial energiyalari- E_p

yig'indisiga teng. $U = E_k + E_p$

- Ideal gazda molekulalarning o'zaro tasir potensial energiyasi e'tiborga olinmaydi, shu sababdan ideal gaz uchun $U = E_{k1} + E_{k2} + \dots + E_{kN}$ N-gaz molekulalrining soni.

- **Bitta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasi:** $\bar{E}_k = \frac{i}{2} kT$

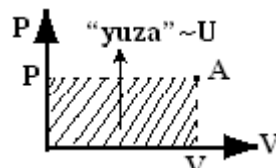
i-gaz molekulasiining erkinlik darajasi. Molekula bir atomli (geliy, neon, argon, ksenon) bo'lsa, $i=3$, ikki atomli gaz bo'lsa $i=5$, uch va undan ortiq atomli gaz bo'lsa $i=6$ ga teng.

- N ta molekuladan tashkil topgan ideal gazning ichki energiyasi:

$$U = \frac{i}{2} NkT; \quad U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT; \quad U = \frac{i}{2} \nu RT; \quad U = \frac{i}{2} PV;$$

- **Bir atomli gazning ichki energiyasi:** $U = \frac{3}{2} NkT; \quad U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT; \quad U = \frac{3}{2} \nu RT; \quad U = \frac{3}{2} PV$

P-V diagrammada biror nuqta(A)ga mos keluvchi shtrixlangan yuza ideal gazning ichki energiyasini aniqlaydi:



- Izotermik jarayonda $T = const$ gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi. $\Delta U = 0$

36. ISSIQLIK MIQDORI

- Issiqlik almashinuv jarayonida jism olgan yoki yo'qotgan ichki energiya miqdorini belgilovchi fizik kattalikka issiqlik miqdori (Q) deyiladi.

- Jismning agregat holati o'zgarmasdan temperaturasi Δt ga o'zgarganda jism olgan yoki yo'qotgan issiqlik miqdori: $Q = mc(t_2 - t_1) = mc\Delta t$ m-jism massasi, c-jismning solishtirma issiqlik sig'imi, t_1 va t_2 jismning boshlang'ich va oxirgi temperaturasi.

- Solishtirma issiqlik sig'imining jarayonlardagi ko'rinishi:

$$P = const \Rightarrow c_p = \frac{5}{2} \frac{R}{M}; \quad V = const \Rightarrow c_v = \frac{3}{2} \frac{R}{M}; \quad c_v = c_p + \frac{R}{M};$$

- Issiqlik sigimi – C: $C = mc$; $Q = C(t_2 - t_1)$;

$$[C] = J/K, \quad [c] = J/(kg \cdot K)$$

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

- Suyuqlik aralashmasining temperaturasi. m_1 massali t_1 haroratli suyuqlik m_2 massali t_2 haroratli suyuqlik bilan aralashganda qaror topadigan harorat – θ

$$\theta = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}, \quad \text{Agar suyuqliklar bir jinsli bo'lsa: } \theta = \frac{V_1 t_1 + V_2 t_2}{V_1 + V_2}$$

$$\bullet \ t_2 - \text{temperaturali ikkinchi suyuqlikning massasi va hajmi: } m_2 = \frac{\theta - t_1}{t_2 - \theta} \cdot m_1; \quad V_2 = \frac{\theta - t_1}{t_2 - \theta} \cdot V_1$$

• Yoqilg'ining yonish issiqligi deb 1kg yoqilg'i yonganida ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga son jihatidan teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

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

• Yoqilg'i vositasida ishlovchi **dvigatelning F.I.K:**

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}} \cdot 100\%; \quad \eta = \frac{N_f \cdot t}{q \cdot m} \cdot 100\%$$

• Agar avtomobil o'zgarmas tezlik bilan ketayotgan bo'lsa $N_{foy} = F \cdot v$;

$$\frac{N \cdot S}{v} = \eta q m_{yoq}; \quad S = \frac{\eta q m_{yoq} v}{N} \quad S = \frac{\eta q m_{yoq} v}{N} \quad v - \text{avtomobil tezligi, } N - \text{avtomobil}$$

dvigatelining quvvati, m_{yoq} - yoqilg'i massasi, S - yoqilg'i yonganda avtomobil o'tgan masofa.

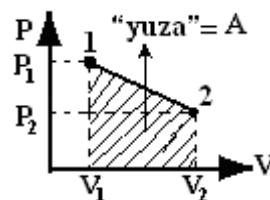
37. TERMODINAMIKADA ISH

• Gaz ish bajarganda uning hajmi ortadi.

• Tasgqi kuchlar gaz ustidan ish bajarganda gazning hajmi kamayadi.

• Izobarik jarayonda gazning bajargan ishi: $A = P \Delta V$; $A = \frac{m}{M} R \Delta T$; $A = v R \Delta T$

• Gazning 1-holatdan 2-holatga o'tishi P-V diagrammada ifodalangan bo'lsa, grafik ostidagi yuza gazning bajargan ishiga teng bo'ladi.



• Gaz kengayib ish bajarganda jarayonlar bo'yicha: $A^{izobarik} > A^{izotermik} > A^{adiabatik}$

• Gaz siqilib ish bajarganda: $A^{izobarik} < A^{izotermik} < A^{adiabatik}$

38. TERMODINAMIKANING I-QONUNI.

• Termodinamikaning birinchi qonuni isilik jarayonlariga joriy etilgan energiyaning saqlanish qonunidir. Sistema bir holatdan boshqa holatga o'tganda uning ichki energiyasining o'zgarishi tashqi kuchlar sistema ustida bajargan ish bilan sistemaga uzatilgan issiqlik miqdorining yig'indisiga teng: $\Delta U = Q + A$

• Sistema tashqi kuchlar ustida ish bajarsa, bu ishni A' bilan belgilasak, termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: $Q = \Delta U + A'$

39. TERMODINAMIKA I-QONUNINING IZOJARAYONLARGA TADBIQI

1. Izotermik jarayonda ($T = const$) ideal gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi:

$$\Delta U = 0; \quad Q = A'$$

• Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ish bajarishiga sarflanadi.

2. Izobarik jarayonda ($P = const$) sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasining o'zgarishiga va sistema ish bajarishiga sarflanadi:

$$Q = \Delta U + A'; \quad A' = Q - \Delta U; \quad A' = P \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T; \quad \Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R \Delta T; \quad Q = \frac{(i+2)}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

- Izobarik jarayonda bir atomli gazga berilgan issiqlik miqdorining 0,4 qismi(40%) ish bajarishga va 0,6 qismi(60%) ichki energiyaning o'zgarishiga sarflanadi:

$$A = 0,4Q; \quad \Delta U = 0,6Q; \quad Q = 2,5A; \quad Q = \frac{5}{3}\Delta U; \quad Q = \frac{5}{3}\nu R\Delta T; \quad Q = \frac{5}{3}\frac{m}{M}R\Delta T; \quad \nu = \frac{2Q}{5R\Delta T};$$

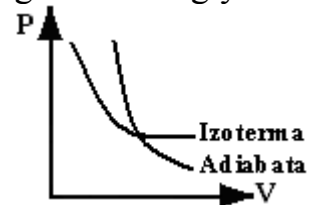
$$m = \frac{2MQ}{5R\Delta T}; \quad \Delta T = \frac{2Q}{5\nu R}; \quad \Delta T = \frac{2QM}{5mR}$$

- 3. **Izoxorik jarayonda** ($V = \text{const}$) hajm o'zgarmaganligi uchun ish bajarilmaydi. $A=0$, gazga berilgan issiqlik miqdori faqat ichki energiyaning o'zgarishiga sarflanadi: $Q = \Delta U$;

$$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T; \quad Q = \frac{3}{2}\frac{m}{M}R\Delta T; \quad \nu = \frac{2Q}{3R\Delta T}; \quad m = \frac{2MQ}{3R\Delta T}; \quad \Delta T = \frac{2Q}{3\nu R}; \quad \Delta T = \frac{2QM}{3mR}$$

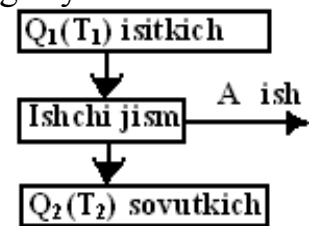
- 4. **Adiabatik jarayon** ($Q = 0$) deb tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan bo'ladigan jarayonga aytiladi. Bunda gaz ish bajarganda hajmi ortadi, uning ichki energiyasi kamayadi, tashqi kuchlar gaz ustidan ish bajarganda gazning hajmi kamayadi, ichki energiyasi ortadi: $\Delta U = A$

- Adiabatik jarayon P-V diagrammada izotermaga nisbatan keskin o'zgaruvchi grafik bilan ifodalanadi.



40. ISSIQLIK DVIGATELLARI VA ULARNING F.I.K. KARNO SIKLI

- Issiqlik dvigatellari deb issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi qurilmaga aytiladi. Issiqlik dvigateli Q_1 issiqlik miqdorini beruvchi T_1 temperaturali isitgichdan, Q_2 issiqlik miqdorini oladigan T_2 temperaturali sovutgichdan va mexanik ish bajaruvchi ishchi jismdan iborat bo'ladi.



- Issiqlik dvigateling bajargan ishi: $A = Q_1 - Q_2$

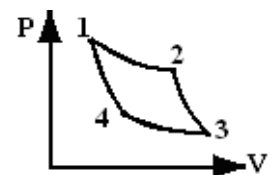
- Issiqlik dvigatellarining F.I.K:

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

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

- Karno sikli ikkita adiabatta 2-3, 4-1 va ikkita izoterma 1-2, 3-4 o'tishlaridan iborat bo'lgan yopiq siklga **Karno sikli** deyiladi.

- Karno sikli asosida ishlaydigan issiqlik dvigateliga **ideal issiqlik dvigateli** deyiladi.



- Karno ideal issiqlik dvigateling F.I.K ining temperatura orqali aniqlanishini topdi:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}; \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

- Ideal issiqlik dvigateli uchun: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2}{Q_1}; \quad \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

- Real issiqlik dvigateling F.I.K : $\eta \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}; \quad \eta \leq 1 - \frac{T_2}{T_1}$

41. SUYUQLIK VA QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

- Suyuqlik molekullari orasidagi masofa molekulaning o'lchamiga yaqin o'lchamga ega bo'ladi.

- Suyuqlik molekularining issiqlik harakat kinetik energiyasining qiymati ularning o'zaro ta'sir potensial energiyasining qiymatiga yaqin bo'ladi. Shu sababli suyuqlik oquvchanlik xossasiga ega bo'lib, o'z hajmini saqlaydi, lekin shaklini saqlamaydi.
- **Qaynash.** Suyuqlikning butun hajmi bo'ylab pufakchalarning tez hosil bo'lishi jarayoniga qaynash deyiladi. Qaynayotgan suyuqlik pufakchalari ichida gaz bosimi suyuqlik ustidagi tashqi bosimga teng bo'ladi. Tashqi bosim past bo'lsa suyuqlik nisbatan past temperaturada qaynaydi, agar tashqi bosim yuqori bo'lsa nisbatan katta temperaturada qaynaydi.

• **Bug'lanish deb** suyuqlik molekularining suyuqlikni tark etib undan chiqib ketishiga aytiladi. Bug'lanishga teskari jarayon, yani bug' molekularining suyuqlikka aylanishiga **kondensatsiya** deyiladi. Bug'lanish har qanday $T > 0$ ($t > -273^0 C$) temperaturada sodir bo'ladi. Qattiq jismning bug'lanishiga **sublimatsiya** deyiladi.

- Bug'lanish issiqligi o'zgarmas temperaturada bug'lanayotgan suyuqlik massasiga to'g'ri proporsional:

$$Q = \lambda \cdot m;$$

λ – solishtirma bug'lanish issiqligi, ($[\lambda] = J/kg$), m – bug'lanayotgan suyuqlik massasi.

$$Q_{konden} = Q_{bug}; \quad \lambda_{konden} = \lambda_{bug};$$

- O'z suyuqligi bilan termodinamik muvozanatda bo'lgan bug'ga **to'yingan bug'** deyiladi.
- To'yingan bug' bosimi hajmga bog'liq emas, u temperaturaga bog'liq: $P = nkT$
- **Havoning absolyut namligi** - ρ_a deb havoda mavjud bo'lgan suv bug'larining zichligiga aytiladi, absolyut namlik o'lchov birligi – kg/m^3 .

• **Havoning nisbiy namligi** - φ deb havodagi mavjud suv bug'i zichligi (ρ_0)ning shu temperaturadagi to'yintiruvchi suv bug'i zichligi (ρ_m)ga nisbatiga aytiladi yoki mavjud suv bugi parsial bosimi (P) ning shu temperaturadagi to'yintiruvchi suv bug'i bosimi

(P_m)ga nisbatiga aytiladi. $\varphi = \frac{\rho_0}{\rho_m} \cdot 100\%$; $\varphi = \frac{P}{P_m} \cdot 100\%$

- V_1 hajmda namlik φ_1 , V_2 hajmda namlik φ_2 bo'lsa, aralashmaning namligi:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V}, \quad V - \text{aralashmaning hajmi}$$

- Havoning nisbiy namligi **gigrometr, psixrometr** bilan aniqlanadi.
- **Shudring nuqtasi** deb mavjud sharoitda suv bug'i to'yinadigan temperaturaga aytiladi.
- Shudring nuqtasida havoning nisbiy namligi 100% ga teng bo'ladi.
- Shudring nuqtasi **gigrometr** bilan o'lchanadi.
- Suyuqlikning zichligi **areometr** yordamida aniqlanadi.

42. SUYUQLIKLARDA SIRT TARANGLIK KUCHI

• Suyuqlikning sirt molekularining o'zaro ta'sir kuchi sirt taranglik kuchini yuzaga keltiradi. Sirt taranglik kuchi suyuqlik sirtini kichraytirishga harakat qiladi. *Sirt taranglik kuchi suyuqlik sirti uzunligiga to'g'ri proporsional:* $F = \sigma \cdot l$;

σ – suyuqlikning sirt taranglik koefitsiyenti. ($[\sigma] = N/m = J/m^2$), l – sirt uzunligi.

- Ichki diametri **d** bo'lgan tomizgichdan tushayotgan suv tomchilarining massasi;

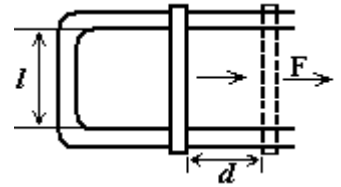
$$m_0 g = \sigma \cdot l = \sigma \cdot \pi \cdot d; \quad m_0 = \frac{\sigma \cdot \pi \cdot d}{g}; \quad d = 2r$$

- Ichki diametri **d** bo'lgan tomizgichdan **m** massali suyuqlikdan hosil bo'lgan tomchilar soni:

$$N = \frac{m}{m_0}; \quad N = \frac{mg}{\sigma \pi d}; \quad N = \frac{\rho \cdot V g}{\sigma \pi d}$$

- Tortmasining uzunligi l bo'lgan simli ramkada hosil qilingan sovun pardani yoki suvli pardani d masosaga siljitish uchun bajarilgan ish:

$$F = 2 \cdot \sigma \cdot l; \quad A = 2 \cdot l \cdot \sigma \cdot d$$



- **Sirt potensial energiyasi** – W_s , suyuqlik sirtiga to'g'ri proporsional: $W_s = \sigma \cdot S$
- R_1 radiusli pufakchani R_2 ga oshirish uchun bajarilgan ish:
 $A = \Delta W_s = \sigma \cdot S = 4\pi(R_2^2 - R_1^2) \cdot \sigma$
- Bir qancha tomchi birlashsa, katta tomchining sirt yuzi, tomchilar sirt yuzlarining yig'indisidan kichik bo'ladi, natijada sirt energiyasi kamayadi, katta tomchining harorati nisbatan ortadi.
- R radiusli tomchilar qo'shib, m massali suyuqlik hosil qilganda ajralgan issiqlik miqdori Q , va temperaturasi o'zgarishi Δt :

$$Q = \frac{3\sigma \cdot m}{\rho R}; \quad \Delta t = \frac{3\sigma \cdot m}{\rho \cdot c \cdot R}; \quad c - \text{solishtirma issiqlik sig'imi},$$

ρ - suyuqlikning zichligi.

- Vaznsizlik holatida suv shar shaklini egallaydi.
- Suyuqlik sirtining egrilanishi natijasida yuzaga keladigan qo'shimcha bosim:

$$P = \frac{2\sigma}{r}; \quad r - \text{suyuqlik sferik sirti radiusi.}$$

- Havoda sovun pufagi ichidagi qo'shimcha bosim: $P = \frac{4\sigma}{r};$

43. QATTIQ JISM VA SUYUQLIK CHEGARASIDAGI HODISALAR

- **Ho'llovchi suyuqlik.** Suyuqlik va qattiq jism molekullari orasidagi tortish kuchi suyuqlik molekullari orasidagi tortishkuchidan katta bo'lsa suyuqlik sirtini ho'llaydi. $\varphi < 90^\circ$

φ – ho'llash burchagi.



- **Ho'llamaydigan suyuqlik.** Suyuqlik va qattiq jism molekullari orasidagi tortish kuchi suyuqlik molekullari orasidagi tortish kuchidan kichik bo'lsa suyuqlik sirtini ho'llamaydi. $\varphi > 90^\circ$

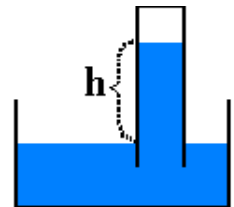
φ – ho'llash burchagi.



- Kapilyar ho'llaydigan suyuqlikka botirilsa suyuqlik kapilyar nay bo'ylab ko'tariladi.

Suyuqlikning kapilyar nay bo'ylab ko'tarilish balandligi: $h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$

ρ – suyuqlik zichligi, R – kapilyar nayning ichki radiusi, σ – suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti. Agar suyuqlik ho'llamaydigan bo'lsa suyuqlik huddi shunday h-masofaga pastga tushadi.



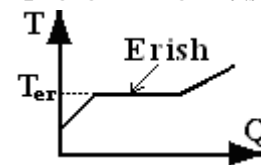
- Bir-biridan d masofada bo'lgan ikki parallel tekislik bo'ylab suyuqlikning ko'tarilish balandligi: $h = \frac{2\sigma}{\rho g d}$

44. QATTIQ JISMLARNING ERISH ISSIQLIGI.

- Qattiq jismlar atomlari, molekullari bir biriga yaqin masofada joylashadi va bir-birini qattiq ushlab turadi. Atomlar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasi ularning issiqlik

kinetik energiyasidan juda katta bo'ladi. Shuning uchun qattiq jismlar o'z shaklini va hajmini saqlaydi.

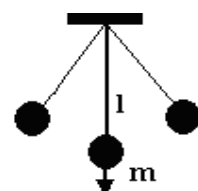
- Qattiq jismlar kristall, polikristal va amorf tuzilishida bo'ladi.
- **Kristall qattiq** jismlarning barcha atomlari fazoda muntazam shaklda joylashgan bo'ladi.
- **Polikristall qattiq jismlar** fazoda uzoq tartibsiz joylashgan kichik-kichik monokristall bo'lakchalardan tashkil topgan bo'ladi.
- **Amorf qattiq jismlarning** atomlari fazoda tartibsiz joylashgan bo'ladi, faqat qo'shni atomlar bilangina tartib saqlanadi.
- **Monokristall jismlar** anizotropik xossasiga ega, yani ular har xil yo'nalishlarda turli xil hossalarga ega bo'ladi.
- **Amorf jismlar izotropik** xossasiga ega, yani ular har xil yo'nalishlarda bir xil xossalarga ega bo'ladi.
- Amorf jismlar oquvchanlik xossasiga ega bo'lib, temperatura ortishi bilan oquvchanligi ortadi. Amorf jismlar ma'lum erish va qotish temperaturasi ega emas.
- **Erish issiqligi** qattiq jism massasiga to'g'ri prorsional: $Q_{er} = r \cdot m$
r-jismning solishtirma erish issiqligi bo'lib moddaning turiga bog'liq. ($[r] = J / kg$).
- Moddaning solishtirma erish issiqligi solishtirma qotish issiqligiga teng: $r_{erish} = r_{qotish}$
- Jism eriyotganda temperaturasi o'zgarmaydi.



- Eriyotganda issiqlik yutiladi va jismning ichki energiyasi ortadi.
- Jism qotayotganda issiqlik ajralib chiqadi va jismning ichki energiyasi kamayadi.

45. MEXANIK TEBRANISHLAR.

- Jismning muvozanat vaziyati atrofida davriy ravishda takrorlanib turuvchi mexanik harakatga **mexanik tebranish** deyiladi.
- **Tebranish davri** T ($[T] = s$) deb jismni bir marta to'liq tebranishi uchun ketgan vaqtga aytiladi.
- t – vaqtda N - marta tebransa : $T = \frac{t}{N}$; $T = \frac{1}{\nu}$; $T = \frac{2\pi}{\omega}$;
- **Tebranish chastotasi** (ν) deb 1 s ichidagi tebranishlar soniga aytiladi: $[\nu] = 1/s = s^{-1}$.
- **Siklik chastota** (ω) deb 2π sekund ichidagi tebranishlar soniga aytiladi $[\omega] = rad / s$
 $\nu = \frac{N}{t}$; $\nu = \frac{1}{T}$; $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$; $\omega = 2\pi\nu$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $\omega = \frac{2\pi N}{t}$
- **Tebranish amplitudasi** (A) deb jismning muvozanat vaziyatidan eng katta (maksimal) siljish masofasiga aytiladi.
- **Matematik mayatnik** deb vaznsiz va cho'zilmaydigan ipga osilgan og'ir jismga aytiladi. Matematik mayatnik og'irlik kuchi ta'siri ostida tebranma harakat qiladi.
 l -mayatnik ipining uzunligi.
- Matematik mayatnik tebranish davri, chastotasi va siklik chastotasi uning massasiga va tebranish amplitudasiga bo'g'liq emas:



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

- Gorizontalk tekislikda a tezlanish bilan ketayotgan vagon shiftiga osilgan mayatnik uchun:

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

- a tezlanish bilan vertikal ko'tarilayotgan liftidagi matematik mayatnikning tebranish davri va chastotasi:

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

- a tezlanish bilan vertikal tushayotgan liftidagi matematik mayatnikning tebranish davri va chastotasi:

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

- Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan yarim amplituda holatiga o'tish vaqti – t_1

$$t_1 = \frac{T}{12}$$

- Matematik mayatnik yarim amplituda holatidan to'la amplituda holatiga o'tish vaqti – t_2

$$t_2 = \frac{T}{6}$$

- Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan to'la amplituda holatiga o'tish vaqti – t

$$t = \frac{T}{4}$$

- Birinchi mayatnik t_1 vaqtda N_1 , ikkinchisi t_2 vaqtda N_2 marta tebransa, mayatnik

uzunliklari nisbati:
$$\frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{t_2}{t_1} \cdot \frac{N_1}{N_2} \right)^2$$

- Matematik mayatnik uzunligini hisoblash formulasi:
$$l = \frac{T^2}{4}$$

- Matematik mayatnik vertikaldan α burchakka og'gan holda gorizontalk tekislikda R radiusli aylana bo'ylab harakat qilayotgan bo'lsa, uning aylanish davri va chastotasi:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l \cdot \cos \alpha}{g}}; \quad v = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l \cdot \cos \alpha}}; \quad \text{Maksimal tezligi} \Rightarrow v = \sqrt{gl \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

- Ipinig uzunligi $l_1(T_1)$ va $l_2(T_2)$ bo'lgan mayatniklar uzunliklari yig'indisiga teng,

$$l = l_1 + l_2 \text{ uzunlikdagi mayatnik davri} \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}; \quad T = \sqrt{(t_1 / N_1)^2 + (t_2 / N_2)^2};$$

$$l = l_1 - l_2 \text{ uzunlikdagi mayatnik davri} \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}; \quad T = \sqrt{(t_1 / N_1)^2 - (t_2 / N_2)^2};$$

- Mayatnik ipining uzunligi Δl ga ortganda davri ΔT ga ortgan bo'lsa, boshlang'ich davri-

$$T_0: \quad T_0 = \frac{2\Delta l}{\Delta T} - \frac{\Delta T}{2}$$

- Mayatnik ipining uzunligi Δl ga kamayganda davri ΔT ga kamaygan bo'lsa, boshlang'ich

$$\text{davri- } T_0: \quad T_0 = \frac{2\Delta l}{\Delta T} + \frac{\Delta T}{2}$$

- Mayatnikning biror planetadagi tebranish davri:

$$\frac{T_{plan}}{T_{Yer}} = \sqrt{\frac{g_{Yer}}{g_{plan}}}; \quad \frac{v_{plan}}{v_{Yer}} = \sqrt{\frac{g_{plan}}{g_{Yer}}}; \quad T_{plan} = T_{Yer} \sqrt{\frac{g_{Yer}}{g_{plan}}}; \quad v_{plan} = v_{Yer} \sqrt{\frac{g_{plan}}{g_{Yer}}}$$

• Matematik mayatnikning Oydagi tebranish davri Yerdagi qiymatidan $\sqrt{6}$ marta katta bo'ladi.

• Vaznsizlik holatida matematik mayatnik tebranmaydi.

• **Garmonik tebranma harakat.**

• Sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha o'zgaruvchi harakatga garmonik tebranma harakat deyiladi.

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

• Matematik mayatnik uchun garmonik tebranma harakat qonuni: $x = A \sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}} \cdot t + \varphi_0\right);$

• Prujinali mayatnik uchun garmonik tebranma harakat qonuni: $x = A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t + \varphi_0\right);$

x-jismning muvozanat vaziyatidan siljishi. $(\omega \cdot t + \varphi_0)$ -t vaqtdagi faza, A-amplituda

• Tebranma harakat jismning muvozanat vaziyatidan boshlansa **sinus** funksiyadan, eng chetki, yani amplituda vaziyatidan boshlansa **cosinus** funksiyasidan foydalaniladi.

• Matematik mayatnikning maksimal kinetik energiyasi- $E_{0\text{ kin}}$, maksimal potensial energiyasi- $P_{0\text{ pot}}$ va to'liq mexanik energiyasining qiymatlari teng bo'ladi:

$$E_{0\text{ kin}} = E_{0\text{ pot}} = E_{\text{to'liq}} = E_0 \quad E_0 = \frac{mg^2}{2}; \quad E_0 = \frac{mgA^2}{2l}; \quad E_0 = \frac{m\omega^2 A^2}{2}; \quad E_0 = \frac{2\pi^2 m A^2}{T^2};$$

• Matematik mayatnik muvozanat vaziyatida bo'lganida uning tezligi va kinetik energiyasi maksimal eng katta v_0 va E_0 tezlanishi va potensial energiyasi minimal, ya'ni nol

qiymatiga erishadi: $v = v_0; \quad E_{kin} = E_0; \quad a = 0; \quad E_{pot} = 0; \quad F = ma = 0.$

• Matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan eng uzoq chetki vaziyatda bo'lganida uning tezligi va kinetik energiyasi nolga teng, tezlanishi va potensial energiyasi maksimal qiymatiga erishadi: $v = 0; \quad E_{kin} = 0; \quad a = a_0; \quad E_{pot} = E_0; \quad F = ma = F_0.$

• v_0 -tezlikning amplituda qiymati, a_0 -tezlanishning amplituda qiymati, E_0 -energiyaning amplituda qiymati, F_0 -ta'sir etuvchi kuchning amplituda qiymati.

• Matematik mayatnik bir davr davomida bosib o'tgan yo'lining uzunligi $-L$ uning amplitudasi uzunligidan 4 marta katta bo'ladi: $L = 4 \cdot A$

• Matematik mayatnik tezligi - v va tezlik amplitudasi v_0 ni topish:

$$v = x'; \quad v = v_0 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad v_0 = \omega \cdot A; \quad v_0 = A \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad v_0 = 2\pi v A; \quad v_0 = \frac{2\pi A}{T};$$

• Vertikaldan α - burchakka og'irib qo'yib yuborilgan matematik mayatnik maksimal tezligi va eng katta kinetik energiyasini topish: $v_0 = \sqrt{2g(1 - \cos \alpha)}$

$$E_0 = E_{tul} = mgl(1 - \cos \alpha)$$

• Muvozanat vaziyatidan Δh balandlikka og'irib qo'yib yuborilgan matematik mayatnik maksimal tezligi va eng katta kinetik energiyasini topish: $v_0 = \sqrt{2g\Delta h}; \quad E_0 = E_{tul} = mg\Delta h$

• Matematik mayatnik tezlanishi - a ning tenglamasini tuzish: $a = x'';$

$$a = a_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad a = -\omega^2 \cdot x; \quad a = -\frac{g}{l} \cdot x; \quad a = -\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot x;$$

• Matematik mayatnik tezlanishining amplituda qiymatini topish;

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

• **Purijinali mayatnik** deb bir uchi osmaga osilgan ikkinchi uchiga esa m massali yuk osilgan purijinaga aytiladi. Puriyinali mayatnik elastiklik kuchi ta'sirida tebranma harakat qiladi. **k**-mayatnik prujinasining bikrligi. Purujinali mayatnik **tebranish davri, chostotasi va siklik** chostotasi purujina bikrligi va jism massasi bilan aniqlanadi, tebranish amplitudasiga bog'liq emas.

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

• Prujinali mayatnik tebranish davri va chostotalarining prujinali o'lchamlariga bog'liqligi:

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

l-prujina uzunligi, **S**- prujinaning ko'ndalang yuzi, **E**-elastiklik moduli yoki Yung moduli.

• Prujinali mayatnik yukining massasi Δm ga oshirilganida uning tebranish davri **n** marta oshgan bo'lsa, mayatnik yukining dastlabki **m₀** va keyingi **m** massalarini topish:

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

• Prujinali mayatnik yukining massasi Δm ga kamaytirilganida uning tebranish davri **n** marta kamaygan bo'lsa, mayatnik yukining dastlabki **m₀** va keyingi **m** massalarini yopish:

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

• Prujinali mayatnik o'zining yuki ta'sirida cho'zilish uzunligi- Δx ni topish:

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

• Prujinali mayatnikning maksimal kinetik energiyasi- $E_{0 \text{ kin}}$, maksimal potensial energiyasi- $P_{0 \text{ pot}}$ va to'liq mexanik energiyasining qiymatlari teng bo'ladi:

$$E_{0 \text{ kin}} = E_{0 \text{ pot}} = E_{\text{to'liq}} = E_0 \quad E_0 = \frac{kA^2}{2}; \quad E_0 = \frac{m\omega^2 A^2}{2}; \quad E_0 = \frac{2\pi^2 m A^2}{T^2}$$

• Prujinali mayatnik muvozanat vaziyatida bo'lganida uning tezligi va kinetik energiyasi maksimal eng katta ν_0 va E_0 tezlanishi va potensial energiyasi minimal, ya'ni nol qiymatiga erishadi: $\nu = \nu_0$; $E_{\text{kin}} = E_0$; $a = 0$; $E_{\text{pot}} = 0$; $F = ma = 0$.

• Prujinali osilgan jism x masofaga cho'zib qo'yib yuborilganda:

1) muvozanat holatidan $2x/3$ masofada va chetki vaziyatidan $x/3$ masofada

2) Tebranish davrining $T/8$, $3T/8$, $5T/8$, $7T/8$, ulushlarida jismning potensial va kinetik energiyalari teng bo'ladi.

• Prujinali mayatnik muvozanat vaziyatidan eng uzoq chetki vaziyatda bo'lganida uning tezligi va kinetik energiyasi nolga teng, tezlanishi va potensial energiyasi maksimal qiymatiga erishadi: $\nu = 0$; $E_{\text{kin}} = 0$; $a = a_0$; $E_{\text{pot}} = E_0$; $F = ma = F_0$.

• ν_0 -tezlikning amplituda qiymati, a_0 -tezlanishning amplituda qiymati, E_0 -energiyaning amplituda qiymati, F_0 -ta'sir etuvchi kuchning amplituda qiymati.

• Prujinali mayatnik tezligi- ν va tezlik amplitudasi- ν_0 ni topish:

$$\nu = x'; \quad \nu = \nu_0 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0); \quad \nu_0 = \omega \cdot A; \quad \nu_0 = A \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad \nu_0 = 2\pi \nu A; \quad \nu_0 = \frac{2\pi A}{T};$$

- Prujinali mayatnik tezlanishi - a ning tenglamasini tuzish:

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

- Prujinali mayatnik tezlanishining amplituda qiymatini topish;

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

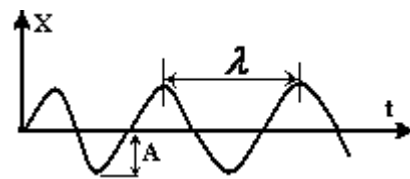
- **Vaznsizlik holatida** matematik mayatnik, qum soati, prujinali tarozi, suyuqlikli barometrlardan foydalanib bo'lmaydi: Bunday sharoitda **priijinali mayatnik, manometer, aneroid barometr, prujinali soatlardan** foydalansa bo'ladi.

46. MEXANIK TO'LQINLAR.

- Vaqt o'tishi bilan muhitda tarqaluvchi tebranishlarga **mexanik to'lqin** deyiladi.
- To'lqinlar ikki xil bo'ladi: bo'ylama to'lqinlar va ko'ndalang to'lqinlar
- **Bo'ylama to'lqinlar**-deb muhit zarralarining tebranish yo'nalishi bilan to'lqin tarqalish yo'nalishi o'zaro parallel bo'lgan to'lqinlarga aytiladi. Bo'ylama to'lqinlarga barcha tovush to'lqinlari, ultratovushlar, suyuqlik ichida tarqaluvchi mexanik to'lqinlar kiradi.
- **Ko'ndalang to'lqinlar**-deb muhit zarralarining tebranish yo'nalishi bilan to'lqin tarqalish yo'nalishi o'zaro perpendikulyar bo'lgan to'lqinlarga aytiladi. Ko'ndalang to'lqinlarga suv yuzidagi to'lqinlar, ipda tarqalayotgan to'lqinlar, elektromagnit to'lqinlar kiradi.
- **To'lqin uzunligi** - λ deb bir tebranish davri davomida to'lqin bosib o'tgan masofaga teng

bo'lgan kattalikka aytiladi: $\lambda = v \cdot T$; $\lambda = \frac{v}{\nu}$; $\nu = \lambda \cdot \nu$

T -to'lqinning tebranish davri, ν - to'lqinning tebranish chastotasi, v - tarqalish tezligi.



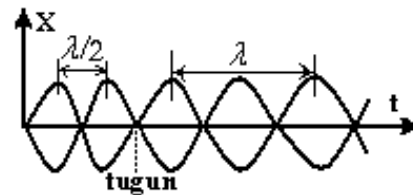
- To'lqin yo'llar farqi - Δx bilan fazalar farqi - $\Delta \varphi$ orasidagi bog'lanish:

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

- **To'lqin fazasining o'zgarishi:**

- 1) Bir davr (T) davomida - $\Delta \varphi = 2\pi$
- 2) $1/4$ davr ($1/4 T$) davomida - $\Delta \varphi = \pi/2$
- 3) yarim davr ($T/2$) davomida - $\Delta \varphi = \pi$
- 4) $3/4$ davr ($3T/4$) davomida - $\Delta \varphi = 3\pi/4$

- **Turg'in to'lqin.** Tarqaluvchi to'lqin bilan to'siqdan qaytgan to'lqinning qo'shilishi natijasida turg'in to'lqin hosil bo'ladi. Turg'in to'lqin qo'shni tugunlari orasidagi masofa yarim to'lqin uzunligiga teng bo'ladi.



- **Tovush to'lqinlariga** chastotasi 20 Gs (17Gs) dan 20000Gs gacha bo'lgan mexanik to'lqinlar kiradi.
- **Ultratovush to'lqinlariga** chastotasi 20000Gs dan katta bo'lgan mexanik to'lqinlar kiradi
- **Infratovush to'lqinlariga** chastotasi 20Gs (17Gs) dan kichik bo'lgan tovush to'lqinlari kiradi.
- **Tovushning qattiqligi** tovushning amplitudasiga bog'liq.
- **Tovushning balandligi** (yuksakligi) tovush chastotasiga bog'liq.
- **Tovush** bir muhitdan boshqa muhitga o'tganda tovush **chastotasi, balandligi va yuksakligi** o'zgarmaydi.

• **To'liqin energiyasi(W)**ning muhit zichligi(ρ), to'liqin tezligi(v), siklik chastota(ω),

amplitudasi(A) va hajm(V)ga bog'liqligi: $W = \frac{1}{2} \cdot \rho v^2 \omega^2 A^2 V$

• **To'liqin energiyasi zichligi** ($[\varpi] = J / m^3$): $\varpi = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \cdot \rho v^2 \omega^2 A^2$

• **Tovushning intensivligi yoki tovish kuchi** – I deb t vaqt ichida tovush yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishdagi S-yuzadan o'tgan to'liqin energiyasi-W miqdoriga aytiladi:

$$I = \frac{W}{St} = \frac{P}{S}$$

P–tovush to'liqinining quvvati: $P = I \cdot S$

• **Tovush intensivligi** –ham tebranish amplitudasining kvadratiga, ham tebranish chastotasining kvadratiga to'g'ri proporsional: $I \sim \omega^2$

• Ultratovush yordamida dengiz chuqurligini yoki biror to'siqqacha bo'lgan masofani aniqlash mumkin: $S = \frac{v \cdot t}{2}$

• **L** uzunlikdagi masofaga joylashadigan to'liqinlar soni-N ni topish: $N = \frac{L}{\lambda}; \quad N = \frac{L \cdot v}{v};$

ELEKTRASTATIKA

47. ELEKTR ZARYADI. ELEMENTAR ZARYAD. KULON QONUNI.

• **Elektr zaryadi 2 xil bo'ladi** – musbat ishorali (+q) va manfiy ishorali (-q). Zaryadlar faqatgina ishorasi bilangina farq qiladi. Zaryad birligi–Kulon **[q] = C**

• Bir xil ishorali elektr zaryadlari, ya'ni +q va +q yoki -q va -q zaryadlar itarishadi, xar xil ishorali zaryadlar, ya'ni +q va -q zaryadlar tortishadi.

• Tabiatda uchraydigan zaryadlarning eng kichigi elektron zaryadning mo'duli bo'lib, u **elementar zaryad** deb ataladi va e harfi bilan belgilanadi. $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} C$

Elektronning zaryadi manfiydir. Xar qanday zaryad miqdori elementar zaryadga karallidir.

$$q = N \cdot e; \quad N = q/e \quad N - \text{zaryad tarkibidagi elektronlar soni.}$$

• **Jismlarni elektrlanishi.** Odatda jismlarni elektr jihatidan neytral bo'ladi, ulardagi musbat zaryad miqdori manfiy zaryad miqtoriga teng bo'ladi. Jismni manfiy zaryadlash uchun unga elektron berish kerak, musbat zaryadlash uchun esa undan elektron olish kerak.

• **Zaryadning saqlanish qonuni.** Yopiq sistemada jismlar zaryadlarining yig'indisi o'zgarmas saqlanadi:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$$

• O'zaro tasirlashayodgan zaryadlangan jismlarning o'lchamlari ular orasidagi masofadan juda kichik bo'lsa bunday zaryadlangan jismlar nuqtaviy zaryadlar deyiladi.

• **Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir qonuni – Kulon qonuni.** Nuqtaviy zaryadlarning o'zaro elektrostatik ta'sir kuchi ular zaryadlarining modullari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional:

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon \cdot r^2}; \quad k - \text{proporsionallik koeffitsenti, } k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2, \quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

ε_0 – elektr maydon doimiysi, $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$ ε – muhitning dieliktrik

sindiruvchanligi, vakum va havo uchun $\varepsilon=1$. Muhitning dieliktrik sindiruvchanligi shu muhitda elektr ta'sir kuchi vakumga nisbatan susayishini ko'rsatuvchi birliksiz kattalikdir.

$$\varepsilon = \frac{F_{\text{vakum}}}{F_{\text{muhit}}}$$

Dielektrik muhit uchun Kulon qonunini quyidagicha yozish mumkin:

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

• q_1 va q_2 zaryadlarga ega bo'lgan bir xil o'lchamli sharlar r masofada turibdi. Sharlar o'zaro tekkizilib yana oldingi joyiga keltirildi bunda sharlarning ta'sir kuchi necha marta o'zgarishi:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(q_1 \cdot q_2)^2}{4q_1q_2}$$

48. ELEKTR MAYDONI. ELEKTR MAYDON KUCHLANGANLIK VEKTORI.

• Elektr zaryadi atrofida elektr maydoni yuzaga keladi. Elektr maydonining ta'sir kuchi zaryaddan uzoqlashgan sari masofaning kvadrati bo'yicha kamayib boradi, bunday maydonga markaziy maydon deb ataladi.

• Qo'zg'almas zaryad atrofida hosil bo'lgan elektr maydoniga *elektrostatik maydon* deyiladi.

• Elektr maydonini kuch jihatidan ifodalovchi kattalik sifatida elektr maydon kuchlanganlik vektori – E kiritiladi. Elektr maydon kuchlanganligi deb maydonga kiritilgan birlik musbat zaryadga – q_s maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuchga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

$$E = \frac{F}{q_s}; \quad F = q_s \cdot E \quad [E] = N/C = V/m$$

• Elektr maydon kuchlanganlik vektorining yo'nalishi sifatida musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuch yo'nalishi tanlab olingan, manfiy zaryadga ta'sir etuvchi kuch yo'nalishi kuchlanganlik vektorining yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi.

• Musbat zaryad hosil qilgan elektr maydonning kuchlanganlik vektori zaryaddan chiquvchi, manfiy zaryadning maydon kuchlanganligi zaryadga kiruvchi yo'nalishda bo'ladi.

• Elektr maydon superpozitsiya prinsipi.

Bir qancha zaryadlarning biror nuqtada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi har bir zaryadning o'sha nuqtada alohida hosil qilgan maydon kuchlanganliklarining vektor

yig'indisiga teng: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_N$

• Maydon kuchlanganlik vektorlarining

\Rightarrow Yo'nalishi bir xil $E = E_1 + E_2$

\Rightarrow Yo'nalishi qarama-qarshi $E = E_1 - E_2$

\Rightarrow Yo'nalishi perpendikulyar $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$\Rightarrow \alpha$ burchakda $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}$

• Musbat zaryad maydoniga manfiy zaryad kiritsak yoki manfiy zaryad maydoniga musbat zaryad kiritsak elektr maydon kuchlanganligi ortadi.

• Musbat zaryad maydoniga musbat zaryad, yoki manfiy zaryad maydoniga manfiy zaryad kiritsak elektr maydon kuchlanganligi zaiflashadi.

• Nuqtaviy zaryadning r – masofadagi elektr maydon kuchlanganligi

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

• Bir xil ishorali ikkita nuqtaviy zaryad bir-biridan l masofada joylashgan, ular orasidagi kuchlanganlik nol, $E = 0$ bo'lgan nuqta:

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

- Zaryadning sirt zichligi – $\sigma ([\sigma] = C / m^2)$ $\sigma = \frac{q}{S}$
- Bir jinsli teks zaryadlangan cheksiz yassi tekislikning elektr maydon kuchlanganlik vektori masofaga bog`liq bo`lmasdan tekislikdan ixtiyoriy nuqtada bir xil qiymatga ega bo`ladi.

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}$$

- Qarama-qarshi ishorali bir tekis zaryadlangan $|\sigma_+| = |\sigma_-| = \sigma$ cheksiz yassi tekisliklarning elektr maydon kuchlanganlik vektori:

a) tekisliklar oralig`ida: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon}$

b) tekisliklardan tashqi sohada nolga teng: $E_{tashqi} = 0$

- R radiusli zaryadlangan shar yoki sferaning elektr maydon kuchlanganlik vektori:

a) shar(sfera) $r \leq R$: $E_{ichkida} = 0$

b) shar (sfera) tashqarisida $r > R$: $E = k \frac{q}{\varepsilon \cdot r^2}; \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon} \left(\frac{R}{r} \right)^2$

- Maydon kuchlanganligi E bo`lgan elektr maydonida elektronning tezlanishi:

$$a = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{m \cdot d}$$

- Maydon kuchlanganligi E bo`lgan elektr maydonidagi q zaryadning harakat tenglamasi
 $ma = \pm qE \pm mg$

\pm ishora E vektorining yo`nalishi zaryadning ishorasi va tezlanishining yo`nalishiga bog`liq.

- Faqat metall shar va sferaga berilgan zaryad sirt bo`ylab tekis taqsimlanadi. Boshqa shakildagi metallarda zaryad sirt bo`ylab notekis taqsimlanadi.

49. ELEKTR MAYDONIDA ZARYADNI KO`CHIRISHDA BAJARILGAN ISH.

- Elektr maydoning bajargan ishi zaryadning harakat trayektoriyasiga bog`liq bo`lmasdan balki zaryadning maydon yo`nalishidagi boshlang`ich va oxirgi vaziyatlari bilan aniqlanadi.

$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha = qES \cos \alpha \quad A = qEd; \quad d = S \cos \alpha$$

d– maydon yo`nalishi bo`yicha zaryadning ko`chishi

- Elektr maydonning bajargan ishi hisobiga zaryadning potensial energiyasi kamayadi.

$$A = W_1 - W_2 = -\Delta W$$

- q_1 va q_2 zaryadlarning o`zaro ta`sir potensial energiyasi: $W = k \frac{q_1 q_2}{r} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}$

- q zaryaddan r_1 masofada turgan q_1 zaryadni, r_2 masofaga ko`chirishda bajarilgan ish:

$$A = k \frac{q \cdot q_1}{r_1} - k \frac{q \cdot q_1}{r_2}$$

- **Potensial.** Maydonning biror nuqtasiga kiritilgan q_s zaryad ega bo`lgan potensial energiyaning shu zaryad miqdoriga nisbatiga teng bo`lgan kattalikka shu nuqtaning potentsiali deyiladi va φ harfi bilan belgilanadi.

$$\varphi = \frac{W}{q_s}; \quad [\varphi] = V$$

• Nuqtaviy zaryadning r masofadagi potentsiali: $\varphi = k \frac{q}{r}; \quad \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$

• Nuqtaviy zaryaddan har xil masofalardagi potentsiallar nisbati: $\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{r_1}{r_2}$

• Ikki qarama – qarshi ishorali nuqtaviy zaryad orasidagi masofa l , ular orasidagi potentsiallar nol bo'lgan nuqta:

$$r_1 = \frac{q_1}{q_1 + q_2} \cdot l; \quad r_2 = \frac{q_2}{q_1 + q_2} \cdot l$$

• **Potensial energiya.** Ishni potensial va potentsiallar farqi orqali ifodalash

$$W = q \cdot \varphi; \quad A = q(\varphi_1 - \varphi_2); \quad A = q \cdot \Delta\varphi; \quad U = \varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi; \quad A = q \cdot U$$

$\Delta\varphi$ – potentsiallar farqi kuchlanish U ga teng

• Zaryad energiyasi $[W] = J$ da yoki $[W] = eV$ da aniqlanishi mumkin

$$1J = 1,6 \cdot 10^{-19} eV; \quad 1eV = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} J$$

• Potentsiallar farqi bilan kuchlanganlik orasidagi munosabat

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}; \quad E = \frac{\Delta\varphi}{d} = \frac{U}{d}; \quad U = E \cdot d; \quad \Delta\varphi = Ed$$

• **Ekvipotensial sirt** deb potentsiallari teng bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni ga aytiladi.

• Nuqtaviy zaryadning ekvipotensial sirti sferadan iborat.

• Zaryadlangan cheksiz tekislikning ekvipotensial sirti yassi tekislikdan iborat.

• Elektr maydon kuchlanganlik vektori ekvipotensial sirtga perpendikulyar joylashadi.

• Kuchlanganlik vektorining yo'nalishi potensial kamayishi tomon yo'nalgan bo'ladi.

• **Musbat zaryad potentsiali katta nuqtadan** potentsiali kichik nuqta tomon harakat qiladi.

• Manfiy zaryad potentsiali kichik nuqtadan potentsiali katta nuqta tomon harakat qiladi.

• Ekvipotensial sirt bo'ylab zaryad ko'chirilganda ish bajarilmaydi $A = 0$

• Zaryadlangan shar (sfera)ning potentsiali

$$\Rightarrow \text{Shar(sfera)} \quad r \leq R; \quad \varphi = \text{const}, \quad \varphi = k \frac{q}{R} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}; \quad \varphi = \frac{\sigma \cdot R}{\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow \text{Shar(sfera)ning tashqi qismida } r > R, \quad \varphi = k \frac{q}{r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}; \quad \varphi = \frac{\sigma \cdot R^2}{\epsilon_0\epsilon r}$$

• q_1 zaryadli, R_1 radiusli, q_2 zaryadli, R_2 radiusli shar bilan tutashtirilgandan keyingi zaryadning taqsimlanishi – q_1', q_2' :

$$q_1' = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot (q_1 + q_2); \quad q_2' = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot (q_1 + q_2)$$

\Rightarrow Bunda sharlardagi zaryadlarning necha marta o'zgarganligini topish:

$$\frac{q_1'}{q_1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{q_2}{q_1} \right); \quad \frac{q_1'}{q_1} = \frac{\varphi_1 \cdot R_1 + \varphi_2 \cdot R_2}{\varphi_1 (R_1 + R_2)}; \quad \frac{q_2'}{q_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{q_1}{q_2} \right); \quad \frac{q_2'}{q_2} = \frac{\varphi_1 \cdot R_1 + \varphi_2 \cdot R_2}{\varphi_2 (R_1 + R_2)}$$

• q_1 zaryadli R_1 radiusli shar, q_2 zaryadli R_2 radiusli shar bilan tutashtirilganda:

$\Rightarrow q_1 / R_1 > q_2 / R_2$ bo'lsa zaryad 1-shardan 2-sharga o'tadi.

$\Rightarrow q_1 / R_1 < q_2 / R_2$ bo'lsa zaryad 2-shardan 1-sharga o'tadi.

$\Rightarrow q_1 / R_1 = q_2 / R_2$ bo'lsa zaryadning sharlar bo'yicha o'tishi kuzatilmaydi.

- Zaryadlangan sharlar tutashtirilganida biridan 2-siga oqib o'tgan zaryad miqdori – Δq

$$\Delta q = \frac{|R_1 \cdot q_2 - R_2 \cdot q_1|}{R_1 + R_2}; \quad \Delta q = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2|}{k \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}$$

- φ_1 potentsialli R_1 radiusli shar φ_2 potentsialli R_2 radiusli shar bilan tutashtirildi, bunda

$$\text{umumiy potentsial: } \varphi_{\text{umumiy}} = \frac{\varphi_1 \cdot R_1 + \varphi_2 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}$$

- φ_0 potentsialga ega bo'lgan n ta sharsimon tomchi birlashib, hosil qilgan katta

sharsimon tomchining potentsiali: $\varphi = \sqrt[n]{n^2} \cdot \varphi_0$

- Zaryadlangan shar energiyasi:

$$W_{\text{shar}} = \frac{q \cdot \varphi}{2}; \quad W_{\text{shar}} = \frac{q^2 \cdot k}{2R}; \quad W_{\text{shar}} = \frac{R \cdot \varphi^2}{2k}; \quad W_{\text{shar}} = 2\pi\epsilon_0 R \varphi^2;$$

- Zaryadlangan sharlar o'zaro tekkizilib yana oldingi joylariga qaytarildi, bunda zaryadlarning o'zaro ta'sir potentsial energiyasining o'zgarishi:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{(q_1 + q_2)^2}{4q_1 q_2}$$

50. O'TKAZGICHLARNING ELEKTR SIG'IMI. KONDENSATOR

- O'tkazgichning o'zida zaryad to'play olish qobiliyatiga o'tkazgichning **elektr sig'imi** deyiladi. Elektr sig'imi – C bilan belgilanadi, o'lchov birligi–Farad [C]=F

- O'tkazgichning elektr sig'imi uning zaryadi va potentsialiga bog'liq bo'lmasdan faqat uning geometrik o'lchamlari va u turgan muhit bilan aniqlanadi.

- Sig'im jismlarning shakli va o'lchamlariga bog'liq bo'lib, uning kovak yoki yaxlitligiga va jismning materialiga bog'liq emas. Jismning sig'imi uning atrofida jismlar bor yo'qligi va qanday joylashishiga ham bog'liq bo'ladi. Jismga boshqa jism yaqinlashtirilsa uning sig'imi oshadi, jismning zaryadi o'zgarmas bo'lsa, unga boshqa jismlar yaqinlashtirilsa uning potentsiali kamayadi.

- Radiusi R ga teng bo'lgan shar yoki sferaning elektr sig'imi: $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$

- Yakkalangan o'tkazgichning elektr sig'imi undagi zaryadning potentsialiga nisbati bilan o'lchanadi.

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

- Bir– biridan dielektrik bilan ajratilgan ikkita o'tkazgichdan iborat tizimga **kondensator** deyiladi. Kondensatorning elektr sig'imi yakkalangan o'tkazgichning elektr sig'imidan katta bo'ladi.

- Kondensator o'tkazgichlari ikkita parallel yassi tekislikdan iborat bo'lsa bunday kondensatorga **yassi kondensator** deyiladi. O'tkazgichlar kondensatorning qoplamalari deyiladi. Kondensator zaryadi 1ta qoplamadagi zaryatdga teng.

- Yassi kondensatorning elektr sig'imi:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} = \frac{\sigma \cdot S}{Ed}$$

σ – qoplamalarda zaryadning sirt zichligi, S – 1ta qoplamaning yuzasi, E – qoplamalar orasidagi elektr maydon kuchlanganligi, d – qoplamalar orasidagi masofa, ϵ – qoplamalar orasidagi muhitning dielektrik sindiruvchanligi.

- Yassi kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar farqi yoki kuchlanish:

$$U = \frac{q}{C}; \quad U = \frac{qd}{\varepsilon_0 \varepsilon S}; \quad U = \frac{\sigma d}{\varepsilon_0 \varepsilon}; \quad U = E \cdot d$$

- Yassi kondensator qoplamalari orasidagi elektr maydon kuchlanganligi.

$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 \varepsilon S}; \quad E = \frac{U}{d}; \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon};$$

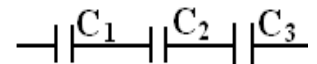
- Yassi kondensator zaryadi: $q = C \cdot U$; $q = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U}{d}$; $q = \sigma \cdot S$

- Qoplamalari 2 ta har xil sferik sirtidan iborat bo'lgan sferik kondensatorning elektr sig'imi:

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R_1 R_2}{R_1 - R_2}; \quad R_1 - 1\text{-sferik qoplamaning}, R_2 - 2\text{-sferik qoplamaning radiusi.}$$

51. KONDENSATORLARNI KETMA–KET VA PARALLEL ULASH

- Kondensatorlar ketma – ket ulanganda umumiy sig'im kamayadi.

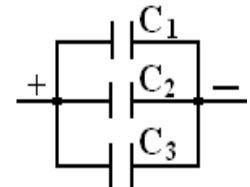


$$\frac{1}{C_{um}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad U_1 : U_2 : U_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3}$$

- Ketma–ket ulangan ikkita kondensator uchun kuchlanishning taqsimlanishi:

$$U_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot U_0; \quad U_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot U_0; \quad U_0 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2;$$

- Kondensatorlarning parallel ulashda 1-kondensatorning musbat zaryadli qoplamasi 2- kondensatorning musbat zaryadli qoplamasiga ulanadi va h.k. Parallel ulashda kondensatorlarning umumiy sig'imi ortadi.



$$C_{um} = C_1 + C_2 + C_3$$

Agar $C_1 = C_2 = C_3 = C_0$ bo'lsa $C_{um} = 3C_0$ bo'ladi.

- Kondensatorlardagi zaryadlar nisbati: $q_1 : q_2 : q_3 = C_1 : C_2 : C_3$

- U_1 kuchlanishgacha zaryadlangan C_1 sig'imli kondensator U_2 kuchlanishgacha zaryadlangan C_2 sig'imli kondensator bilan tutashtirilganda kondensatorlarda hosil

$$\text{bo'luvchi umumiy kuchlanish} - U_{um}: \quad U_{um} = \frac{C_1 U_1 + U_2 C_2}{C_1 + C_2}$$

- Zaryadi q_1 sig'imi C_1 , zaryadi q_2 sig'imi C_2 kondensator bilan tutashtirilgandan keyin kondensatorlardagi zaryadning qayta taqsimlanishi:

$$q_1' = \frac{C_1}{C_1 + C_2} (q_1 + q_2); \quad q_2' = \frac{C_2}{C_1 + C_2} (q_1 + q_2)$$

52. ZARYADLANGAN JISMNING VA KONDENSATORNING POTENSIAL ENERGIYASI.

1. Yakkalangan o'tkazgichning energiyasi:

$$W = \frac{q\varphi}{2}; \quad W = \frac{C\varphi^2}{2}; \quad W = \frac{q^2}{2C};$$

2. Yassi kondensatorning energiyasi:

$$W = \frac{qU}{2}; \quad W = \frac{CU^2}{2}; \quad W = \frac{q^2}{2C}; \quad W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} \cdot V; \quad W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2 S d}{2};$$

V – Yassi kondensator qoplamalari orasidagi fazoning hajmi $V = S \cdot d$

- Kondensator tok manbaiga ulangan bo'lsa, kuchlanish o'zgarmas ($U = \text{const}$) bo'ladi:

$$W = \frac{CU^2}{2}; \quad W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon U^2 S}{2d};$$

- Kondensator tok manbaidan uzilgan bo'lsa zaryad o'zgarmas ($q = \text{const}$) bo'ladi:

$$W = \frac{q^2}{2C}; \quad W = \frac{q^2 d}{2\varepsilon_0 \varepsilon S}$$

- Elektr maydon energiyasi zichligi – ω $\omega = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} = \frac{W}{V};$

ELEKTRODINAMIKA

53. O'ZGARMAS ELEKTR TOKI.

- Elektr toki deb zaryadlangan zarrachalarning bir tomonga qarab yo'nalgan tartibli harakatiga aytiladi.

- **Elektr tokining kuchi – I**, O'lchov birligi–Amper $[I] = A$

$$\Delta q = enSd; \quad I = \frac{q}{\Delta t}; \quad E = \frac{I\rho}{S}$$

- **Elektr tokining zichligi – j** ($[j] = A/m^2$)

$$j = I/S; \quad j = env; \quad j = \frac{U}{\rho \cdot l}; \quad j = \frac{E}{d}; \quad v = \frac{j}{qn}; \quad v = \frac{I}{qnS}; \quad v = \frac{U}{en\rho \cdot l}$$

I–tok kuchi, j–tok zichligi, q–zaryad, t–vaqt, e–elektron zaryadi, n–zaryad konsentratsasi, v–zaryadlarning tartibli harakat tezligi

- Metallarda elektronlarning tartibli harakat tezligining tartibi $v < mm/s$
- t–vaqt ichida o'tkazgich ko'ndalang kesim yuzidan o'tgan elektronlar sonini topish

$$N = \frac{I \cdot t}{e}; \quad N = \frac{q}{e}$$

- Elektr tokining mavjud bo'lish sharti:

–erkin harakatlana oluvchi zaryadlangan zarrachalarning mavjud bo'lishligi:

–zaryadlan zarrachalarni harakatga keltiruvchi kuchning mavjudligi.

- Elektr tokining **magnit, issiqlik va ximiyaviy** ta'siri bo'ladi.

- Elektr tokining yo'nalishi sifatida musbat zaryadlangan zarrachalarning tartibli harakat yo'nalishi qabul qilingan.

- Metallarda elektr tokini faqat elektronlar tashiydi.

- Metallarda elektr tokining magnit va issiqlik tasirlari bo'ladi, ximiyaviy ta'siri bo'lmaydi.

54. ZANJIRNING BIR QISMI UCHUN OM QONUNI

- A – Ampermetr tok kuchini o'lchaydi. Ampermetr o'tkazgichga ketma–ket ulanadi.

- V– Voltmetr kuchlanishni o'lchaydi. Voltmetr o'tkazgichga parallel ulanadi.

- **Om qonuni:** O'tkazgichdagi tok kuchi undagi kuchlanishning tushishi (U)ga to'g'ri proporsional uning qarshiligi (R)ga teskariga proporsional:

$$I = \frac{U}{R}; \quad U = I \cdot R; \quad R = \frac{U}{I}$$

- O'tkazgichning qarshiligi – **R(Om)**: Qarshilik (R) U va I ga bog'liq emas

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad R = \rho \cdot d \frac{l^2}{m}; \quad R = \frac{\rho \cdot m}{d} \frac{1}{S^2};$$

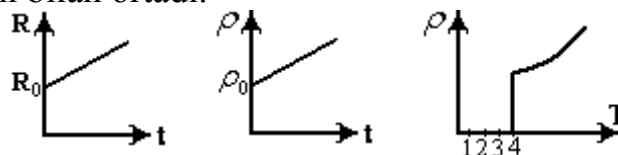
ρ – o'tkazgichning solishtirma qarshiligi, ρ – materialning haroratiga bog'liq.

d – o'tkazgich materialining zichligi, m–massasi, l – uzunligi, S–ko'ndalang kesim yuzi

- O'tkazgichning qarshiligi temperatura ortishi bilan ortadi.

$$R = R_0(1 + \alpha t); \quad \rho = \rho_0(1 + \alpha t);$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1}; \quad R_2 = R_1 \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1}$$



- R_0 qarshilikka ega bo'lgan o'tkazgichni n ta bir xil bo'lakka bo'lib ularni parallel ulaganda uning qarshiligi n^2 marta kamayadi.

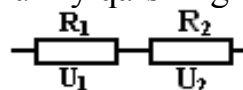
$$R = \frac{R_0}{n^2}; \quad n = \sqrt{\frac{R_0}{R}}; \quad R_0 = R \cdot n^2$$

- Simni cho'zib uzunligini n marta oshirsak uning qarshiligi n^2 marta ortadi.

$$R = R_0 \cdot n^2$$

- O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda** ularning umumiy qarshiligi ortadi.

$$R_{um} = R_1 + R_2$$



- n ta bir xil o'tkazgich ketma-ket ulanganda ularning umumiy qarshiligi n marta ortadi.

$$R_{um} = n \cdot R$$

- Ketma-ket ulangan o'tkazgichlardagi tok kuchi bir xil bo'ladi. $I_{um} = I_1 = I_2$

- O'tkazgichdagi kuchlanishlar yig'indisi zanjirdagi umumiy kuchlanishga teng bo'ladi.

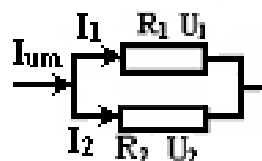
$$U_{um} = U_1 + U_2; \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

- Ketma-ket ulangan o'tkazgichlarda kuchlanishning taqsimlanishi:

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_{um}; \quad U_1 = U_{um} - U_2 \quad U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{um}; \quad U_2 = U_{um} - U_1$$

- Otkazgichlar parallel ulanganda** ularning umumiy qarshiligi kamayadi.

$$\frac{1}{R_{um}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; \quad R_{um} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



- n ta bir xil o'tkazgich parallel ulanganda ularning qarshiligi n marta kamayadi.

$$R_{um} = \frac{R}{n}$$

- Parallel ulangan o'tkazgichlarda kuchlanishlar bir xil bo'ladi: $U_{um} = U_1 = U_2$

- Parallel ulangan o'tkazgichlardagi tok kuchlarining yig'indisi zanjirdagi umumiy tok kuchiga teng bo'ldi.

$$I_{um} = I_1 + I_2 \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

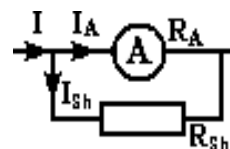
- Parallel ulangan o'tkazgichlardagi tok kuchining taqsimlanishi:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_{um}; \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_{um}; \quad I_1 = I_{um} - I_2; \quad I_2 = I_{um} - I_1$$

- Amprimetr ga shunt (qo'shimcha qarshilik) ulash.**

Amprimetr ga shunt parallel ulanadi, va amprimetrning o'lchash chegarasi n marta ortadi:

$$n = \frac{I_{tar}}{I_A}; \quad n = \frac{R_A}{R_{shunt}} + 1; \quad R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1};$$

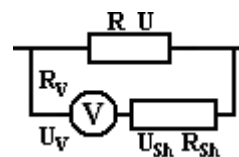


$$R_{sh} = \frac{R_A}{I_{tar} / I_A - 1}; \quad I_{tar} = \left(\frac{R_A}{R_{sh}} + 1 \right) \cdot I_A; \quad I_{tar} = I_A + I_{sh}; \quad I_{tar} = I_A \cdot n;$$

I_{tar} –zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok kuchi, I_A – ampermetrdan o'tayotgan tok kuchi, R_A –ampermetrning ichki qarshiligi, R_{sh} –shunt qarshiligi.

• **Voltmetrga shunt**(qo'shimcha qarshilik) **ulash**. Voltmetrga shunt ketma–ket ulanadi, natijada voltmetrning o'lchash chegarasi n marta ortadi.

$$n = \frac{U_{tar}}{U_{volt}}; \quad n = \frac{R_{tar}}{R_{volt}} + 1; \quad R_{sh} = R_{volt} \cdot (n - 1); \quad R_{sh} = R_{volt} \cdot \left(\frac{U_{tar}}{U_{volt}} - 1 \right);$$



$$U_{tar} = U_{volt} + U_{shunt}; \quad U_{tar} = n \cdot U_v = \left(\frac{R_{sh}}{R_v} + 1 \right) \cdot U_v;$$

U_{tar} –zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi kuchlanish, R_v – voltmetrning ichki qarshiligi, R_{sh} –shunt qarshiligi.

• **Tok manbai**. Manbaning elektr yurutuvchi kuchi – ε [V]

$$\varepsilon = \frac{A_{chet}}{q}; \quad \varepsilon = \frac{I_2 \cdot U_1 - U_2 I_1}{I_2 - I_1};$$

A_{chet} –chet kuchlarning q zaryadni berk zanjir bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ishi.

$$\varepsilon = I(R + r); \quad \varepsilon = U_R + U_r;$$

R –tashqi istemolchining qarshiligi, r –manbaning ichki qarshiligi, $R=0$ bo'lsa, $U=0$ bo'ladi.

• Manbaga R_1 va R_2 qarshiliklar ulanganida zanjirdagi tok va tashqi kuchlanishlar nisbati:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1 + r}{R_2 + r}; \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_1 + r}{R_2 + r};$$

• Akumlyatorni zaryadlashda, U – zaryadlash kuchlanishi, I – zaryadlash toki.

$$U_{zaryad} = \varepsilon + I_{zaryad} \cdot r;$$

• Akumlatorni razryadlashda, U – razryadlash kuchlanishi, I – razryadlash toki.

$$U_{kayryad} = \varepsilon - I_{kayryad} \cdot r;$$

• Razryadlash – zaryadsizlash,

55. TO'LA ZANJIR UCHUN OM QONUNI.

• Yopiq zanjirdagi tok kuchi manbaning EYuK iga to'g'ri proporsional, zanjirning to'la qarshiligi ($R_{to'la} = R + r$) ga esa teskari proporsionaldir.

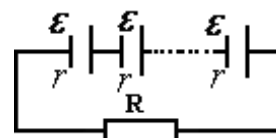
$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}; \quad U = \frac{\varepsilon R}{R + r}$$

• Istemolchidagi kuchlanish yoki tashqi qarshilikdagi kuchlanish:

$$U_R = \frac{R}{R + r} \cdot \varepsilon; \quad U_R = \varepsilon - U_r;$$

• Manbaning ichki qarshiligidagi kuchlanish: $U_r = \frac{r}{R + r} \cdot \varepsilon; \quad U_r = \varepsilon - U_R;$

• n ta bir xil manba ketma – ket ulanganda: $I = \frac{n\varepsilon}{R + nr};$

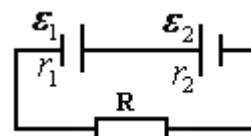


$$\varepsilon_{um} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n = n\varepsilon$$

$$r_{um} = r_1 + r_2 + \dots + r_n = nr$$

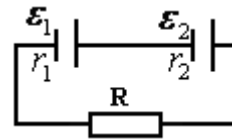
• Ikkita har xil manba ketma–ket tok yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda ulanganda:

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2}; \quad \varepsilon_{um} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2; \quad r_{um} = r_1 + r_2;$$



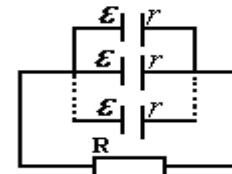
- Ikkita har xil manba ketma– ket tok yo`nalishiga bir xil yo`nalishda ulanganda:

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2}; \quad \varepsilon_{um} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2; \quad r_{um} = r_1 + r_2;$$



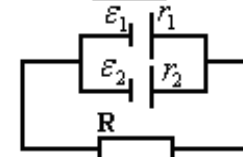
- n ta bir xil manba parallel ulanganda:

$$\varepsilon_{um} = \varepsilon; \quad r_{um} = \frac{r}{n}; \quad I = \frac{n\varepsilon}{nR + r};$$



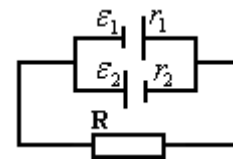
- Ikkita har xil manba parallel ulanganda:

$$\varepsilon_{um} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} \right); \quad r_{um} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}; \quad I = \frac{\varepsilon_{um}}{R + r_{um}};$$



- Ikkita manba o`zaro parallel, tok yo`nalishi qarama– qarshi bo`lganda:

$$\varepsilon_{um} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} - \frac{\varepsilon_2}{r_2} \right); \quad r_{um} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}; \quad I = \frac{\varepsilon_{um}}{R + r_{um}};$$



- Agar uchta manba o`zaro parallel ulansa:

$$\varepsilon_{um} = r_{um} \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \frac{\varepsilon_3}{r_3} \right); \quad \frac{1}{r_{um}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3};$$

- Manbaning foydali ish koefitsienti (FIK): $\eta = \frac{R}{R + r}; \quad \eta = \frac{U}{\varepsilon};$

- Manbaga ulanga tashqi qarshilik R1 dan R2 ga o`zgarganda manbaning FIKining o`zgarishi.

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_1 + r}{R_2 + r};$$

- Elektr dvigatelining **FIK**.: $\eta_{dv} = \frac{N_{dv}}{IU} = \frac{F_{tor} \cdot v}{I \cdot U};$

N_{dv} —dvigatelning foydali quvati, I -dvigatelning tok kuchi, U -kuchlanish.

56. ELEKTR TOKINING ISHI VA QUVVATI

- O`zgarmas elektr tokini zanjirning bir qismida bajargan ishi- A (J)

$$A = n \cdot e \cdot U; \quad A = q \cdot U; \quad A = I^2 R \cdot t; \quad A = \frac{U^2}{R} \cdot t; \quad A = P \cdot t; \quad A = I \cdot U \cdot t;$$

- O`zgarmas elektr tokining butun berk zanjirda bajargan ishi.

$$A = q \cdot \varepsilon; \quad A = I^2 (R + r) t; \quad A = \frac{\varepsilon^2}{R + r} \cdot t; \quad A = P t; \quad A = I \cdot \varepsilon \cdot t; \quad A = \frac{\varepsilon^2}{(R + r)^2} \cdot R \cdot t$$

- O`zgarmas elektr tokining zanjirning bir qismidagi quvvati – P [Vt]

$$P = \frac{A}{t}; \quad P = I^2 R; \quad P = \frac{U^2}{R}; \quad P = q \cdot \frac{U}{t}; \quad P = I \cdot U$$

- Manbaga ulangan istemolchidagi maksimal (eng katta) quvvat, $R=r$ bo`lganda amalga oshadi.

$$P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

- O`zgarmas elektr tokining berk zanjirdagi to`la quvvati:

$$P = \frac{A_{\text{to'la}}}{t}; \quad P = \frac{\varepsilon^2}{R+r}; \quad P = \frac{q \varepsilon}{t}; \quad P = I \cdot \varepsilon; \quad P = I^2(R+r);$$

- R qarshilikka R_x qarshilikni ketma – ket ulasak R qarshilikdagi quvvat:

$$R_x = (\sqrt{n} - 1) \cdot R; \quad n = (R_x/R + 1)^2;$$

- Quvvati P_1 va P_2 bo'lgan 2 ta lampa ketma–ket ulansa umumiy quvvat kamayadi:

$$\frac{1}{P_{um}} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}; \quad P_{ukm} = \frac{P_1 \cdot P_2}{P_1 + P_2};$$

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa ketma – ket ulansa umumiy quvvat 1ta lampaning dastlabki quvvatiga nisbatan n marta kamayadi.

$$P_{um} = \frac{P}{n}$$

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa manbaga ketma – ket ulansa bitta lampadagi quvvat – P_1 uning dastlabki quvvatiga nisbatan n^2 marta kamayadi.

$$P_1 = \frac{P}{n^2}$$

- Dastlabki quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan lampalar manbaga ketma – ket ulangan bo'lsa, ulardagi kuchlanishlar va qarshiliklar nisbatini topish.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{P_2}{P_1}; \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{P_2}{P_1};$$

- Quvvatlari P_1 va P_2 bo'lgan lampalar manbaga ketma – ket ulandi, ular qanday quvvat bilan yonadi.

$$P_1^{\text{yonish}} = \left(\frac{P_2}{P_1 + P_2} \right)^2 P_1; \quad P_2^{\text{yonish}} = \left(\frac{P_1}{P_1 + P_2} \right)^2 P_2;$$

- Manbaga bir qancha lampa ketma–ket ulangan bo'lsa ularning sonini kamaytirsak lampalarning umumiy ravshanligi ortadi, sonini oshirsak umumiy ravshanlik kamayadi.

- Quvvati P_1 va P_2 bo'lgan 2 ta lampa parallel ulansa umumiy yonish quvvati ortadi.

$$P_{um} = P_1 + P_2$$

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa manbaga parallel ulansa ularning birgalikdagi umumiy quvvati 1ta lampaning dastlabki quvvatiga nisbati n marta ortadi.

$$P_{um} = n \cdot P$$

- Quvvatlari P ga teng bo'lgan n ta bir xil lampa manbaga parallel ulansa alohida bitta lampaning yonish quvvati o'zgarmasdan qoladi. $P_1 = P$

- Quvvatlari P_1 va P_2 ga teng bo'lgan lampalar manbaga parallel ulansa ularning yonish quvvati o'zgarmaydi. $P_1^{\text{yonish}} = P_1; \quad P_2^{\text{yonish}} = P_2$

- Manbaga bir qancha lampa parallel ulangan ularning sonini kamaytirsak lampalarning umumiy ravshanligi kamayadi, lampalarning sonini oshirsak umumiy ravshanlik ortadi.

- **Elektr energiyasini hisoblagich** diskining aylanish chastotasi ν_1 bo'lganida tok quvvati

$$P_1, \nu_2 \text{ bo'lganida tok quvvati } P_2 \text{ ga teng bo'lsa:} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{N_1 \cdot t_2}{N_2 \cdot t_1}$$

N_1 va N_2 mos ravishda diskning t_1 va t_2 vaqtdagi aylanishlar soni.

57. JOUL-LENS QONUNI.

- O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib jiqqan issiqlik miqdori tok kuchining kvadrati, o'tkazgich qarshiligi va tokning o'tish vaqtiga ko'paytmasiga teng.

1) zanjirning bir ismi uchun: $Q = I^2 R \cdot t;$

2) to'la zanjir uchun: $Q = I^2(R+r)t$; $Q = \frac{\mathcal{E}^2}{(R+r)^2} R \cdot t$

- Ketma – ket ulangan o'tkazgichlarda ajraladigan issiqliklar va quvvatlar nisbati:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

- 3 ta qarshilik ketma–ket ulangan bo'lsa: $Q_1 : Q_2 : Q_3 = R_1 : R_2 : R_3$;

$$U_1 : U_2 : U_3 = \frac{1}{P_1} : \frac{1}{P_2} : \frac{1}{P_3};$$

- Ketma– ket ulangan o'tkazgichlarning qarshiligi kattasida ko'p issiqlik va quvvat ajraladi.

- Parallel ulangan o'tkazgichlarda ajraladigan issiqliklar va quvvatlar nisbati.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

- Uchta qarshilik parallel ulangan bo'lsa: $Q_1 : Q_2 : Q_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}$; $I_1 : I_2 : I_3 = P_1 : P_2 : P_3$

- Parallel ulangan o'tkazgichning qarshiligi kichigida ko'p issiqlik va quvvat ajratadi.

- R_1 qarshilikli spirall suvni t_1 vaqtda, R_2 qarshilikli spirall t_2 vaqtda qaynatsa \Rightarrow Spirallar ketma– ket ulanganda suvning qaynash temperaturasi ortadi.

$$t_{\text{ket}} = t_1 + t_2$$

$$\Rightarrow \text{Spirallar 3 ta bo'lsa: } t_{\text{ket}} = t_1 + t_2 + t_3$$

$$\Rightarrow \text{Spirallar parallel ulanganda suvning qaynash vaqti kamayadi: } t_{\text{par}} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2};$$

$$\Rightarrow \text{Spirallar uchta bo'lsa qaynash vaqti: } \frac{1}{t_{\text{par}}} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3};$$

- n ta bir xil cho'lg'am ketma–ket ulanganda suvning qaynash vaqti ular parallel ulangandagidan n^2 marta katta bo'ladi.

$$t_{\text{ket}} = n^2 \cdot t_{\text{par}};$$

58. ELEKTROLITLARDA ELEKTR TOKI. FARADEY QONUNI

- Faqat ion o'tkazuvchalikga ega bo'lgan suyuqlikka elektrolit deyiladi.
- Elektrolitlarda elektr tokini **musabat va manfiy elektronlar** tashiydi.
- Katodning potentsiali manfiy anodning potentsiali musbat bo'ladi. Musbat ion **kation** deyiladi va u katodga tortiladi. Manfiy ion **anion** deyiladi va u anodga tortiladi.
- Elektrolitdan elektr tokining o'tishi natijasida modda ajralib chiqishiga **elektroliz** deyiladi.
- Elektrolitda elektr tokini ximiyaviy issiqlik va magnit ta'sirlari kuzatiladi.
- Elektrolitdan o'tayotgan umumiy tok musbat (I^+) va manfiy (I^-) ionlar toklari yig'indisiga teng: $I = I^+ + I^-$
- Elektrolitdagi elektr tokining zichligi: $j = q_+ n_+ v_+ + q_- n_- v_-$;
- **Faradeyning birinchi qonuni**– elektrolizda ajralib chiqan modda massasi oqib o'tgan zaryad miqdoriga to'g'ri proporsional: $m = k \cdot q$; $m = k \cdot I \cdot t$
- Elektroliz uchun (j – tok zichligi)

$$\rho V = qk; \quad \rho V = Itk; \quad \rho \cdot dS = kq; \quad \rho dS = Itk; \quad d = j \cdot \frac{kt}{\rho}; \quad d = \frac{I}{S} \cdot \frac{kt}{\rho}; \quad j = I/S$$

m–modda massasi, k–elektroximiyaviy ekvivalent, ρ –zichlik, V–hajm, S–yuza, d–qalinlik.

• **Faradeyning 2-qonuni** – moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti M/n ga to'g'ri proporsional:

$$k = \frac{1}{F} \frac{M}{n}; \quad F = e \cdot N_A = 96485 \text{ C/mol}$$

F– Faradey doimiysi, M-molyar massa, n–valentlik.

• **Faradeyning umumlashgan qonuni:**

$$m = \frac{1}{F} \frac{M}{n} \cdot q; \quad m = \frac{M}{n} \frac{1}{eN_A} \cdot q;$$

59. VAKUUMDA ELEKTR TOKI

• Vakumda elektr tokini faqat **elektronlar** tashuydi. Vakumda elektr tokining faqat **maginit** ta'siri kuzatiladi. Issiqlik va kimyoviy ta'sirlari kuzatilmaydi.

• Issiqlik ta'sirida moddadan elektronlarning ajralib chiqishiga **termoelektron emissiya** deyiladi.

• Ikki elektrodli elektron lampaga **diod** deyiladi. Diod elektr tokini faqat bir tomonga o'tkazadi.

Diod o'zgaruvchan elektr tokini o'zgarmas elektr tokiga aylantirish uchun ishlatiladi.

• Anod potentsiali (U) ta'sirida elektron olgan tezlanish (a); E– elektr maydon kuchlanganlik vektori, d– elektrodlar orasidagi masofa.

$$a = \frac{eU}{md}; \quad ma = e \cdot E; \quad ma = \frac{eU}{d};$$

• Anodga yetib borgan elektron tezligi (v)

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}; \quad U = \frac{mv^2}{2e}; \quad E_{kin} = \frac{mv^2}{2} = eU;$$

• Elektronni anodga yetib borishida elektr maydonining bajargan ishi– A

$$A = q \cdot U; \quad A = N \cdot e \cdot U; \quad N = \frac{A}{eU};$$

U– anod kuchlanishi, q–anodga yetib borgan zaryad, N–anodga yetib borgan elektronlar(e) soni.

• Gazlarda elektr tokini **elektronlar, musbat va manfiy ionlar** tashiydi.

• Gazlardan elekt tokining o'tishiga **gaz razryadi** deyiladi..

• Gazlarda elektr tokining **issiqlik** va **magnit** tasirlari bo'ladi, **ximiyaviy tasiri bo'lmaydi**.

60. YARIM O'TKAZGICHLARDA ELEKTR TOKI

• Yarim o'tkazgichlarda elektr tokini **teshiklar va elektronlar** tashiydi.

• Teshiklar(kovaklar) musbat zaryadga ega.

• Teshik o'tkazuvchanlikka p– tur o'tkazuvchanlik, elektron o'tkazuvchanlikka n– tur o'tkazuvchanlik deyiladi.

• p– tur, yani teshik otkazuvchanlikni beradigan aralashmaga **Akseptor** aralashma, n– tur, ya'ni elektron o'tkazuvchanlikni beradigan aralashmaga **Donor** aralashma deyiladi.

• Xususiy yarim o'tkazgichning elektron va donor o'tkazuvchanligi teng bo'ladi.

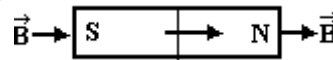
• Xususiy yarim o'tkazgichlarda to'la tok: $I = I_{\text{elektron}} + I_{\text{teshik}}; \quad I_{\text{elektron}} = I_{\text{teshik}};$

• Davriy jadvalning III-guruh elementlari teshik p–tur o'tkazuvchanlik beradi va ular akseptor atomlaridir. V-guruh elementlari elektron n–tur o'tkazuvchanlik beradi ular donor atomlaridir.

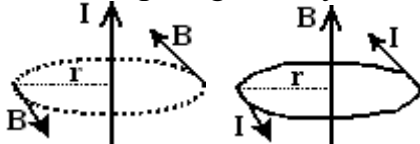
- p– n o'tishli yarim o'tkazgich yarim o'tkazgichli **diodni** tashkil qiladi.
- **Tranzistor** – Baza, Emitter va Kollektordan tashkil topgan qurilmadir.
- Tranzistor o'zgaruvchan tokni kuchaytiruvchi qurulma sifatida ishlatiladi.
- Yorug'lik ta'sirida qarshiligi, elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradigan moddalarga **fotorezistorlar** deyiladi.
- Fotoelement yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmadir.

61. MAGNETIZM.

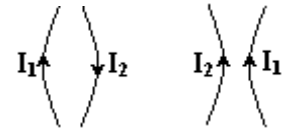
- Magnit maydonni harakatdagi zaryad yoki elektr toki hosil qiladi.
- Magnit maydoni harakatlanayotgan zaryadlangan zarraga yoki tokli o'tkazgichga ta'sir qiladi. Harakatsiz zaryadga ta'sir qilmaydi.
- Magnit maydonini magnit maydon induksiya vektori \vec{B} harakterlaydi. Induksiya vektorining boshi va oxiri bo'lmaydi. Magnit kuch chiziqlari yopiq konturdan iboratdir, shuning uchun magnit maydoni uyurmaviy maydondir.
- Magnit maydonining 2 ta qutubi bo'ladi, S–janubiy, N–shimoliy qutb. Induksiya vektori N qutbdan chiqib S qutibga kiradi.



- Tokning magnit maydon induksiya vektori parma qoidasi asosida topiladi.



- Bir xil qutibli magnitlar itarishadi, har xil qutibli magnitlar tortishadi.
- Bir xil yo'nalishdagi parallel toklar tortishadi, har xil yo'nalishdagi parallel toklar itarishadi.



- Yerning magnit qutbi va geografik qutbi ustma– ust tushmaydi.
- Yerning magnit qutbida B vektor gorizonga perpendikulyar yo'nalishda joylashadi, magnit ekvatorida esa gorizonga nisbatan parallel yo'nalishda joylashadi.
- Tokli yassi konturining magnit momenti – p

$$P_m = I \cdot S \cdot n; \quad P_m = I \cdot S \quad [P] = A \cdot m^2$$

I– konturdagi tok kuchi, S– kontur yuzi, n– kontur tekisligiga o'tkazilgan birlik vektor, p– magnit mamenti, $[p]=A \cdot m^2$;

- Bir jinsli magnit maydondagi tokli yassi konturga ta'sir etuvchi kuch momenti:

$$M = I \cdot S \cdot B \cdot \sin \alpha; \quad M = P_m B \sin \alpha;$$

α – B vektor bilan tekislikka o'tkazilgan perpendikulyar orasidagi burchak.

- Amper qonuni yoki amper kuchi tokli o'tkazgichning l uzunlikli to'g'ri qismiga magnit maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch– F_A

$$F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha;$$

B– magnit maydon induksiya vektori, α – tok yo'nalishi va induksiya vektori orasidagi burchak.

- Ikki parallel cheksiz uzun tokli o'tkazgichlarning l uzunligiga to'g'ri keladigan o'zaro ta'sir kuchi:

$$F = \frac{\mu_0 \mu \cdot l_1 \cdot l_2}{2\pi \cdot r} \cdot I \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} N / A^2 \text{—magnit doimiysi, } \mu \text{— o'tkazgichlar}$$

orasidagi muhitning magnit sindiruvchanligi, r– o'tkazgichlar orasidagi masofa.

- Bir jinsli muhitda magnit induksiya: $B = \mu \cdot B_0$;
 μ – ning magnit singdiruvchanligi, B_0 – vakumda magnit induksiya.

• **Magnit maydon induksiya vektorining son qiymatini topish.**

$$B = \frac{M}{I \cdot S \cdot \sin \alpha}; \quad B = \frac{M}{P_m \cdot \sin \alpha}; \quad B = \frac{F}{I \cdot l \cdot \sin \alpha}$$

- Agar B vektori ramka tekisligiga tik ya'ni $\alpha = 90^\circ$ ga teng bo'lsa,

$$B = \frac{M}{IS}; \quad B = \frac{M}{p_m}; \quad B = \frac{F}{I \cdot l};$$

- To'g'ri tok maydonining magnit induksiya:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi \cdot r}$$

r – o'tkazgichdan berilgan nuqtagacha bo'lgan masofa

- Aylana shakldagi tokli o'tkazgich markazida

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2R};$$

R – aylana radiusi.

- N ta o'ramga ega bo'lgan tokli g'altak markazida:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{l} \cdot N; \quad B = \mu_0 \mu I n; \quad n = N/l - \text{uzunlik } (l) \text{ birligidagi o'ramlar soni.}$$

- Tokli toroid (markazlari aylana bo'ylab joylashgan bir xil aylana shakldagi o'tkazgichlar tizimi)ning magnit maydon induksiya:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi \cdot R} N; \quad N - \text{toroiddagi o'ramlar soni, } R - \text{toroid o'qining egrlik radiusi.}$$

• **Magnit maydon superpozitsiya prinsipi:**

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots + \vec{B}_N$$

- Magnit induksiya vektori bir xil yo'nalishga ega bo'lsa: $B = B_1 + B_2$;
- Magnit induksiya vektorlari qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lsa: $B = B_1 - B_2$;
- Magnit induksiya vektorlari perpendikulyar bo'lsa: $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$;
- Magnit induksiya vektorlari o'zaro α burchak ostida joylashgan bo'lsa:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1 B_2 \cos \alpha};$$

- Magnit maydon induksiya B bilan kuchlanganlik H orasidagi munosabat,

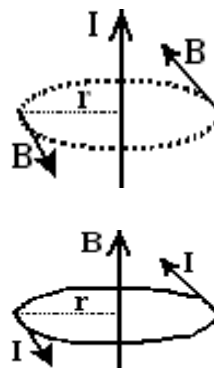
$$B = \mu_0 \mu H; \quad H = \frac{B}{\mu_0 \mu};$$

62. LORENS KUCHI

- **Lorens kuchi** – magnit maydonida v tezlik bilan harakatlanayotgan q zaryadli zarrachaga maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchdir.

$$F_L = qvB \sin \alpha; \quad \alpha - v \text{ va } B \text{ vektorlari orasidagi burchak.}$$

- **Musbat ishorali zaryadga ta'sir qiluvchi Lorens kuchining** yo'nalishi chap qo'l qoidasi asosida topiladi. Chap qo'lning to'rt barmog'i tezlik vektori (v) bo'yicha yo'naltiriladi, induksiya vektori (B) kaftga kiradi. U holda bosh barmoq yo'nalishi Lorens kuchining yo'nalishini ko'rsatadi. **Manfiy zaryadga ta'sir qiluvchi Lorens kuchining** yo'nalish musbat zaryadga nisbatan qarama-qarshi yo'nalishda bo'ladi.
- Lorens kuchi ish bajarmaydi. Lorens kuchini bajargan ishi nolga teng.



- Lorens kuchi tezlik vektorining yo'nalishini o'zgartiradi. Son qiymatini esa o'zgartirmaydi.
- Bir jinsli magnit maydoniga tik (perpendikulyar) ravishda v tezlik bilan uchib kirgan q zaryadli zarracha Lorens kuchi ta'sirida aylana trayektoriya bo'ylab harakat qiladi, aylana radiusi R , aylanish davri T quyidagicha topiladi.

$$R = \frac{m \cdot v}{qB}; \quad T = \frac{2\pi \cdot m}{qB};$$

- Zaryad potentsiallar farqi U ga teng bo'lgan tezlatuvchi elektr maydonidan o'tib magnit maydoniga tik ravishda uchib kirsam,

$$R = \sqrt{\frac{2m}{qB^2}} U;$$

- Aylana radiusi R ning zaryadning kinetik energiyasi E_k ga bog'liqligi:

$$R = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qB};$$

- Bir jinsli magnit maydoniga induksiya B vektoriga nisbatan α burchak ostida v tezlik bilan uchib kirgan q zaryadli zarracha spiral (vintsimon) trayektoriya bo'ylab harakat qiladi, spiral aylanasi radiusi R quyidagicha topiladi:

$$R = \frac{mv \cdot \sin \alpha}{qB};$$

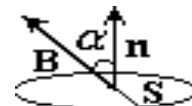
- Spiral qadamining uzunligi Δl : $\Delta l = \frac{2\pi m}{qB} \cdot v \cos \alpha$
- Induksiya vektoriga **parallel uchib kirgan zaryadga Lorens kuchi tasir qilmaydi**, zaryad o'zgarmas tezlik bilan to'g'ri chiziqli trayektoriya bo'ylab tekis harakat qiladi.

63. MAGNIT OQIMI. AMPER KUCHINING BAJARGAN ISHI.

- **Magnit oqimi** – $\Phi ([\Phi] = Vb)$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha,$$

S – kontur yuzi, α – yuzaga o'tkazilgan normal bilan induksiya vektor (B), orasidagi burchak.



- Induksiya vektor kontur tekisligiga perpendikulyar bo'lsa, magnit oqimi maksimal bo'ladi.

$$\Phi = B \cdot S$$

- Induksiya vektor kontur tekisligiga parallel bo'lsa magnit oqimi nolga teng bo'ladi. $F=0$
- I tokli to'g'ri o'tkazgich magnit maydonida Δx ga ko'chirilganda Amper kuchining bajargan ishi:

$$A = \Phi \cdot \Delta x; \quad A = I \cdot B \cdot l \cdot \Delta x \cdot \sin \alpha; \quad \alpha - \text{tok yo'nalishi va } B \text{ vektor orasidagi burchak}$$

- I tokli kontur magnit maydoniga ko'chirilganda Amper kuchining bajargan ishi

$$A = I \cdot (\Phi_1 - \Phi_2) = I \cdot \Delta \Phi$$

64. ELEKTROMAGNIT INDUKSIYA

- Berk kontur yuzini kesib o'tuvchi magnit oqimi vaqt o'tishi bilan o'zgarsa konturda elektr toki hosil bo'ladi. Bu tokka induksion tok deyiladi. Bu jarayonga elektromagnit induksiya hodisasi deyiladi.

• **Elektromagnit induksiya qonuni:** Berk kontur yuzasini kesib o'tuvchi magnit maydon oqimining vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi modul bo'yicha konturda hosil bo'luvchi induksion elektr yurituvchi kuchiga-EYuK (ε) ga teng ($[\varepsilon] = V$).

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}; \quad \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} - \text{magnit oqimining o'zgarish tezligi.}$$

• **Lens qoidasi:** Berk konturda hosil bo'luvchi induksion tok shunday yo'nalganki, u o'zini hosil qiluvchi tashqi maydon oqimining o'zgarishiga to'sqinlik qiladi. Agar tashqi maydon oqimi ortayotgan bo'lsa, induksion tokning oqimi uni kamaytirishga intiladi, agar kamayayotgan bo'lsa, uni oshirishga intiladi.

• O'ramlar soni N ta bo'lgan konturda hosil bo'luvchi induksiya-EYuK:

$$\varepsilon_i = N\varepsilon_i = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t};$$

• Agar kontur(ramka) yuzasi o'zgaras bo'lsa: $\varepsilon_i = -S \frac{\Delta B}{\Delta t}; \quad \varepsilon_i = -N \cdot S \frac{\Delta B}{\Delta t};$

• Magnit oqimining o'zgarish tezligi $\Delta\Phi / \Delta t$ - bo'yicha g'altakdagi o'ramlar sonini topish;

$$N = \frac{\varepsilon_i}{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$$

• Bir jinsli magnit maydonida v - tezlik bilan harakatlanayotgan l uzunlikdagi o'tkazgichda yuzaga keluvchi induksion -EYuK (ε):

$$\varepsilon_i = \omega NBS \sin(\omega t); \quad \varepsilon_i = 2\pi v NBS \sin(\omega t);$$

• Induksiya-EYuK ning maksimal qiymat ε_{i0} ni topish:

$$\varepsilon_i = \omega NBS; \quad \varepsilon_i = 2\pi v NBS; \quad \varepsilon_i = \frac{2\pi}{T} NBS$$

• Qarshiligi R ga teng bo'lgan o'tkazgichli konturda yuzaga keluvchi induksion tokni topish:

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}; \quad I_i = \frac{1}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}; \quad I_i = \frac{N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t};$$

• Magnit maydonida induksiya vektori B ga nisbatan tik ravishda v tezlik bilan harakat qilayotgan to'g'ri o'tkazgichdagi induksion tok: $I_i = \frac{vBS}{\rho}$

ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi. S - o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi.

• Kontur orqali oqayotgan tok shu kontur yuzasi orqali o'tuvchi magnit oqimi Φ ni hosil qiladi, bu oqim konturdagi tok kuchiga to'g'ri proporsional: $\Phi = L \cdot I$
 L - konturning induktivligi. Induktivlik konturning geometrik o'lchamlariga va muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liq bo'lgan kattalikdir.

65. O'ZINDUKSION EYuK

• Yopiq kontur orqali o'tayotgan tokning magnit oqimi konturdagi tok kuchiga to'g'ri proporsional: $\Phi = L \cdot I$; L - konturning induktivligi.

• kontur orqali o'tayotgan tok hosil qilayotgan magnit oqimining o'zgarish tezligiga son jihatdan teng bo'lgan kattalikka o'zinduksion elektr yurituvchi kuchi deyiladi:

$$\varepsilon_{i.o'z} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}; \quad \varepsilon_{i.o'z} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}; \quad \varepsilon_{i.o'z} = \omega L I_0 \sin(\omega t)$$

• Konturdagi tok o'zgaras bo'lsa o'zinduksion elektr yurituvchi kuchi nolga teng.

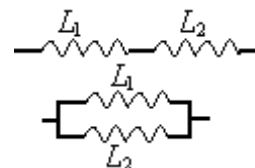
- G'altakda o'zinduksion EYuK ning maksimal qiymati: $\varepsilon_{i0} = \omega LI_0$
- G'altak (solenoid)ning induktivligi-L: $L = \frac{\mu_0 \mu N^2 S}{l}$; $L = \frac{\mu_0 \mu N^2 V}{l^2}$;

Bu yerda N-o'ramlar soni, S- kondalang kesim yuzasi, l-uzunligi, V-g'altakning hajmi, μ – g'altak ichidagi o'zakning magnit singdiruvchanligi.

• Induktivliklarni ulash:

1)ketma-ket ulash: $L = L_1 + L_2$

2)Induktivliklarni parallel ulash: $\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$ yoki $L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$



- Tokli g'altakning magnit maydon energiyasi-W:

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2}; \quad W = \frac{\Delta \Phi \cdot I}{2}; \quad W = \frac{\Delta \Phi^2}{2L};$$

- Magnit maydon energiyasi zichligi – $\varpi (J/m^2)$: $\varpi = \frac{\Delta W}{\Delta V}$; $\varpi = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu}$; $\varpi = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2}$;

- Magnit singdiruvchanligi μ ning qiymatiga qarab moddalar uch turga bo'linadi:

1) $\mu \leq 1$ – **diamagnetiklar**-tashqi magnit maydonni susaytiradi. Masalan:azot, geliy, kumush, qo'rg'oshin, kvars..... Vismut uchun $\mu = 0,999$

2) $\mu \geq 1$ – **paramagnetiklar**-tashqi magnit maydonni salgina kuchaytiradi: Platina $\mu = 1,00036$ Suyuq kislorod $\mu = 1,00034$,

3) $\mu \gg 1$ – **ferromagnetiklar**-tashqi magnit maydonni ko'p marta kuchaytiradi. Masalan: kislorod, temir, nikel, kobalt, po'lat,.. Ferromagnetiklar qoldiq magnetizmga ega bo'ladi.

- Kyuri temperaturasida moddalar ferromagnetik xususiyatini yo'qotib paramagnetik bo'lib qoladi:

66. ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLAR

- Zanjirda zaryad miqdorining, yoki tok kuchining yoki kuchlanishning davriy ravishda o'zgarib turishiga elektromagnit tebranish deyiladi.

- Elektromagnit tebranish **sinus** yoki **cosinus** qonuniga bo'ysinsa garmonik tebranish deyiladi.

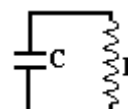
- Elektromagnit tebranish jarayonida elektr maydon energiyasining magnit maydon energiyasiga va aksincha magnit maydon energiyasining elektr maydon energiyasiga davriy ravishda aylanib turishi kuzatiladi.

- Elektromagnit tebranishda elektr maydon energiyasining maksimal qiymati magnit maydon energiyasining maksimal qiymatiga teng bo'ladi: $W_{elek}^{max} = W_{magn}^{max}$

- So'nmas elektromagnit tebranishlar jarayonida elektromagnit maydonning to'la energiyasi o'zgarmasdan saqlanadi va u elektr maydon energiyasining eng katta (maksimal) qiymatiga yoki magnit maydon energiyasining eng katta (maksimal) qiymatiga teng bo'ladi:

$$W^{to'la} = W_{elek}^{max} = W_{magn}^{max} = const; \quad W^{to'la} = W_{elek} + W_{magn} = const;$$

- Kondensator(C) va g'altak(L)dan tashkil topgan zanjirga tebranish konturi deyiladi:



• Elektromagnit tebranishlar kondensator va g'altakdan iborat berk zanjirda hosil bo'ladi. Kondensatorda elektr maydon energiyasi g'altakda esa magnit maydon energiyasi hosil bo'ladi.

• Tebranish konturida elektr maydon energiyasining maksimal qiymati:

$$W_{elek}^{max} = \frac{q_0^2}{2C}; \quad W_{elek}^{max} = \frac{CU_0^2}{2}; \quad W_{elek}^{max} = \frac{qU_0}{2}; \quad W_{elek}^{max} = \frac{LI_0^2}{2}$$

q_0 – kondensatordagi zaryadning maksimal yoki amplituda qiymati, U_0 – kondensatordagi kuchlanishning maksimal yoki amplituda qiymati, I_0 – g'altakdagi tok kuchining maksimal yoki amplituda qiymati. L-induktivlik, C-sig'im.

• Tebranish konturida magnit maydon energiyasining maksimal qiymati:

$$W_{magnit}^{max} = \frac{q_0^2}{2C}; \quad W_{magnit}^{max} = \frac{CU_0^2}{2}; \quad W_{magnit}^{max} = \frac{qU_0}{2}; \quad W_{magnit}^{max} = \frac{LI_0^2}{2}$$

• Tebranish konturi uchun Tomson tenglamasi: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

• Tebranish davrini topish: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\mu_0\mu N^2 S}{l} \cdot C}; \quad T = 2\pi\sqrt{L \cdot \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}}$

• Tebranish chastotasi – ν va siklik chastotasi – ω :

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{l}{\mu_0\mu N^2 S \cdot C}}; \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{d}{\varepsilon_0\mu S \cdot L}} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{l}{\mu_0\mu N^2 S \cdot C}};$$

$$\omega = \sqrt{\frac{d}{\varepsilon_0\mu S \cdot L}}$$

• Tebranish konturida zaryad va tok kuchining o'zgarish qonunlari:

$$q = q_0 \sin(\omega t + \varphi_0); \quad i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_0); \quad q = q_0 \sin(2\pi\nu \cdot t + \varphi_0); \quad i = I_0 \cos(2\pi\nu \cdot t + \varphi_0);$$

$$q = q_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right); \quad i = I_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right); \quad q = q_0 \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot t + \varphi_0\right); \quad i = I_0 \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot t + \varphi_0\right);$$

φ_0 – boshlang'ich faza.

• t vaqtdagi tebranish fazasini topish: $\varphi = \omega t + \varphi_0$ yoki $\varphi = 2\pi\nu \cdot t + \varphi_0$

• Kondensator zaryadining maksimal qiymatini topish:

$$q_0 = I_0\sqrt{LC}; \quad q_0 = \frac{T}{2\pi}I_0; \quad q_0 = \frac{I_0}{\omega}; \quad q_0 = \frac{I_0}{2\pi\nu}; \quad q_0 = \frac{LI_0^2}{U_0}; \quad q_0 = \sqrt{2CW^{max}};$$

• Kondensatordagi kuchlanishning maksimal qiymatini topish:

$$U_0 = \omega LI_0; \quad U_0 = 2\pi\nu LI_0; \quad U_0 = \frac{2\pi LI_0}{T}; \quad U_0 = I_0 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}; \quad U_0 = \frac{LI_0^2}{q_0}; \quad U_0 = \sqrt{\frac{2W^{max}}{C}}$$

• G'altakdagi tok kuchining maksimal qiymatini topish:

$$I_0 = \frac{q_0}{\sqrt{LC}}; \quad I_0 = U_0 \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}; \quad I_0 = \sqrt{\frac{q_0 U_{0C}}{L}}; \quad I_0 = \omega q_0; \quad I_0 = 2\pi\nu q_0; \quad I_0 = \frac{2\pi \cdot q_0}{T}$$

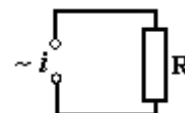
67. O'ZGARUVCHAN ELEKTR TOKI

• Tok kuchi sin yoki cos qonuni bo'yicha o'zgarayotgan bo'lsin:

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_0); \quad i = I_0 \cos(2\pi\nu \cdot t + \varphi_0); \quad i = I_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right);$$

• O'zgaruvchan tok zanjirida resistor-R, aktiv qarshilik

$$i = I_0 \cos \omega t; \quad u = U_0 \cos \omega t; \quad p = I_0 U_0 \cos^2 \omega t$$



Bu yerda, i va u - tok kuchi va kuchlanishning oniy qiymati, I_0 va U_0 tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymati, p -quvvatning oniy qiymati.

• R-zanjirning aktiv qarshiligi: $R = \frac{u}{i}; \quad R = \frac{U_0}{I_0}$

• Samarador (effektiv yoki tasir etuvchi) qiymatlar:

$$I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}; \quad I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}; \quad U_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}; \quad U_{eff} = I_{eff} \cdot R$$

• Ampermetr va voltmeter tok kuchi va kuchlanishning samarador qiymatlarini ko'rsatadi.

• Tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlari:

$$I_0 = \sqrt{2} \cdot I_{eff}; \quad I_0 = \frac{U_0}{R}; \quad U_0 = \sqrt{2} \cdot U_{eff}; \quad U_0 = I_0 \cdot R$$

• Aktiv qarshilikda tok kuchi va kuchlanish bir xil fazada tebranadi, fazalar farqi nolga teng: $\Delta\varphi = 0$

• Tok kuchi va kuchlanishning oniy qiymati davrning 1/8 qismida tasir etuvchi qiymatiga teng bo'ladi: $t = T/8$ bo'lsa $i = I_{eff}; \quad u = U_{eff}$

• Aktiv qarshilikda o'zgaruvchan quvvatining o'rtacha qiymatini topish:

$$P_{o'rt} = \frac{I_0 U_0}{2}; \quad P_{o'rt} = \frac{I_0^2 R}{2}; \quad P_{o'rt} = \frac{U_0^2}{2R}; \quad P_{o'rt} = I_{eff} U_{eff};$$

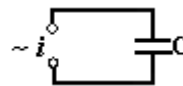
• Aktiv qarshilikda o'zgaruvchan tokning bajargan ishini topish:

$$A = I_{eff} U_{eff} t; \quad A = I_{eff}^2 R \cdot t; \quad A = \frac{U_{eff}^2}{R} t; \quad A = \frac{I_0 U_0}{2} t; \quad A = \frac{I_0^2}{2} R \cdot t; \quad A = \frac{U_0^2}{2R} t;$$

• Aktiv qarshilikdan o'zgaruvchan tok o'tganda ajralib chiqqan **issiqlik miqdori**:

$$Q = I_{eff} U_{eff} t; \quad Q = I_{eff}^2 R \cdot t; \quad Q = \frac{U_{eff}^2}{R} t; \quad Q = \frac{I_0 U_0}{2} t; \quad Q = \frac{I_0^2}{2} R \cdot t; \quad Q = \frac{U_0^2}{2R} t;$$

• O'zgaruvchan tok zanjirida kondensator-C



$$u = U_0 \cos \omega t; \quad i = -I_0 \sin \omega t = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right); \quad p = -\frac{I_0 U_0}{2} \sin(2\omega t); \quad P_{o'rt} = 0$$

i-tok kuchining oniy qiymati, **u**-kuchlanishning oniy qiymati, p -quvvatning oniy qiymati.

• Kondensatorda quvvat ajralmaydi. $P_{o'rt} = 0$

• Kondensatorda kuchlanish tok kuchidan $\pi/2$ faza orqada qoladi. Fazalar farqi- $\Delta\varphi = \pi/2$

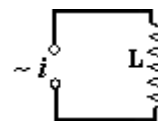
• Kondensatorning sig'im qarshiligi- X_C : $X_C = \frac{1}{\omega C}; \quad X_C = \frac{1}{2\pi\nu C}; \quad X_C = \frac{T}{2\pi C};$

• Tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlarini topish:

$$I_0 = \frac{U_0}{X_C}; \quad I_0 = \omega C U_0; \quad I_0 = 2\pi\nu C U_0; \quad I_0 = \frac{2\pi C U_0}{T};$$

$$U_0 = I_0 X_C; \quad U_0 = \frac{I_0}{\omega C}; \quad U_0 = \frac{I_0}{2\pi\nu C}; \quad U_0 = \frac{I_0 T}{2\pi C}$$

• O'zgaruvchan tok zanjirida induktivlik-L.



$$u = U_0 \cos \omega t; \quad i = I_0 \sin \omega t = I_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right);$$

$$p = \frac{I_0 U_0}{2} \sin(2\omega t); \quad P_{o'rt} = 0 \quad \textbf{i-tok kuchining oniy qiymati, u-}$$

kuchlanishning oniy qiymati, p-quvvatning oniy qiymati

• **G'altakda quvvat ajralmaydi.** $P_{o'rt} = 0$

• **G'altakda** kuchlanish tok kuchidan $\pi/2$ faza oldinda yuradi. Fazalar farqi- $\Delta\varphi = \pi/2$

• G'altakning induktiv qarshiligi – X_L : $X_L = \omega L$; $X_L = 2\pi\nu L$; $X_L = \frac{2\pi L}{T}$

• G'altakda o'zinduksiya EYuK ning maksimal qiymati: $\varepsilon_{i0} = \omega LI_0$

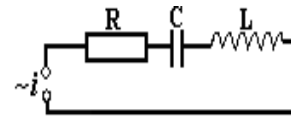
• Tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlarini topish:

$$I_0 = \frac{U_0}{X_L}; \quad I_0 = \frac{U_0}{\omega L}; \quad I_0 = \frac{U_0}{2\pi\nu L}; \quad I_0 = \frac{U_0 T}{2\pi L};$$

$$U_0 = I_0 X_L; \quad U_0 = \omega LI_0; \quad U_0 = 2\pi\nu LI_0; \quad U_0 = \frac{2\pi LI_0}{T}$$

• Ketma-ket ulangan **resistor, kondensator va g'altakdan** iborat o'zgaruvchan tok zanjiri.

$$u = U_0 \cos \omega t; \quad i = I_0 \cos(\omega \cdot t + \varphi);$$



• φ tok kuchi va kuchlanish tebranishlari orasidagi fazalar farqi:

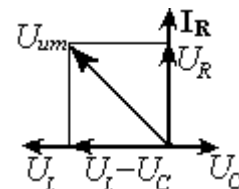
$$\varphi = \arctan \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}; \quad \varphi = \arctan \frac{X_L - X_C}{R}; \quad \varphi = \arccos \frac{R}{Z}; \quad \varphi = \arccos \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}}$$

1) $X_L > X_C$ -g'altakning induktiv qarshiligi kondensatorning sig'im qarshiligidan katta bo'lsa, $\varphi > 0$ bo'ladi va kuchlanish faza bo'yicha tok kuchidan oldinda bo'ladi:

2) $X_L < X_C$ -g'altakning induktiv qarshiligi kondensatorning sig'im qarshiligidan katta bo'lsa, $\varphi < 0$ bo'ladi va tok kuchi faza bo'yicha kuchlanishdan oldinda bo'ladi:

• **Kuchlanish vektor diagrammasi:**

$I_{um} = I_R = I_C = I_L$ - umumiy tok qarshilik, g'altak va kondensator dagi tokka teng. U_L – g'altakdagi kuchlanish, U_C – kondensatordagi kuchlanish



• U_{um} – zanjirdagi umumiy kuchlanish: $U_{um} = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$

1) Agar zanjirdagi aktiv qarshilik $R=0$ bo'lsa: $U_{um} = U_L - U_C$

2) Agar zanjirdagi kondensator bo'lmasa $X_C = 0$: $U_{um} = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$

3) Agar zanjirdagi g'altak bo'lmasa $X_L = 0$: $U_{um} = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$

• O'zgaruvchan tok zanjirining to'la qarshiligi:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}; \quad Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}; \quad Z = \frac{U_0}{I_0}; \quad Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$$

• Tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlarini topish:

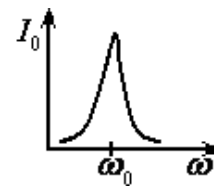
$$I_0 = \frac{U_0}{Z}; \quad I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}; \quad U_0 = I_0 \cdot Z; \quad U_0 = I_0 \cdot \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2};$$

• Tok kuchi va kuchlanishning samarador (effektiv) qiymati:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z}; \quad I_{eff} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}; \quad U_{eff} = I_{eff} \cdot Z; \quad U_{eff} = I_{eff} \cdot \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2};$$

• O'zgaruvchan tok zanjirida REZONANS.

O'zgaruvchan tok zanjirida tokning o'zgarish chastotasi konturning xususiy tebranish chastotasiga teng bo'lganida zanjirdagi tok kuchining keskin ortib ketishiga o'zgaruvchan tok zanjiridagi **rezonans** deyiladi.



Rezonans sharti: $Z = R$;

$\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 = 0$ yoki $X_L = X_C$; $U_L = U_C$; bo'lganida rezonans yuz beradi.

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}; \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}};$$

ω_0 – rezonans paytidagi siklik chastota, ν_0 – rezonans paytidagi chastota.

Rezonansda tok kuchi va kuchlanish fazalari farqi nolga teng: $\Delta\varphi = \varphi_{tok} - \varphi_{kuchlan} = 0$

Rezonansda quvvat ko'effitsiyenti 1 ga teng: $\cos\varphi = 1$

• O'zgaruvchan tokning quvvati:

$$P = I_R U_R; \quad P = I_{eff} U_{eff} \cdot \cos\varphi; \quad P = \frac{I_0 U_0}{2} \cos\varphi;$$

• **Quvvat ko'effitsiyenti** deb $\cos\varphi$ ga aytiladi, φ -tok kuchi va kuchlanish larning fazalar farqi:

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}; \quad \cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}};$$

• Zanjirda yo'qotilgan quvvat:

$$\Delta P = \frac{P^2}{U^2 \cos^2\varphi}; \quad \Delta P = \frac{2\rho P^2 l}{S U^2 \cos^2\varphi}; \quad k = \frac{2\rho P^2}{\cos^2\varphi}; \quad \Delta P = k \frac{l}{S U^2};$$

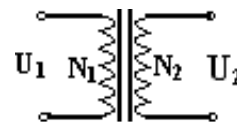
S - simning ko'ndalang kesim yuzi, l - simning uzunligi, ρ - solishtirma qarshilik

• Kondensator va g'altakda quvvat ajralmaydi, shu sababli ularga reaktiv qarshiliklar deyiladi. Rezistorda esa quvvat ajraladi, shu sababli rezistorga aktiv qarshilik deb ataladi.

• Zanjirdagi to'la quvvat aktiv qarshilikdagi quvvatga teng bo'ladi.

68. TRANSFORMATOR

Transformator o'zaro induktiv bog'langan ikkita g'altakdan tashkil topgan qurilmadir.



• O'zgaruvchan tok kuchining yoki kuchlanishning qiymatlarini o'zgartirish maqsadida ishlatiladi.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}; \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}; \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1};$$

• Transformatorlarda kuchlanish **n** marta oshirilsa tok kuchi **n** marta kamayadi, va aksincha kuchlanish **n** marta kamaytirilsa tok kuchi **n** marta ortadi.

• Transformatorning transformatsiya ko'effitsiyenti (k) deb birlamchi cho'lg'amidagi kuchlanish qiymatining ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish qiymatiga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$k = \frac{U_1}{U_2}; \quad k = \frac{N_1}{N_2}; \quad k = \frac{I_2}{I_1};$$

• $k > 1$ bo'lsa transformator **pasaytiruvchi**, $k < 1$ bo'lsa transformator **kuchaytiruvchi** deyiladi.

• Transformator cho'lgamlaridagi quvvat: $P_1 = I_1 U_1$; $P_2 = I_2 U_2$;

• Transformatorning foydali ish koeffitsiyenti: $\eta = \frac{P_2}{P_1}$; $\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$

• **Elektr energiyasini uzoq masofaga uzatishda** energiya sarfini kamaytirish maqsadida transformator yordamida o'zgaruvchan tokning kuchlanishi oshirilib tok kuchi kamaytiriladi.

• **Uzatish liniyasida** energiya sarfi Joul-Lens qoidasiga muvofiq quyidagicha: $W = I^2 R \cdot t$ I-liniyadagi tok kuchi, R-liniyaning aktiv qarshiligi, t-tokning o'tish vaqti.

1) Uzatish liniyasida tok kuchi **n** marta kamaytirilsa **energiya sarfi** n^2 marta kamayadi.

2) Uzatish liniyasida tok kuchi **n** marta oshirilsa **energiya sarfi** n^2 marta oshadi.

3) Uzatish liniyasida kuchlanish **n** marta oshirilsa **energiya sarfi** n^2 marta kamayadi.

4) Uzatish liniyasida kuchlanish **n** marta kamaytirilsa **energiya sarfi** n^2 marta ortadi.

5) Energiya sarfini **n** marta kamaytirish uchun kuchlanishni \sqrt{n} marta oshirish kerak.

• **Elektr energiyasi** o'zgarmas magnit maydonida aylanma harakat qilayotgan ramkada hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan elektr energiyasi kuchlanishining o'zgarish qonuni:

$$u = k \cdot \omega \cdot N \cdot B \cdot S \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t); \quad u = 2\pi \cdot k \cdot v \cdot N \cdot B \cdot S \cdot \sin(2\pi \cdot k \cdot v \cdot t);$$

k-juft magnit qutblarining soni, ω – ramkaning burchak tezligi, N-ramkadagi o'ramlar soni, B-magnit qutblari hosil qilayotgan magnit maydonning induksiya vektori, S-

ramkaning yuzasi: $k = \frac{\omega_{tok}}{\omega_{ramka}}$

• Hosil bo'layotgan kuchlanishning amplituda (maksimal) qiymati: $U_0 = k \cdot \omega \cdot N \cdot B \cdot S$

• Agar magnit maydonini 1 juft magnit qutblari hosil qilsa tokning o'zgarish chastotasi ramkaning aylanish chastotasiga teng bo'ladi. Juft magnit qutblarini k marta oshirsak tokning o'zgarish chastotasi ham k marta ortadi, kuchlanishning amplituda qiymati ham k marta ortadi.

69. ELEKTROMAGNIT TO'LQINLAR

• Fazoda o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarining tarqalishiga **elektromagnit to'lqin** deyiladi.

• Zaryad tezlanish bilan harakat qilganida, tebranganida va aylana traektoriya bo'ylab harakat qilganida o'zidan elektromagnit to'lqin nurlantiradi. Zaryad to'g'ri chiziqli tekis harakat qilganida, tinch turganida o'zidan elektromagnit to'lqin nurlantirmaydi.

• Elektromagnit to'lqin ko'ndalang to'lqindir. Elektromagnit to'lqin qutblanish xossasiga ega. Uning vakuumdagi tarqalish tezligi $v = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ga teng.

• Elektromagnit to'lqinning muhitdagi tarqalish tezligi: $v = \frac{c}{n}$; $v = \sqrt{\epsilon \mu}$

n – muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi, ϵ – muhitning dielektrik singdiruvchanligi, μ – muhitning magnit singdiruvchanligi.

• Elektromagnit to'lqin bir muhitdan boshqa muhitga o'tganda **chastotasi o'zgarmaydi, tezligi, to'lqin uzunligi, intensivligi o'zgaradi**.

- Elektromagnit to'liqning absolyut sindirish ko'rsatkichi- n bo'lgan muhitdagi to'liq uzunligi $-\lambda$:

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}; \quad \lambda = \frac{c}{n \cdot \nu};$$

λ_0 – elektromagnit to'liqning vakuumdagi to'liq uzunligi.

- Elektromagnit to'liqning absolyut sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhitdan sindirish ko'rsatkichi katta bo'lgan muhitga o'tganida tezligi va to'liq uzunligi kamayadi. Aksincha ortadi.
- Elektromagnit to'liqning tarqalish tezligi $-\nu$, to'liq uzunligi- λ , chastotasi- ν va davri- T orasidagi munosabatlar:

$$\nu = \lambda \cdot \nu; \quad \nu = \frac{\lambda}{T}; \quad \nu = \frac{\lambda \omega}{2\pi}; \quad \lambda = \frac{\nu}{\nu}; \quad \lambda = \nu \cdot T; \quad \lambda = \frac{2\pi \nu}{\omega}; \quad \nu = \frac{\nu}{\lambda}; \quad \nu = \frac{1}{T}; \quad \nu = \frac{\omega}{2\pi};$$

- l uzunlikdagi masofada joylashadigan λ to'liq uzunliklari soni N ni topish:

$$N = \frac{l}{\lambda}; \quad N = \frac{l\nu}{c}; \quad N = \frac{L \cdot \nu \cdot n}{c}; \quad \lambda = \frac{l}{N};$$

- Elektromagnit to'liq uzunligi λ va tebranish konturidagi g'altak induktivligi L , kondensator sig'imi C orasidagi munosabatlar (kichik c yorug'lik tezligi):

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}; \quad \lambda = 2\pi c \sqrt{l \cdot \frac{\epsilon \epsilon S}{d}}; \quad \lambda = 2\pi c \sqrt{\frac{\mu_0 \mu N^2 S}{l} \cdot C}$$

- To'liq uzunligi bo'yicha g'altak induktivligi L va kondensator sig'imi C larni topish :

$$L = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 \cdot C}; \quad \lambda = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 \cdot C};$$

- To'liq uzunligi kondensator sig'imi (C) va g'altak induktivligi (L)ga bog'liqligi;

$$1) \text{ G'altak induktivligi o'zgarmas bo'lganda } L=\text{const}; \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{c_2}{c_1}}; \quad \frac{c_2}{c_1} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2;$$

$$2) \text{ Kondensator sig'imi o'zgarmas bo'lganda } C=\text{const}; \quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}; \quad \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2;$$

$$3) \text{ Induktivlik va sig'imlar o'zgaruvchan bo'lgan holda : } \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}};$$

- To'liq fronti deb bir xil fazada tebranayotgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi .
- Chastotalari bir xil , fazalar farqi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan to'liqlarga kogrent to'liqlar deyiladi.

- To'liqlarning fazalar farqi bo'yicha yo'llar faqini topish:

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

- To'liqlarning yo'llar farqi bo'yicha fazalar farqini topish:

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

- Elektromagnit maydon energiyasining tarqalish yo'nalishi elektromagnit to'liqning tarqalish yo'nalishini bildiradi.

- Elektromagnit to'liqning tarqalish yo'nalishini aniqlash. Parma dastasini \vec{E} vektoridan \vec{B} vektoriga tomon kichik burchak bo'ylab aylantirsak, parma uchining yo'nalishi to'liq

tarqalish yo'nalishi, ya'ni to'lqin tezligi \vec{v} vektorining yo'nalishini ko'rsatadi. \vec{E} , \vec{B} va \vec{v} vektorlari o'zaro perpendikulyardir, yani $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{v}$

• Elektromagnit to'lqin tarqalish tezligi \vec{E} va \vec{B} vektorlari orqali topish: $v = \frac{E}{B}$

• Radiolakatarning ob'ektni sezish uzoqligini topish:

1) Lakatordagi ketma-ket impulslar oralig'idagi vaqt t ga teng bo'lsa, ya'ni, yuborilgan signal t vaqtda qabul qilingan bo'lsa. $S = \frac{ct}{2}$

2) t vaqtda lokatordan N ta impuls chiqarilayotgan bo'lsa: $S = \frac{ct}{2N}$

• Radio to'lqinlarining energiyasi va intensivligi to'lqin chastotasining kvadratiga proporsional:

$$W \sim v^2; \quad I \sim v^2$$

• Elektromagnit to'lqin intensivligi (I) to'lqinning energiya zichligi ϖ ga proporsional:

$$I = \varpi \cdot c; \quad \varpi = \frac{W}{V}$$

70. OPTIKA.GEOMETRIK OPTIKA.

- Yorug'lik nuri bu yorug'lik energiyasi tarqaladigan chiziqdır.
- Yorug'lik bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi.
- Bir jinsli muhit deb barcha nuqtalarida sindirish ko'rsatkichi bir xil ($n=\text{const}$) bo'lgan muhitga aytiladi.
- Sindirish ko'rsatkichi har xil bo'lgan muhitda yorug'lik egri chiziq bo'ylab tarqaladi.
- Yorug'likning bo'shliqdagi tezligi-**c**: $c = 299792458 \text{ m/s} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi-**n**: $n = \frac{c}{v}; \quad n = \sqrt{\varepsilon \cdot \mu}$

v – yorug'likning muhitdagi tezligi

- Muhitning optik zichligi deb muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichiga(n), ya'ni muhitning vakuumga nisbatan optik sindirish ko'rsatkichiga aytiladi.
- Yorug'lik tezligini aniqlashda **Fizo** tajribasidagi diskning aylanish chastotasini topish:

1) Nurning dastlabki ko'rinmay qolgan holati uchun: $v = \frac{c}{4SN}$

S -diskdan ko'zgugacha bo'lgan masofa, N -diskdagi tishlar soni

2) Nurning dastlabki ko'ringan holati uchun: $v = \frac{c}{2SN}$

• Yorug'likning muhitdagi tarqalish tezligi: $v = \frac{c}{n}; \quad v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}};$

• Ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichi: $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$

n_1 – birinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi, n_2 – ikkinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi

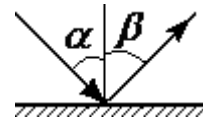
• Birinchi va ikkinchi muhitlarda yorug'lik tezliklarining nisbati:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \text{ yoki } v_1 n_1 = v_2 n_2$$

• Birinchi va ikkinchi muhitlardagi yorug'lik to'lqin uzunliklarining nisbati ularning absolyut sindirish ko'rsatkichlari teskari nisbatiga teng:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \lambda_1 n_1 = \lambda_2 n_2 \quad \text{yoki} \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2};$$

• Yorug'likning tushish burchagi (α) deb sirtga tushayotgan nur bilan sirtga o'tkazilgan perpendikulyar orasidagi burchakka aytiladi.



• Yorug'likning qaytish burchagi (β) deb sirtidan qaytgan nur bilan sirtga o'tkazilgan perpendikulyar orasidagi burchakka aytiladi.

• **Yorug'likning qaytish qonuni:** sirtga tushayotgan nur, qaytgan nur va sirtga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi, qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi:

$$\alpha = \beta$$

1) Tushayotgan nur bilan sirt tekisligi orasidagi burchak, φ ga teng bo'lsa nurning tushish burchagi α va qaytish burchagi β larni topish: $\alpha = \beta = 90^\circ - \varphi$

2) Tushayotgan nur bilan qaytgan nur orasidagi burchak φ ga teng bo'lsa nurning tushish burchagi α va qaytish burchagi β larni topish: $\alpha = \beta = \frac{\varphi}{2}$

• Ko'zgu sirtidan yorug'lik to'liq qaytadi. Yassi ko'zguda buyumning **mavhum** tasviri hosil bo'ladi. Tasvir to'g'ri va o'lchami buyum o'lchamiga teng bo'ladi. Tasvirdan ko'zgugacha bo'lgan masofa buyumdan ko'zgugacha bo'lgan masofaga teng bo'ladi.

• Buyumning tasviri haqiqiy nurlarning kesishishidan hosil bo'lsa bunday tasvirga **haqiqiy tasvir** deyiladi.

• Buyumning tasviri haqiqiy nurlarning emas, balki nurlarning haqiqiy yo'nalishiga teskari tomonga davom ettirilgan to'g'ri chiziqlarning kesishishidan hosil bo'lsa bunday tasvirga **mavhum tasvir** deyiladi.

1) Buyum ko'zgu tomon Δx masofaga yaqinlashsa buyum bilan tasvir orasidagi masofa $2\Delta x$ masofaga qisqaradi.

2) Buyum ko'zguga v bilan yaqinlashsa, tasvir ham ko'zguga v bilan yaqinlashadi, natijada tasvir buyumga $2v$ bilan yaqinlashadi.

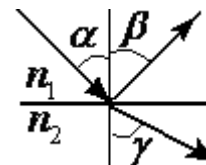
3) Bo'yining uzunligi L ga teng odam ko'zguda o'z tasvirini to'liq ko'rishi uchun vertical osilib turgan ko'zgu balandligi kamida $h = L/2$ ga teng bo'lishi kerak.

4) Perpendikulyar tekisliklarda yotgan ko'zgularga tushayotgan va qaytgan nur parallel bo'ladi.

5) O'zaro α burchak ostida yotgan ko'zgularga tushayotgan va ulardan qaytgan nurlar orasidagi burchak φ ni topish: $\varphi = 2 \cdot \alpha$

6) Ko'zguga tushayotgan nurning yo'nalishi o'zgartirilmasdan ko'zgu α burchakka burilsa undan qaytgan nurning burilish burchagi φ ni topish: $\varphi = 2 \cdot \alpha$

• Nurning sinish burchagi deb sirtga o'tkazilgan perpendikulyar bilan singan nur orasidagi burchak (γ) ka aytiladi.



• **Yorug'likning sinish qonuni:** tushuvchi nur, singan nur va sirtga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi, tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati ikkinchi muhitning (n_2) birinchi muhitga (n_1) nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichi (n_{12}) ga teng bo'ladi:

$$\frac{\sin a}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{\sin a}{\sin \gamma} = n_{12} \quad \text{yoki} \quad n_1 \cdot \sin a = n_2 \cdot \sin \gamma$$

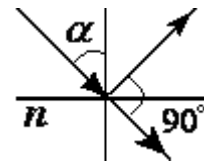
• Tushish va sinish burchaklari sinuslari nisbatining yorug'lik tezligi va to'lqin uzunligi orqali ifodalash:

$$\frac{\sin a}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}; \quad \frac{\sin a}{\sin \gamma} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}; \quad \lambda = \frac{c}{n \cdot v}$$

1) Nur optik zichligi (n_1) kichik bo'lgan muhitdan optik zichligi (n_2) katta bo'lgan muhitga o'tganda ($n_1 < n_2$), tushish burchagi (α) sinish burchagi (γ) dan katta bo'ladi: $\alpha > \gamma$ bu holda $v_1 > v_2$ va $\lambda_1 > \lambda_2$ bo'ladi.

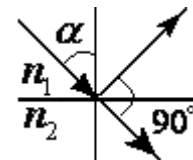
2) Nur optik zichligi (n_1) katta bo'lgan muhitdan optik zichligi (n_2) kichik bo'lgan muhitga o'tganda ($n_1 > n_2$), sinish burchagi (γ) tushish burchagi (α) dan katta bo'ladi: $\alpha < \gamma$ bu holda $v_1 < v_2$ va $\lambda_1 < \lambda_2$ bo'ladi.

3) Nur havodan sindirish ko'rsatkichi n ga teng bo'lgan muhitga o'tganda qaytgan nur bilan singan nur o'zaro perpendikulyar bo'lsa, muhitning sindirish ko'rsatkichini topish: $n = \operatorname{tg} \alpha$



4) Nur sindirish ko'rsatkichi n_1 bo'lgan muhitdan sindirish ko'rsatkichi n_2 bo'lgan muhitga o'tganda qaytgan nur bilan singan nur o'zaro perpendikulyar bo'lsa, muhitlarning nisbiy sindirish ko'rsatkichini topish:

$$\frac{n_2}{n_1} = \operatorname{tg} \alpha; \quad n_{12} = \operatorname{tg} \alpha$$

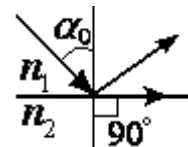


• **To'la ichki qaytish:** Nur optik zichligi katta bo'lgan muhitdan optik zichligi kichik bo'lgan muhitga o'tganda, tushish burchagining ma'lum bir α_0 qiymatida sinish burchagi $\gamma = 90^\circ$ bo'ladi. Tushish burchagining α_0 qiymatidan katta bo'lgan barcha qiymatlarida nur ikkinchi muhitga o'tmasdan sirtida to'la birinchi muhitga qaytadi. Bunga to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi.

• **To'la ichki qaytishning chegaraviy burchagi** (α_0) ni topish:

1) Ikkinchi muhit vakuum yoki havo bo'lganida ($n_2 = 1$):

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

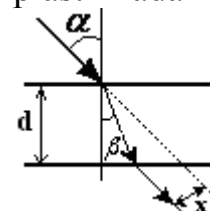


2) Ikkinchi muhitning sindirish ko'rsatkichi n_2 ga teng bo'lganida: $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$

• Nurtolada nurning yo'li to'la ichki qaytish hodisasiga asoslangan.

• **Nurning parallel plastinkadan o'tishi:** d qalinlikdagi parallel plastinkadan o'tgan yorug'lik nurining dastlabki plastinkaga tushgan vaziyatiga nisbatan siljish masofasi – x :

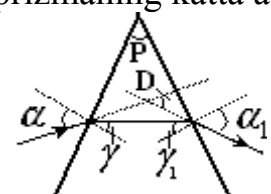
$$x = \frac{d \cdot \sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}; \quad x = \frac{d \cdot \sin(\alpha - \beta)}{\sin(90^\circ - \beta)} \quad \text{yoki} \quad x = d \cdot (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta)$$



• Nurning uchburchakli **prizmadan o'tishi:** Shaffof prizmada nur prizmaning katta asosi tomon og'adi. Nurning og'ish burchagi-D:

$$P = \gamma + \gamma_1; \quad D = \alpha + \alpha_1 - P; \quad D = (n - 1) \cdot P$$

P-prizmaning sindirish burchagi, D-nurning og'ish burchagi, n-prizma materialining sindirish ko'rsatkichi, α – nurning prizma



sirtiga tushish burchagi, α_1 – prizmadan chiqqan nurning sinish burchagi.

71. LINZALAR.

• Linza deb ikki tomonlama sirt bilan chegaralangan shaffof muhitga aytiladi. Linzalar ikki xil: yig'uvchi(qavariq) va sochuvchi (botiq)

• **Yig'uvchi linzalarning** o'rta qismi chetki qismlariga nisbatan qalin bo'ladi. Yig'uvchi linzalar 3 turga bo'linadi: qavariq-qavariq, yassi-qavariq, botiq-qavariq.



qavariq-qavariq



yassi-qavariq



botiq-qavariq



yig'uvchi linzaning belgilanishi

• **Sochuvchi linzalarning** o'rta qismi chetki qismlariga nisbatan ingichka bo'ladi. Sochuvchi linzalar ham 3 turga bo'linadi: botiq-botiq, yassi-botiq, botiq-qavariq.



botiq-botiq



yassi-botiq



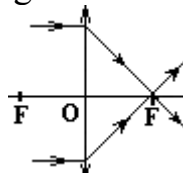
botiq-qavariq



Sochuvchi linzaning belgilanishi

• **Linzaning asosiy elementlari:**

F-linzaning fokusi, O–linzaning optik markazi, FOF–linzaning bosh optik o'qi.



• Linzaning bosh optik o'qiga parallel bo'lgan nurlar linzadan o'tib bir nuqtada kesishadi, bu nuqta **linzaning bosh fokusi** deyiladi.

• Linzadan o'z yo'nalishini o'zgartirmasdan o'tuvchi barcha yo'nalishlardagi nurlarning kesishish nuqtasiga linzaning **optik markazi** deyiladi.

• Linzaning optik markazi va fokuslaridan o'tuvchi to'g'ri chiziqqa **bosh optik o'q** deyiladi.

• Linzaning bosh optik o'qiga parallel bo'lmagan va optik markazdan o'tuvchi to'g'ri chiziqlarga **yordamchi optik o'qlar** deyiladi.

• Yordamchi optik o'qqa parallel bo'lgan nurlar linzadan o'tib bir nuqtada kesishadi bu nuqtaga linzaning **yordamchi fokusi** deyiladi.

• Linzaning barcha fokus nuqtalarining geometrik o'rniga **fokal tekisligi** deyiladi. Fokal tekisligi linzaning fokusidan o'tib bosh optik o'qqa perpendikulyar joylashadi.

• Yig'uvchi linzaning fokusi haqiqiy, sochuvchi linzaning fokusi mavhum bo'ladi.

• Linzadan uning fokusigacha bo'lgan masofaga fokus masofasi deyiladi va F bilan belgilanadi.

• Linzaning fokus masofasiga teskari bo'lgan kattalikka linzaning **optik kuchi deyiladi** va D bilan belgilanadi, o'lchov birligi – dioptriya(dpтр). $D = \frac{1}{F}$; $1dpтр = \frac{1}{m} = m^{-1}$

• Yupqa linzaning optik kuchi va fokus masofasini topish:

1) Agar linza bo'shliqda yoki havoda bo'lsa:

$$D = \frac{1}{F}; \quad D = (n_l - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right); \quad F = \frac{1}{D}; \quad F = \frac{1}{(n_l - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)};$$

n_l – linza materialining sindirish ko'rsatkichi.

2) Agar linza biror muhitda turgan bo'lsa:

$$D = \frac{1}{F}; \quad D = (n_l - n_m) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right); \quad F = \frac{1}{D}; \quad F = \frac{1}{(n_l - n_m) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)};$$

n_l – linza materialining sindirish ko'rsatkichi. n_m – muhitning sindirish ko'rsatkichi.

• Yig'uvchi linzaning optik kuchi musbat $D > 0$, sochuvchi linzaning optik kuchi manfiy $D < 0$ bo'ladi.

• Agar linza turgan muhitning sindirish ko'rsatkichi (n_m), linza materialining sindirish ko'rsatkichi (n_l) dan katta bo'lsa $n_m > n_l$ yig'uvchi linza sochuvchi linzaga, sochuvchi linza yig'uvchi linzaga aylanadi.

• **Yupqa linza formulasi.**

1) yig'uvchi linza haqiqiy tasvir uchun: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

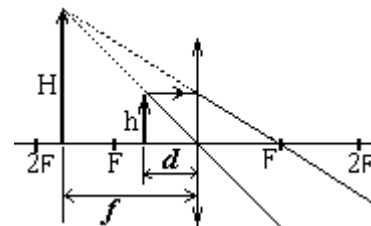
2) yig'uvchi linza mavhum tasvir uchun: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$

3) sochuvchi linza uchun: $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$

F-linza fokus masofasi, d-linzadan buyumgacha masofa, f-linzadan tasvirgacha masofa.

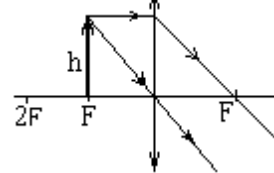
• **Yig'uvchi linzada tasvir hosil qilish:**

1) buyum linza bilan fokus oralig'i da turganida: $d < F$, tasvir mavhum, to'g'ri va kattalashgan bo'ladi.

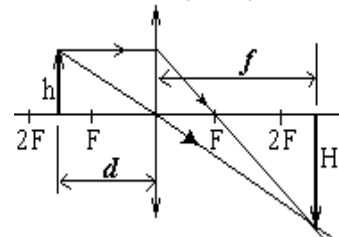


2) buyum linzaning fokusida turganida $d = F$, tasvir bo'lmaydi.

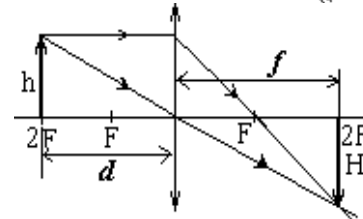
$$k \rightarrow \infty, \quad f \rightarrow \infty$$



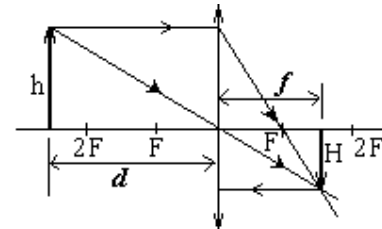
3) buyum linza fokusi bilan ikkilangan fokusi orasida turganida $F < d < 2F$, tasvir haqiqiy, teskari va kattalashgan bo'ladi.



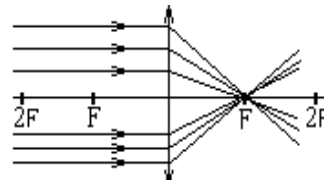
4) buyum linzaning ikkilangan fokusida turganida $d = 2F$, tasvir haqiqiy, teskari va o'lchami buyum o'lchamiga teng bo'ladi. $h=H$, $d=f$,



5) buyum linzaning ikkilangan fokusidan uzoqda turgan bo'lsa, $d > 2F$, tasvir haqiqiy, teskari va kichiklashgan bo'ladi.



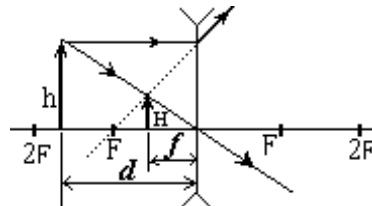
6) buyum linzadan cheksiz uzoqlikda bo'lganida, tasvir shulalanuvchi nuqta ko'rinishida va fokus F da hosil bo'ladi.



- Tasvir hosil qilayotgan linzaning bir qismi yopilsa tasvir xiralashadi, o'lchami o'zgarmaydi.

- **Sochuvchi linzada tasvir hosil qilish:**

Sochuvchi linzada tasvir doimo mavhum, to'g'ri va kichiklashgan bo'ladi. Sochuvchi linzada tasvir doimo linza bilan uning fokusi oralig'ida hosil bo'ladi: $f < F$



- Sochuvchi linzada haqiqiy tasvir hosil qilish uchun linza, sindirish ko'rsatkichi linza materiaining sindirish ko'rsatkichidan katta b'lgan muhitga joylashtirilishi kerak bo'ladi.

- **Linzaning chiziqli kattalashtirish ko'effitsiyenti (k)** deb tasvir o'lchami(H) ning buyum o'lchami(h)ga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$k = \frac{h}{H}; \quad k = \frac{f}{d};$$

- Linzaning chiziqli kattalashtirishini topish:

1) yig'uvchi linza haqiqiy tasvir uchun: $k = \frac{F}{d - F}; \quad k = \frac{f - F}{F}$

2) yig'uvchi linza mavhum tasvir uchun: $k = \frac{F}{F - d}; \quad k = \frac{|f| + F}{F}$

3) sochuvchi linza uchun: $k = \frac{|F|}{|F| + d}; \quad k = \frac{|F| - |f|}{|F|}$

- **Linzaning fokus masofasi(F)**ni linzaning chiziqli kattalashtirishi (k) orqali ifodalash:

1) yig'uvchi linza haqiqiy tasvir uchun: $F = \frac{k}{k+1} \cdot d; \quad F = \frac{1}{k+1} \cdot f$

Agar tasvir **n** marta kichiklashgan bo'lsa **k** ning o'rniga $k = 1/n$ olinadi.

2) yig'uvchi linza mavhum tasvir uchun: $F = \frac{k}{k-1} \cdot d; \quad F = \frac{1}{k-1} \cdot f$

3) sochuvchi linza uchun: $F = \frac{k}{k-1} \cdot d; \quad F = \frac{1}{k-1} \cdot f$

Sochuvchi linzada tasvir **n** marta kichiklashgan bo'ladi, **k** ning o'rniga $k = 1/n$ olinadi.

- **Tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa(f)**ni linzaning chiziqli kattalashtirishi (k) orqali ifodalash:

1) yig'uvchi linza haqiqiy tasvir uchun: $f = k \cdot d; \quad f = (k+1) \cdot F$

Agar tasvir **n** marta kichiklashgan bo'lsa **k** ning o'rniga $k = 1/n$ olinadi.

2) yig'uvchi linza mavhum tasvir uchun: $f = k \cdot d; \quad f = (1-k) \cdot F$

3) sochuvchi linza uchun: $f = k \cdot d; \quad f = (1-k) \cdot F$

Sochuvchi linzada tasvir **n** marta kichiklashgan bo'ladi, **k** ning o'rniga $k = 1/n$ olinadi.

- Yig'uvchi linzada buyum bilan tasvir orasidagi masofa $l = d + f$ ning eng kichik qiymati:

$$l_{\min} = 4 \cdot F; \quad d + f \geq 4 \cdot F$$

- Linzaning kattalashtirishi k, fokus masofasi F, d va f larni $l = d + f$ orqali ifodalash:

$$k = \frac{f}{d}; \quad k = \frac{l}{d} - 1; \quad k = \frac{f}{l - f}; \quad F = \frac{k}{(k+1)^2} \cdot l; \quad d = \frac{l}{k+1}; \quad f = \frac{k}{k+1} \cdot l;$$

- Ketma-ket joylashgan ikkita yig'uvchi linzalarga tushayotgan parallel nurlar dastasi linzalardan chiqib parallelligicha qolishi uchun birinchi linzaning orqa fokusiga ikkinchi linzaning oldingi fokusi mos tushishi kerak, linzalar orasidagi masofa- L , ularning fokuslari yig'indisiga teng bo'lishi kerak. $L = F_1 + F_2$

- Yonma-yon joylashgan linzalar sistemasining optik kuchi va fokus masofasi;

$$D = D_1 + D_2; \quad F = \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2}$$

- Linzalar orasidagi masofa L ga teng bo'lsa: $D = D_1 + D_2 - L \cdot D_1 D_2$; $F = \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2 - L}$

72. OPTIK ASBOBLAR.

- **Lupa**-fokus masofasi kichik bo'lgan yig'uvchi linza. Lupaning kattalashtirishi

$$k = \frac{L_0}{F} \text{ yoki } k = \frac{0,25}{F}, \quad F\text{-lupaning fokus masofasi. } L_0=0,25\text{m}$$

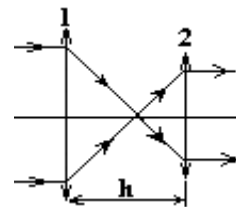
- Optik kuchi $D = \frac{1}{F}$; $k = L_0 \cdot D = 0,25\text{m} \cdot D$

Lupada tasvir mavhum, to'g'ri va kattalashgan bo'ladi.

- **Mikroskop** 1-okulyar, 2-obyektiv h- obyektivning orqa fokusi bilan okulyarning old fokusi orasidagi masofa

(tubusning optik uzunligi) $h = F_1 + F_2$,

F_1 va F_2 okulyar va obyektivning fokus masofalari.



Mikroskopning kattalashtirishi: $k = \frac{h \cdot L_0}{F_1 \cdot F_2}$ yoki $k = k_{ob} \cdot k_{okul}$,

k_{ob} , k_{okul} - obyektiv va okulyarning chiziqli kattalashtirishi.

- **Proyeksion aparat**- buyumning kattalashgan, haqiqiy teskari tasvirini hosil qiladi.

Proyeksion aparatda ob'ektiv va ekran orasidagi masofa tasvirdan linzagacha masofaga teng.

- **Fotoaparatda**-buyumning kichiklashgan, haqiqiy va teskari tasviri hosil bo'ladi.

- Fotoaparatda d_1 masofadan suratga olingan jism tasvirining o'lchami h_1 , d_2 masofalarda

esa h_2 ga teng bo'lsa ob'ektiv linzasining fokus masofasi: $F = \frac{h_1 d_1 - h_2 d_2}{h_1 - h_2}$

- **Ko'z optik sistema** sifatida yig'uvchi linzadan iboratdir.

- Normal ko'zning eng yaxshi ko'rish masofasi: $L_0 = 25\text{sm}$

- Yaqindan ko'rar ko'z optik kuchi manfiy ($D < 0$, **sochuvchi**) bo'lgan ko'zoynakdan foydalanadi.

- Uzoqdan ko'rar ko'z optik kuchi musbat ($D > 0$, **yig'uvchi**) bo'lgan ko'zoynakdan foydalanadi.

- Ko'zoynaksiz ko'zning optik kuchi: $D_1 = \frac{1}{L} + \frac{1}{f}$; f -ko'z gavharidan to'r pardagacha

masofa, L -nuqsonli ko'z zo'riqmasdan o'qiy oladigan masofa, $L_0 = 25\text{sm}$, f -ko'z gavharidan to'r pardagacha masofa

- Ko'zoynakli ko'zning optik kuchi: $D + D_1 = \frac{1}{L_0} + \frac{1}{f}$;

- Nuqsonli ko'z ko'zoynakning optik kuchi: $D = \frac{1}{L_0} - \frac{1}{L}$; yoki $D = 4 - \frac{1}{L}$;

73. TO'LQIN OPTIKASI.

- Yorug'lik nuri elektromagnit to'lqindir.
- Yorug'lik to'lqinlari kondalang to'lqindir. Yorug'lik to'lqinlari qutiblanish xossasiga ega.

• Yorug'lik to'lqinlarining to'lqin uzunligi: $0,4 \text{ mkm} \div 0,78 \text{ mkm}$ ($400 \text{ nm} - 780 \text{ nm}$) oralig'ida bo'ladi.

- Har xil to'lqin uzunlikdagi yorug'likning rangi har xil bo'ladi.

$\lambda = 0,4 \text{ mkm}$ – binafsha nur .

$\lambda = 0,78 \text{ mkm}$ – qizil nur .

• Yorug'lik nuri to'lqin uzunligining kamayib borishi bo'yicha quydagi tartibda joylashadi: qizil(λ_{qiz}), zarg'aldoq(λ_{zar}), sariq(λ_{sar}), yashil(λ_{yash}), havo rang(λ_{havo}), ko'k($\lambda_{ko'k}$), binafsha(λ_{bin})

$$\lambda_{qiz} > \lambda_{zar} > \lambda_{sar} > \lambda_{yash} > \lambda_{havo} > \lambda_{ko'k} > \lambda_{bin} .$$

- Yorug'lik nuri chastotasining ortib borish tartibi: $\nu_{qiz} < \nu_{zar} < \nu_{sar} < \nu_{yash} < \nu_{havo} < \nu_{ko'k} < \nu_{bin} .$

• To'lqin uzunligi qizil rangli nurlarning to'lqin uzunligidan katta bo'lgan nurlarga Infraqizil nurlar (IQ) deyiladi. $\lambda_{iq} > \lambda_{qiz}$ $\lambda_{iq} = 7,4 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

• Infraqizil nurlar ko'zga ko'rinmaydi. IQ nurlarni modda qizigan holatida chiqaradi, shuning uchun bu nurlarga issiqlik nurlari deb ham ataladi.

• Ultrabinafsha nurlar. To'lqin uzunligi binafsha rangli nurlarning to'lqin uzunligidan kichik bo'lgan nurlarga **ultrabinafsha nurlar (UB)** deyiladi:

$$\lambda_{bin} > \lambda_{ub} \quad \lambda_{UB} = 1 \cdot 10^{-8} \div 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}.$$

• Ultrabinafsha nurlari ko'zga ko'rinmaydi.

• Yorug'lik nuri to'lqin uzunligi λ , tezligi c , chastotasi ν , tebranish davri T , orasidagi munosabatlar:

$$\lambda = \frac{c}{\nu}; \quad \lambda = c \cdot T; \quad \nu = \lambda \cdot \nu; \quad \nu = \frac{\lambda}{T}; \quad \nu = \frac{c}{\lambda}; \quad \nu = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{\lambda}{c}; \quad T = \frac{1}{\nu};$$

• Bo'shliqda, havoda barcha rangdagi nurlar bir xil tezlikda tarqaladi va $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ga teng.

• Muhitda har xil rangdagi nurlarning tarqalish tezligi har xil bo'ladi. Ularning munosabati:

$$\nu_{qizil} > \nu_{zar} > \nu_{sariq} > \nu_{yash} > \nu_{havo} > \nu_{ko'k} > \nu_{binafsha}$$

• Bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda yorug'likning tezligi va to'lqin uzunligi o'zgaradi, chastotasi va rangi o'zgarmaydi.

• Sindirish ko'rsatkichi kattaroq bo'lgan muhitda yorug'likning tezligi va to'lqin uzunligi kichikroq qiymatga ega bo'ladi. $\nu_1 \cdot n_1 = \nu_2 \cdot n_2; \quad \lambda_1 \cdot n_1 = \lambda_2 \cdot n_2$

• Muhitda yorug'lik tezligi va to'lqin uzunligi: $\nu = \frac{c}{n}; \quad \nu = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}; \quad \lambda = \frac{\lambda_0}{n}; \quad \lambda = \frac{c}{n \cdot \nu}$

λ_0 – yorug'likning bo'shliqdagi to'lqin uzunligi

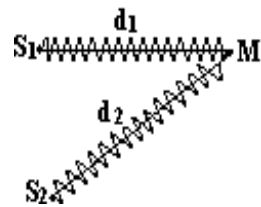
• L uzunlikdagi masofaga joylashadigan to'lqin uzunliklari soni(N)ni topish:

$$1) \text{ bo'shliqda } N = \frac{L}{\lambda_0} = \frac{L \cdot \nu}{c}; \quad 2) \text{ Muhitda } N = \frac{L}{\lambda} = \frac{L \cdot \nu \cdot n}{c};$$

74. YORUG'LIK INTERFERENSIYASI.

• **Yorug'lik interferensiyasi deb**-kogerent to'lqinlarning qo'shilishi natijasida ular energiyasi(intensivligi)ning fazoda qayta taqsimlanishiga, yani kuchayishiga yoki susayishiga aytiladi.

- Chastotalari bir xil, fazalar farqi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan to'lqinlarga **kogerent to'lqinlar** deyiladi.
- S_1 va S_2 kogerent manbalar, d_1 – birinchi nurning o'tgan yo'li,
- d_2 – ikkinchi nurning o'tgan yo'li,
- $\Delta x = d_1 - d_2$ -optik yo'llar farqi



- **Interferensiyaning maksimumlik sharti:** agar kogerent yorug'lik to'lqinlarining optik yo'llar farqi(Δx) juft yarim to'lqin uzunligiga karrali bo'lsa, ular uchrashganda bir-birini kuchaytiradi:

1) havoda yoki bo'shliqda: $\Delta x = 2m \cdot \frac{\lambda}{2}$ yoki $\Delta x = m \cdot \lambda$; $\Delta \varphi = 2m\pi$

2) biror muhitda: $n \cdot \Delta x = 2m \cdot \frac{\lambda}{2}$ yoki $n \cdot \Delta x = m \cdot \lambda$; $\Delta \varphi = 2m\pi$

n -muhitning absolyut sindirish ko'rsatishi, $m=1,2,3,4,\dots$ -butun son.

- Ikki to'lqinning intensivligi o'zaro teng bo'lib $I_1 = I_2 = I_0$, ular uchrashganda optik yo'llar farqi(Δx) juft yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lsa, natijaviy intensivlik (I_{nat}) 4 marta ortadi: $I_{nat} = 4 \cdot I_0$

- **Interferensiyaning minimumlik sharti:** agar kogerent yorug'lik to'lqinlarining optik yo'llar farqi(Δx) toq yarim to'lqin uzunligiga karrali bo'lsa, ular uchrashganda bir-birini susaytiradi:

1) havoda yoki bo'shliqda: $\Delta x = (2m+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; $\Delta \varphi = (2m+1) \cdot \pi$

2) biror muhitda: $n \cdot \Delta x = (2m+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$; $\Delta \varphi = (2m+1) \cdot \pi$

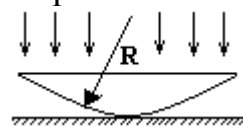
n -muhitning absolyut sindirish ko'rsatishi, $m=1,2,3,4,\dots$ -butun son.

- Ikki to'lqinning intensivligi o'zaro teng bo'lib $I_1 = I_2 = I_0$, ular uchrashganda optik yo'llar farqi(Δx) toq yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lsa, natijaviy intensivlik (I_{nat}) nolga teng bo'ladi: $I_{nat} = 0$

- To'lqinlarning yo'llar farqi bilan fazalar farqi orasidagi munosabat:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \Delta \varphi; \quad \Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x$$

- Egrilik radiusi R ga teng bo'lgan sferik sirt(yassi botiq linza) yassi plastinka ustida turgan bo'lsin. Unga tik tushayotgan parallel nurlar dastasi yassi plastinkadan qaytib yorug' va qorong'u interferension halqalarni hosil qiladi, bu halqalarga **Nyuton halqalari** deyiladi.

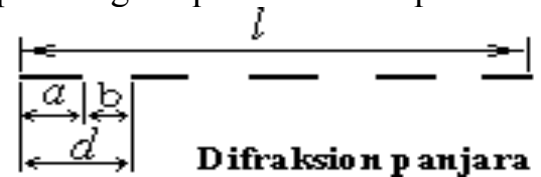


1) yorug' halqalarning radiusi:	agar linza va plastinka orasi sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan muhit bilan to'ldirilsa:
$r = \sqrt{(2m-1) \frac{R\lambda}{2}}$	$r = \sqrt{(2m-1) \frac{R\lambda}{2n}}$
2) qorong'u halqalarning radiusi:	agar linza va plastinka orasi sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan muhit bilan to'ldirilsa:
$r = \sqrt{mR\lambda}$	$r = \sqrt{mR \frac{\lambda}{n}}$

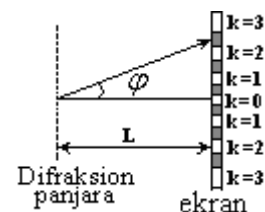
75. YORUG'LIK DIFRAKSIYASI

- Yorug'lik to'lqinlarining to'siqlarni aylanib o'tishi va geometrik soya sohasi tomon og'ishiga **yorug'lik difraksiyasi** deb ataladi.

- **Yorug'lik difraksiyasi kuzatilishi uchun** to'siq o'lchami (d) yorug'lik to'lqin uzunligiga yaqin qiymatga ega bo'lishi kerak: $d \leq \lambda$ yoki $d \approx \lambda$
- Geometrik optikaning qo'llanilish chegarasi, to'siq o'lchami (d) yorug'lik to'lqin uzunligidan juda katta bo'lishi kerak: $d \gg \lambda$
- Difraksion manzara kuzatiladigan hodisalar:
 - kichik o'lchamli jism soyasining o'rta qismida yorug' dog'ning paydo bo'lishi;
 - kichik o'lchamli tirqish soyasining o'rta qismida qorong'u dog'ning paydo bo'lishi;
 - yorug'lik nurining geometrik soya tomon og'ishi;
 - difraksion panjarada yorug' va qorong'u dog'larning paydo bo'lishi.
- **Frenel-Gyugens prinsipi:** yorug'lik to'lqini yetib borgan har bir nuqta ikkilamchi yorug'lik manbai bo'lib, ular kogerent yorug'lik manbalariga aylanadi va ulardan chiqqan nurlar kelib tushgan har bir nuqtada interferensiya yuzaga keladi.
- **Difraksion panjara:** ketma-ket joylashgan juda ko'p sondagi tirqishlar va to'siqlar difraksion panjarani hosil qiladi. Tirqishning kengligi (a) bilan to'siq kengligi (b) yig'indisi difraksion panjara davri (d) deyiladi: $d = a + b$



- Difraksion panjarada to'lqin yo'llar farqi: $\Delta x = d \cdot \sin \varphi$
- **Difraksion panjarada maksimumlar sharti:** $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$
- d-difraksion panjara davri, k-maksimumning tartib raqami, φ – k tartibli maksimumning markaziy maksimumga nisbatan ko'rinish burchagi, λ – to'lqin uzunligi, L- difraksion panjaradan ekrangacha bo'lgan masofa.



- Difraksion manzaraning markazida tartib raqami $k=0$ bo'lgan markaziy maksimum yotadi. Uning intensivligi eng katta bo'ladi.
- Markaziy maksimumning har ikki tomonida k tadan maksimumlar joylashadi.
- Tartib raqamining ortishi bilan yonma-yon keluvchi maksimumlar orasidagi masofa va yorug' dog'ning kengligi ortib boradi.
- Bir xil tartibli maksimumlar orasidagi burchak α , maksimumlar shartidagi φ

burchakdan ikki marta katta bo'ladi: $\varphi = \frac{\alpha}{2}$

- Kuzatilishi mumkin bo'lgan eng katta tartib raqamini topish: $k_{\max} = \frac{d}{\lambda}$

- Maksimumlar sonini topish: $N_{\max} = \frac{2 \cdot d}{\lambda} + 1$; $N_{\max} = 2 \cdot k_{\max} + 1$

- Difraksion panjaradan ekrangacha bo'lgan masofa L, markaziy maksimumdan k tartibli maksimumgacha bo'lgan masofa x ga teng bo'lganida maksimumlar sharti quyidagicha

yoziladi: $d \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}} = k \cdot \lambda$

- Difraksion panjara yordamida to'lqin uzunlikni aniqlash: $\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}$; $\lambda = \frac{d}{k} \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}}$

- Difraksion panjaraning l uzunligida N ta shtrixi bo'lsa, panjara doimiysi:

$$d = \frac{l}{N}; \quad \lambda = \frac{l \cdot \sin \varphi}{k \cdot N}; \quad \lambda = \frac{l}{k \cdot N} \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2 + x^2}}; \quad \frac{l \cdot \sin \varphi}{N} = k \cdot \lambda$$

- Nolinchi va birinchi tartibli maksimumlar orasidagi masofa: $x = \frac{L \cdot \lambda}{d}$
- Difraksion panjara doimiysi(**d**) orttirilsa, maksimumlar orasidagi masofa kamayadi, maksimumlar soni ortadi.
- Difraksion manzarada qizil rangli nur eng katta burchakka, binafsha rangli nur eng kichik burchakka og'adi: $\varphi_{qizil} > \varphi_{zar} > \varphi_{sariq} > \varphi_{yash} > \varphi_{havo} > \varphi_{ko'k} > \varphi_{binafsha}$
- Difraksion panjaradan ekrangacha bo'lgan masofa L orttirilsa, maksimumlar soni o'zgarmaydi, maksimumlar orasidagi masofa ortadi, maksimum polosaning kengligi ortadi.
- **Difraksion panjarada minumumlar sharti:** $d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$

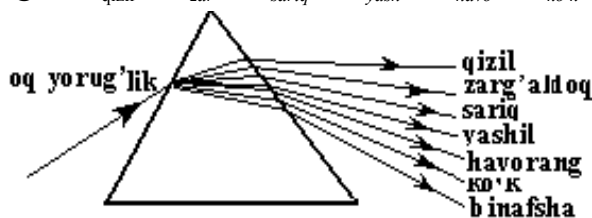
d-difraksion panjara davri, k-minimumning tartib raqami, φ – k tartibli minimumning markaziy maksimumga nisbatan og'ish burchagi.

- Jami minimumlar sonini: $N_{min} = \frac{2 \cdot d}{\lambda}$; $N_{max} = 2 \cdot k_{max}$

76. YORUG'LIK DISPERSIYASI

Muhitning sindirish ko'rsatkichining unga tushayotgan yorug'lik chastotasi(yoki to'lqin uzunligi)ga bog'liqligiga **yorug'lik dispersiyasi** deyiladi.

- Muhitda har xil to'lqin uzunligidagi nurlarning har xil burchak ostida sinishi-dispersiya.
- Muhitda har xil rangdagi nurlarning har xil burchak ostida sinishi yoki har xil tezlikda tarqalishi –dispersiyadir. Muhitda qizil rangdagi nurlar katta tezlikka, binafsha rangdagi nurlar kichik tezlikka ega bo'ladi: $v_{qizil} > v_{zar} > v_{sariq} > v_{yash} > v_{havo} > v_{ko'k} > v_{binafsha}$
- .Bo'shliqda, havoda barcha rangdagi nurlar bir xil tezlikka ega bo'ladi.
- Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi qizil rangli nur uchun eng kichik, binafsha rangdagi nur uchun esa eng katta qiymatga ega: $n_{qizil} < n_{zar} < n_{sariq} < n_{yash} < n_{havo} < n_{ko'k} < n_{binafsha}$
- Dispersiya tufayli oq rangli nur shaffaf prizmadan o'tganida yetti xil rangga ajraladi: qizil, zarg'aldoq, sariq, yashil, havorang, ko'k, binafsha.



Rangi	To'lqin uzunligi (nm)
Qizil	800 – 620
Zarg'aldoq	620 – 585
Sariq	585 – 575
Yashil-sariq	575 – 550
Yashil	550 – 510
Havorang	510 – 480
Ko'k	480 – 450
Binafsha	450 – 390

- Shaffof prizmada qizil rangli nur kichik burchakka, binafsha rangli nur katta burchakka og'adi: $\varphi_{qizil} < \varphi_{zar} < \varphi_{sariq} < \varphi_{yash} < \varphi_{havo} < \varphi_{ko'k} < \varphi_{binafsha}$

77. YORUG'LIKNING QUTBLANISHI.

Yorug'lik to'lqinining elektr maydon kuchlanganlik vektori(E) bitta yassi tekislikda tebranayotgan bo'lsa, bunday yorug'lik to'lqini **qutblangan** bo'ladi.

- Tabiiy yorug'lik manbaidan chiqayotgan yorug'lik nuri qutblanmagandir.

• **Molyus qonuni.** Qutblagichga tushayotgan qutblangan yorug'lik nurining intensivligi I_0 ga teng bo'lsin. Qutblagichdan o'tgan yorug'lik intensivligi (I) quyidagicha aniqlanadi:

$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

bu yerda φ – qutblangan yorug'likning elektr maydon kuchlanganlik vektori yo'nalishi bilan qutblagichning optik o'qi orasidagi burchak.

• **Bryuster burchagi.** Ikki muhit sirtidan qaytgan nur bilan singan nurlar qisman qutblangan bo'ladi. Tushish burchagining ma'lum bir qiymatida qaytgan nur to'lig'icha qutblangan bo'ladi, bu burchakka **Bryuster burchagi** (α_{Br}) deyiladi. Tushish burchagi

Bryuster burchagiga teng bo'lganida qaytgan nur bilan singan orasidagi burchak 90° ga teng bo'ladi, bu holda tushish burchagining tangensi ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichiga teng bo'ladi:

1) birinchi muhit havo bo'lganida $n = \operatorname{tg} \alpha_{Br}$ 2) birinchi muhit havo bo'lmaganida

$$\frac{n_2}{n_1} = \operatorname{tg} \alpha_{Br}$$

78. NURLANISH SPEKTRLARI.

Yorug'lik nuri uyg'otilgan atomlarning nurlanishi tufayli paydo bo'ladi.

• Moddadan chiqayotgan nurlanish intensivligining chastotaga bog'liqligi **nurlanish spektri** deyiladi.

• Moddaning agregat holatiga qarab nurlanish spektrlari har xil bo'ladi:

1) Modda qattiq yoki suyuq holatida uzluksiz yoki tutash spektrni chiqaradi.

2) Modda molekulyar gaz holatida yo'l-yo'l (polosali) spektrni chiqaradi.

3) Modda atomar gaz holatida chiziqli spektrni chiqaradi.

• Bir moddaning nurlanish spektri yutish spektri bilan aynan bir xil bo'ladi.

79. RENTGEN NURLARI.

• To'lqin uzunligi $\lambda = 10^{-14} \div 10^{-7} m$ oralig'ida bo'lgan elektromagnit to'lqinlarga rentgen nurlari deyiladi. Rentgen nurlari to'lqin uzunligi ultrabinafsha nurlari to'lqin uzunligidan kichik bo'lgan elektromagnit to'lqinlardir. Rentgen nuri qutblanish xossasiga egaligi uchun ko'ndalang to'lqindir.

• Rentgen nurlari tez harakatlanuvchi elektronlarning tormozlanishi natijasida hosil bo'ladi.

• Rentgen trubkasida anodga yetib borgan elektronning tezligi: $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$

U-anod kuchlanishi, e-elektron zaryadi, m-elektron massasi.

• Rentgen nurlari ikki xil bo'ladi: *tormozlanish nurlanishi* va *xarakteristik nurlanish*.

• Rentgen nurlari tarkibidagi tormozlanish nurlanishi tutash spektrga ega bo'ladi.

Spektrning aniq qisqa to'lqin chegarasi mavjud bo'lib u anod kuchlanishi bilan aniqlanadi:

$$\lambda_{qisqa} = \frac{h \cdot c}{eU}; \quad v = \frac{eU}{h} \quad \text{h-plank doimiysi, c-yorug'lik tezligi, e-elektron zaryadi.}$$

• Anod kuchlanishini topish: $U = \frac{mv^2}{2e}; \quad U = \frac{h \cdot c}{e\lambda_{\min}}; \quad U = \frac{h\nu_{\max}}{e}$

• Quvvati P, foydali ish ko'effitsiyenti η ga teng bo'lgan roentgen trubkasidan t vaqt ichida

$$\text{nurlangan fotonlar soni: } N = \frac{\eta \cdot P \cdot t}{h \cdot v}; \quad N = \frac{\eta \cdot P \cdot t \cdot \lambda}{h \cdot c}$$

• Monokristall rentgen nurlari uchun o'ziga xos difraksion panjara bo'ladi.

80. ELEKTROMAGNIT TO'LQINLAR SHKALASI

- Elektromagnit to'lqinlar to'lqin uzunligi kamayib borish tartibi quyidagicha joylashadi:
 1. Past chastotali elektromagnit to'lqinlar
 2. Radioto'lqinlar
 3. Infraqizil nurlar
 4. Qizil nurlar
 5. Zarg'aldoq nurlar
 6. Sariq nurlar
 7. Yashil nurlar
 8. Havo rang nurlar
 9. Ko'k nurlar
 10. Binafsha nurlar
 11. Ultrabinafsha nurlar
 12. Rentgen nurlari
 13. Gamma (γ) nurlar

Ushbu tartibda to'lqinlarning chastotasi ortib boradi, to'lqin uzunligi esa kamayadi.

- γ nurlar to'lqin uzunligi rentgen nurlarining to'lqin uzunligidan kichik, chastotasi roentgen nurlarining chastotasidan katta bo'lgan elektromagnit to'lqindir.
- γ nurlar yadroning uyg'ongan holatidan asosiy statsionar holatiga o'tishda hosil bo'ladi.
- γ nurlarini uyg'ongan yadro nurlantiradi.

81. NISBIYLIK NAZARIYASI

- Nisbiylik nazariyasi yorug'lik tezligiga yaqin tezlikda harakatlanayotgan jismlarning mexanik xarakat qonunlarning ifodalashda foydalaniladi, jisimlarning yuqori tezlik mexanikasi relativistik mexanika deb ataladi. Maxsus nisbiylik nazariyasi Eynshteynning ikkita pastulatiga asoslanadi.

• Eynshteynning birinchi pastulati- bu pastulat yorug'lik tezligining doymiylik prinsipi ifodalaydi: Yorug'likning vakuumdagi tezligi barcha inertsial sanoq sistemalarida o'zgarmas bo'lib, yorug'lik manbayining va qabul qilgichning harakatiga bog'liq bo'lmaydi.

• Eynshteynning ikkinchi pastulati- bu pastulat nisbiylik prinsipi ifodalaydi:

Biror inertsial sanoq sistemasida o'tkazilgan har qanday fizik tajribalar bilan bu sistema tinch yoki harakatda ekanligini aniqlab bo'lmaydi, ya'ni fizik hodisalar barcha inertsial sanoq sistemalarida bir Hilda sodir bo'ladi.

• **Masofaning qisqarishi:**

$$\ell = \ell_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \ell - v \text{ tezlikda harakatlanayotgan sterjenning tinch turgan sanoq sistemasiga nisbatan uzunligi} \quad \ell_0 - \text{sterjenning tinch holatidagi uzunligi.}$$

- Jismning uzunligi n marta qisqarishi uchun: $v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} \quad n = \frac{l_0}{l}; \quad n = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

- v tezlikda harakatlanayotgan jism uzunligining necha foizga kamayishini topish:

$$\frac{\Delta \ell}{\ell_0} \cdot 100\% = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right) \cdot 100\%$$

• **Hajmning qisqarishi:**

$$V = V_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad V_0 - \text{jismning tinchlikdagi hajmi, } V - v \text{ tezlik bilan harakatlanayotgan jismning tinch turgan sanoq sistemasiga nisbatan hajmi.}$$

- Jismning hajmi n marta kamayishi uchun zarur bo'ladigan tezlikni topish:

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} \quad n = \frac{V_0}{V}$$

• **Vaqitning ortishi :**

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

t_0 - harakatsis sistemada vaqtning o'tishi, t -v tezlik bilan harakatlanayotgan sistemada vaqtning o'tishi

- Vaqt n marta ortishi uchun zarur bo'ladigan tezlikni topish:

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}; \quad n = \frac{t}{t_0}; \quad n = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- **Massaning ortishi :**

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

m_0 - jismning tinchlikdagi masasi, m -v tezlik bilan harakatlanayotgan jismning massasi:

- Massa n marta ortishi uchun zarur bo'ladigan tezlikni topish:

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}; \quad n = \frac{m}{m_0}; \quad n = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}};$$

- Massasining necha foizga oshganligini topish: $\frac{\Delta m}{m} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) \cdot 100\%$

- **Zichlikning ortishi:**

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

ρ_0 -jismning tinchlikdagi zichligi, ρ – v tezlik bilan harakatlanayotgan jismning zichligi.

- Zichlik n marta ortishi uchun kerak bo'ladigan tezlikni topish:

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}; \quad n = \frac{\rho}{\rho_0};$$

- **Impulisning ortishi:**

$$p = \frac{m_0 \cdot v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

m_0 -jismning tinchlikdagi massasi, p -v tezlik bilan harakatlanayotgan jismning impulsi,

- **Tezliklarni qo'shish(natijaviy tezlik)**

1) Tezliklar yo'nalishi bir xil bo'lganda

$$v_{nat} = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

2) Tezliklar yo'nalishi qarama-qarshi bo'lganda

$$v_{nat} = \frac{v_1 - v_2}{1 - \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

- **Nisbiy tezlikni topish :**

1) Tezliklar yo'nalishi bir xil bo'lganda

$$v_{nis} = \frac{v_1 - v_2}{1 - \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

2) Tezliklar yo'nalishi qarama-qarshi bo'lganda

$$v_{nis} = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

- **Jismning tinchlikdagi energiyasi- E_0** $E_0 = m_0 \cdot c^2$

- v –tezlik bilan harakatlanayotgan jismning to'liq energiyasi E - ni topish :

$$E = m \cdot c^2; \quad E = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad E = E_{kin} + m_0 c^2; \quad mc^2 = E_{kin} + m_0 c^2;$$

- v –tezlik bilan harakatlanayotgan jismning kinetik energiyasi- E_{kin} (harakat energiyasi):

$$E_{kin} = E - E_0; \quad E = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2; \quad E_{kin} = (m - m_0) c^2;$$

- Jismning kinetik energiyasi tinchlikdagi energiyasidan n marta katta bo'ladigan tezlik:

$$E_{kin} = n \cdot E_0; \quad v = \sqrt{1 - \frac{1}{(n+1)^2}} \cdot c; \quad m = (n+1) \cdot m_0$$

- Agar jismning energiyasi ΔE ga o'zgarsa, uning massasi Δm ga o'zgaradi: $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$

- Agar jismning energiyasi ortsa-massasi ham ortadi, agar energiyasi kamaysa massasi ham kamayadi.

1) h balandlikka ko'tarilgan m massali jism massasining ortishi: $\Delta m = \frac{mgh}{c^2}$

2) deformatsiyalangan prujina massasining ortishi: $\Delta m = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2 \cdot c^2}$, k -prujina bikrligi.

3) Jismga Q issiqlik miqdori berilganda massasining ortishi: $\Delta m = \frac{Q}{c^2}$

4) Temperaturasi ΔT ga ortgan jism massasining ortishi: $\Delta m = \frac{m \cdot c_{sol.is} \Delta T}{c^2}$,

$c_{sol.is}$ – jismning solishtirma issiqlik sig'imi.

5) m massali jism eriganda massasining o'zgarishi: $\Delta m = \frac{Q}{c^2} = \frac{\lambda \cdot m}{c^2}$,

λ – solishtirma erish issiqligi.

6) m massali yoqilg'i batamom yonganda massasining o'zgarishi: $\Delta m = \frac{Q}{c^2} = \frac{q \cdot m}{c^2}$

q - solishtirma yonish issiqligi.

82. KVANT MEXANIKASI.

- Yorug'lik nuri bir vaqtda ham to'lqin, ham kvant(zarra) xususiyatlariga ega bo'ladi.
- Yorug'lik fazoda tarqalganida, o'zaro ta'sirlashyotganida to'lqin xossasini namoyon qiladi.

- Yorug'lik moddadan nurlanib chiqayotganida va modda bilan ta'sirlashayotganida zarrachalik xossasini namoyon qiladi.

- **Plank gipotezasi.** Yorug'lik moddadan chiqayotganida alohida portsiya-kvant bo'lib chiqadi. Yorug'lik nuriga nisbatan yorug'lik kvanti tushunchasi ishlatiladi.

- Yorug'lik zarrachasi yoki yorug'lik kvantiga **foton** deb ataladi.

- Tinchlikda foton mavjud bo'lmaydi, harakatsiz fotanning massasi nolga teng.

1) bo'shliqda: $E = h \cdot \nu$; $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$; h -Plank doimiysi bo'lib, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$

2) muhitda: $E = h \cdot \nu$; $E = \frac{h \cdot c}{\lambda \cdot n}$; n – muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi.

- Quvvat P bo'lgan manba t vaqt ichida nurlantirgan ν chastotali fotonlar soni:

$$N = \frac{P \cdot t}{h \cdot \nu}; \quad N = \frac{P \cdot t \cdot \lambda}{h \cdot c}; \quad N = \frac{m \cdot c \cdot \lambda}{h};$$

• Manbaning foydali ish koeffitsiyenti η ga teng bo'lsa: $N = \frac{\eta \cdot P \cdot t}{h \cdot \nu}; \quad N = \frac{\eta \cdot P \cdot t \cdot \lambda}{h \cdot c};$

• **Fotonning massasini** topish formulalari: $m = \frac{E}{c^2}; \quad m = \frac{h \cdot \nu}{c^2}; \quad m = \frac{h}{c\lambda}; \quad m = \frac{h}{c\lambda^2}$

• **Fotonning impulsini**: 1) bo'shliqda: $p = m \cdot c; \quad p = \frac{E}{c}; \quad p = \frac{h \cdot \nu}{c}; \quad p = \frac{h}{\lambda};$

2) muhitda: $p = \frac{n \cdot h \cdot \nu}{c}; \quad p = m \cdot v; \quad p = \frac{E}{v}; \quad p = \frac{h}{\lambda};$

• **Foton impulsining o'zgarishi** yoki sirtga ko'rsatadigan kuch impulsini:

1) foton sirtga tik tushib to'liq yutilganida: $\Delta p = \frac{h \cdot \nu}{c}; \quad \Delta p = \frac{h}{\lambda}$

2) foton sirtga tik tushib to'liq qaytganida: $\Delta p = \frac{2 \cdot h \cdot \nu}{c}; \quad \Delta p = \frac{2 \cdot h}{\lambda}$

3) foton sirtga α burchak ostida tushib to'liq yutilganida: $\Delta p = \frac{h \cdot \nu}{c} \cdot \cos \alpha; \quad \Delta p = \frac{h}{\lambda} \cdot \cos \alpha$

4) foton sirtga α burchak ostida tushib to'liq qaytganida:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot h \cdot \nu}{c} \cdot \cos \alpha; \quad \Delta p = \frac{2 \cdot h}{\lambda} \cdot \cos \alpha$$

83. FOTOEFFEKT .

Fotoeffekt deb-yorug'lik ta'sirida moddadan elektronlarning urib chiqarilishiga aytiladi. Fotoeffekt hodisasi Gers tomonidan ochilgan va Stoletov tomonidan o'rganilgan.

Fotoeffekt ikki xilbo'ladi: 1) ichki fotoeffekt 2) tasqi fotoeffekt. Yorug'lik ta'sirida atom tarkibidan urib chiqarilgan elektron tashqi muhitga **chiqsa tashqi** tasqi fotoeffekt deyiladi, agar elektron modda ichida qolsa **ichki fotoeffekt** deyiladi.

• **Fotoeffektning 1-chi qonuni**: Yorug'lik ta'sirida urib chiqarilgan elektronlar soni yorug'lik oqimi(intensivligi)ga to'g'ri proporsional.

• **Fotoeffektning 2-chi qonuni**: Yorug'lik ta'sirida urib chiqarilgan elektronlar energiyasi yorug'lik chastotasiga to'g'ri proporsional.

• **Fotoeffektning 3-chi qonuni**: Yorug'lik ta'sirida urib chiqarilgan elektronlar soni yorug'lik chastotasiga bog'liq emas.

• **Fotoeffektning 4-chi qonuni**: Yorug'lik ta'sirida urib chiqarilgan elektronlar energiyasi yorug'lik oqimi(intensivligi)ga bog'liq emas.

• **Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi**: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$

A-elektronning moddadan chiqish ishi.

• **Eynshteyn tenglamasini** quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$h\nu = A + E_{kin}; \quad E_{kin} = h\nu - A; \quad E_{kin} = \frac{hc}{\lambda} - A; \quad hc = \lambda(A + \frac{mv^2}{2}); \quad hc = \lambda(A + E_{kin})$$

• Fotoelektronlarni to'xtatuvchi potensial(U) elektronlarning maksimal kinetik energiyasini aniqlaydi: $\frac{mv^2}{2} = eU$

Bu holatda **Eynshteyn** tenglamasi quyidagicha: $h\nu = A + eU; \quad hc = \lambda(A + eU)$

• **Fotoeffektning qizil chegarasi**: moddadan fotoelektronlarni urib chiqarish uchun etarli bo'lgan yorug'lik to'lqin uzunligining eng katta qiymatiga, yoki chastotasining eng kichik qiymatiga fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi:

$$h\nu_q = A; \quad \nu_q = \frac{A}{h} \quad \nu_q - \text{qizil chegara chastotasi,}$$

$$hc = \lambda_q A; \quad \lambda_q = \frac{hc}{A}, \quad \lambda_q - \text{qizil chegara to'liq uzunligi}$$

- Fotoeffekt yuz berishi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak: $h\nu \geq A$ yoki $\frac{hc}{\lambda} \geq A$

Bu shart fotoeffektning qizil chegarasi orqali: $\nu \geq \nu_q$ yoki $\lambda \leq \lambda_q$

- Fotoeffektning qizil chegarasini hisobga olgan holda **Eynshteyn tenglamasining** yozilishi:

$$h\nu = h\nu_q + \frac{mv^2}{2}; \quad h\nu = h\nu_q + eU; \quad hc = \lambda(h\nu_q + \frac{mv^2}{2}); \quad h\nu = \lambda(h\nu_q + eU)$$

84. YORUG'LIK BOSIMI

- Yorug'lik nuri ham har qanday elektromagnit to'liq kabi o'z yo'liga qo'yilgan to'siqqa bosim beradi. $P = \frac{E}{c}(1 + R),$

P-yorug'lik bosimi, E-sirtning yoritilganligi, yani yuza birligiga 1 s ichida tik tushayotgan yorug'lik energiyasi, R-sirtning yorug'likni qaytarish koeffitsiyenti, c-yorug'lik tezligi.

- Yorug'lik bosimining yorug'lik intensivligi(I) orqali ifodalanishi: $P = \frac{I}{c}$
- Yorug'lik bosimini topish:

$$1) \text{ Yorug'lik sirtida to'liq yutilganida: } P = \frac{W}{c \cdot t \cdot S}$$

$$2) \text{ Yorug'lik sirtidan to'liq qaytganida: } P = \frac{2 \cdot W}{c \cdot t \cdot S}$$

W-sirtga tushayotgan yorug'lik energiyasi, t-vaqt, S-yuza

- Yorug'lik to'liqini intensivligi yoki energiya oqimining sirt zichligini topish:

$$I = \frac{W}{S \cdot t}; \quad I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2}; \quad I = \varpi \cdot c \quad \text{O'lchov birligi} \quad [I] = \frac{J}{m^2 \cdot s} = \frac{W}{m^2}$$

ϖ – energiya zichligi, W-S yuza birligidan t-vaqt birligi ichida o'tuvchi energiya, P-nurlanish manbaining quvvati, r-manbadan nuqttagacha bo'lgan masofa.

- Elektromagnit to'liqlar nuqtaviy manbaidan masofa r ortganida elektromagnit nurlanish oqimining zichligi r^{-2} ga to'g'ri proporsional ravishda kamayadi.

85. ATOM VA YADRO FIZIKASI

- Atomning **Tomson modeli**: atomlar musbat zaryadlangan moddadan iborat bir jinsli sharlar bo'lib, ularda elektronlar bo'ladi. Elektronlarni yig'indi zaryadi atomning musbat zaryadiga teng. Shuning uchun atom bir butun holda elektr neytral bo'ladi.
- Atomning **Rezerford modeli**: atom zarralarning murakkab sistemasi bo'lib, uning markazida $+Ze$ musbat zaryadli massiv yadro joylashgan, yadro atrofida Z elektronlar Quyosh atrofida planetalar aylangani singari aylanadi.
- **Atomning o'lchami**. Atomning radiusi $\approx 10^{-10} m$ atrogida bo'ladi.

86. BOR POSTULATLARI. ENERGETIK SATHLAR

- **Bor postulatlari**:

1) Atomlar, undagi elektronlar tezlanish bilan harakatlanishiga qaramay, uzoq vaqt nurlanmaydigan holatlarda bo'lishi mumkin. Bu holatlar statsionar yoki ruhsat etilgan holatlar deyiladi. Statsionar holatlarning har birida atom faqat qat'iy bir aniq qiymatga ega bo'la oladi: $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$

2) Atom bir statsionar holatdan ikkinchi statsionar holatga sakrash bilan o'tishi mumkin. Atom kattaroq energiyali m – holatdan kichikroq energiyali n – holatga o'tganda u nurlanadi. Nurlanish chastotasi quyidagi formula bilan aniqlanadi: $\nu = \frac{E_m - E_n}{h}$

E_m – m statsionar orbitadagi elektron energiyasi, E_n – n statsionar orbitadagi elektron energiyasi.

3) Biror-bir orbita bo'ylab yadro atrofida harakat qilayotgan elektronning impuls momenti (harakat miqdori momeni) Plank doimiysiga karralidir.

$$m v_n r_n = \frac{h}{2\pi} \cdot n, \quad n = 1, 2, 3, \dots - \text{butun son}$$

• **Vodorod atomining energetik sathlari** quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}; \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

1) Elektron orbitasi radiusining qiymatlari: $r_n = 0,529 \cdot 10^{-10} \cdot n^2 \text{ (m)}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$
birinchi orbitasi radiusi: $r_1 = 0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

2) Orbitalarda elektron tezligining qiymatlari: $v_n = \frac{2,2 \cdot 10^6}{n} \text{ (m/s)}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$

birinchi orbitadagi tezlik: $v_1 = 2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

• **Vodorod atomi uchun Ridberg doimiysi(R):** $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

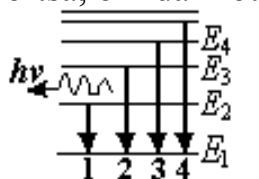
• Energetik sathlar bo'yicha o'tishni ifodalovchi strelkaning uchi oastga qaragan bo'lsa yorug'lik fotoni nurlanadi, strelkaning uchi yuqoriga qaragan bo'lsa yorug'lik fotoni yutiladi.

• Elektron E_1 energiyali sathdan E_2 energiyali sathga o'tgan bo'lsa yutilgan kvant energiyasi: $h\nu = E_2 - E_1$

• Elektron E_1 energiyali sathdan E_2 energiyali sathga o'tgan bo'lsa nurlangan kvant energiyasi: $h\nu = E_1 - E_2$

• Elektron yuqori energetik sathdan quyi energetik sathga o'tsa, o'zidan foton nurlantiradi. O'tish sathlari qanchalik yaqin bo'lsa nurlangan foton chastotasi (ν) kichik va to'liq uzunligi (λ) katta bo'ladi:

$$\nu_1 < \nu_2 < \nu_3 < \nu_4; \quad \lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4$$



• Elektron quyi energetik sathdan yuqori energetik sathga o'tsa, o'zidan yorug'lik fotonini yutadi. O'tish sathlari qanchalik yaqin bo'lsa yutilgan foton chastotasi (ν) kichik va to'liq uzunligi (λ) katta bo'ladi:

$$\nu_1 < \nu_2 < \nu_3 < \nu_4; \quad \lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_4$$



87. LAZER

• Lazer-bu optik generatori bo'lib, katta quvvatli, sochilish burchagi juda kichik, kogerent va monoxromatik nurlanish manbaidir.

- **Spontan nurlanish deb** atomning o'z-o'zidan tashqi ta'sirsiz nurlanishiga aytiladi. Tashqi ta'sir ostida nurlanishga **indutsirlangan** yoki **majburiy nurlanish deb** ataladi.
- Atom uzoq vaqt qolishi mumkin bo'lgan uyg'otilgan holatiga **metastabil holat** deyiladi.
- Lazerlarda indutsirlangan (majburiy) nurlanish va metastabil holatdan foydalaniladi.

88. ATOM YADROSINING TARKIBI.

- Atom yadrosi proton va neytronlardan tashkil topadi. Bu zararlarga nuklonlar deb ataladi.
- Atom yadrosining o'lchami $-10^{-15} m$ atrofida bo'ladi.
- Proton-elementar zarracha bo'lib zaryadi musbat ishorali va elektron zaryadning modulga teng. $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} C$. Proton massasi 1 massa atom birligiga teng: 1 m.a.b. $1.66 \cdot 10^{-27} kg$.
- Proton p harifi bilan belgilanadi. ${}_1^1p$
- Neytron- elementar zarracha bo'lib elektr zaryadi nolga teng (neytral). Massasi proton massasidan juda kam farq qiladi. Neytronning massasi 1 m.a.b.ga teng.
- Yadrodagi protonlar soni Z, neytronlar soni N, yadroning massa soni A harifi bilan belgilanadi: $A = Z + N$
- Atom yadroning zaryadi $+ (1.6 \cdot 10^{-19}) \cdot Z$ kulon ga teng.
- Nuklonlar soni yadroning massa soni A ga teng bo'ladi.
- Yadroning massa soni A shu yadro atomning g/mol hisobidagi molyar massasiga teng bo'ladi.
- Atomning himyaviy belgisi X yozilganda uning tarkibidagi protonlar soni Z (pasda) massa soni A (yuqorida) ko'rsatiladi: ${}_Z^A X$; $N = A - Z$;
- Atom « $+n \cdot e$ » elementar zaryadga ega bo'lsa, atom tarkibidagi elektronlar soni $Z - n$ ga, **atom** « $-n \cdot e$ » elementar zaryadga ega bo'lsa, undagi elektronlar soni $Z + n$ ga teng bo'ladi.
- **Izotoplar-deb protonlar soni(Z)** bir xil, massa soni har xil bo'lgan yadrolarga aytiladi: ${}_{92}^{238}U$, ${}_{92}^{235}U$, ${}_{92}^{232}U$
- **Izotonlar-deb neytronlar soni(N)** bir xil, massa soni har xil bo'lgan yadrolarga aytiladi.
- **Izobarlar- deb massa soni(A)** o'zgarmasdan qoladigan yadrolar guruhiga aytiladi.
- Massa sonlari A_1 va A_2 ga teng bo'lgan izotoplar aralashmasidan tashkil topgan qotishmaning massa soni A, tarkibiy qismlarining massa ulushlari η_1 va η_2 larni topish:

$$A = \eta_1 A_1 + \eta_2 A_2; \quad \eta_1 = \frac{A - A_2}{A_1 - A_2}; \quad \eta_2 = \frac{A_1 - A}{A_1 - A_2}$$
- **Massa deffekti.** Yadroning massasi hamma vaqt uni tashkil etuvchi zarralarning alohida olingan holdagi massalari yig'indisidan kichik bo'ladi. Bu yerdagi Δm massaga **massa deffekti** deyiladi: $\Delta m = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ya}$; $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_{ya}$
- Yadroning bog'lanish energiyasi deb yadroni alohida proton va neytronlarga to'liq ajratish uchun zarur bo'lgan energiya ΔE ga aytiladi: $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = \Delta m \cdot 931,5 \text{ MeV}$
 $\Delta E = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ya}) \cdot c^2$; $\Delta E = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_{ya}) \cdot c^2$
- Yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi deb bitta nuklonga to'g'ri keluvchi yadroning bog'lanish energiyasiga aytiladi:

$$\Delta \varepsilon = \frac{(Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_{ya}) \cdot c^2}{A}; \quad \varepsilon = \frac{\Delta E}{A} = \frac{\Delta E}{Z + N}$$
- Yadroning bog'lanish energiyasi ΔE ni topish: $\Delta E = \varepsilon \cdot (Z + N)$
- Yadro kuchlari yaqindan ta'sirlashuv bo'lib $-10^{-15} m$ masofada mavjud bo'ladi.

- Yadro kuchlari yadro tarkibidagi nuklonlar: proton-proton, proton-neutron va neutron-neutron o'rtasida mavjud bo'ladi.

89. RADIOAKTIVLIK

- Radioaktivlik deb yadroning o'z-o'zidan bir yoki bir nechta zarralar chiqarishiga aytiladi.
- Radioaktivlik bo'yicha yadrolar 2 turga: **radioaktiv** va **turg'un yadrolarga** bo'linadi.
- Radioaktivlikka uchraydigan yadrolar **radioaktiv yadrolar**, uchramaydiganlari esa **turg'un yadrolar** deyiladi.
- Radioaktiv yemirilish deb ayrim atom yadrolarining o'z-o'zidan bir yoki bir nechta zarralar chiqarish bilan o'z-o'zidan boshqa yadrolarga aylanishiga aytiladi.
- Radioaktiv yemirilishda har doim katta miqdorda energiya ajralib chiqadi.

• **Radioaktiv yemirilish qonuni:** $N = N_0 e^{-\lambda t}$; $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ N_0 – dastlabki yadrolar soni, N – t vaqtdan keyingi yemirilmay qolgan yadrolar soni, λ – radioaktiv yemirilish doimiysi, λ radioaktiv yadrolarning vaqt birligi ichidagi yemirilish ehtimolini bildiradi.

• **Yarim yemirilish davri** (T) deb boshlang'ich radioaktiv yadrolarning soni ikki marta kamayishi uchun ketgan vaqtga aytiladi, $t=T$ bo'lganda: $N = \frac{N_0}{2}$; $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$

• O'rtacha yashash vaqti τ : radioaktiv yemirilish doimiysi λ ga teskari bo'lgan kattaikka radioaktiv yadrolarning o'rtacha yashash vaqti deyiladi:

aytiladi: $\tau = \frac{1}{\lambda}$

• Boshlang'ich radioaktiv yadrolarning soni e marta kamayishi uchun ketgan vaqtga o'rtacha yashash vaqti deyiladi: $\tau = 1,44 \cdot T$; $T = 0,69 \cdot \tau$

• t vaqt ichida yemirilgan yadrolar soni (ΔN): $\Delta N = N_0 - N = N_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}})$

t vaqt ichida yemirilgan yadrolar foizini topish: $\frac{\Delta N}{N_0} \cdot 100\% = (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) \cdot 100\%$

• t vaqtdan so'ng yemirilmay qolgan yadrolar foizini topish: $\frac{N}{N_0} \cdot 100\% = 2^{-\frac{t}{T}} \cdot 100\%$

• Radioaktiv yadrolarning aktivligi (A) deb vaqt birligi ichidagi yemirilishlar soniga teng bo'lgan kattalikka aytiladi: $A = \frac{\Delta N}{\Delta t}$; $A = \frac{N_0}{\tau} \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$; $A = \lambda N = \frac{0,69 \cdot N}{T} = \frac{N}{\tau}$

• Δt vaqt ichida radioaktiv yadrolarning aktivligi n marta kamaygan bo'lsa:

$$n = 2^{\frac{\Delta t}{T}}; \quad n = \frac{A_1}{A_2};$$

• Radioaktiv oilalar 4 ta: 1) Uran-radiy oilasi 3) Toriy oilasi
2) Aktinouran oilasi 4) Neptuniy oilasi

• Radioaktiv yemirilishda α , β zarrachalar va γ kvantlar ajralib chiqadi.

• α zarra geliy atomining yadrosi bo'lib, ikkita praton va ikkita neytrondan iboratdir: $\alpha = {}_2^4\text{He}$

• β zarrachalar elektronlar oqimidir: $\beta = {}_{-1}^0e$

• γ kvant chastotasi roentgen nurlarining chastotasidan katta bo'lgan elektromagnit to'lqinlardir.

- α yemirilish qonuni: ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$, element davriy sistemada 2 katak oldinga siljiydi.
- β yemirilish qonuni: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$, element davriy sistemada bitta katak orqaga siljiydi.
- γ yemirilishda yadro zaryadi va massa soni o'zgarmaydi.
- γ nurlarining moddaga kiruvchanlik qobiliyati eng katta, α nurlariniki esa eng kichikdir.

90. ELEMENTAR ZARRACHALAR

1_1p – proton	${}^0_{-1}e$ – β zarra	${}^0_0\nu$ – neytrino
${}^0_{-1}e$ – elektron	0_1e – pozitron	${}^0_0\gamma$ – γ kvant, foton
1_0n – neytron	2_1H – deytron	
4_2He – α zarra	3_1H – triton	

- **Aniglyatsiya deb** elektron va pozitronlarning o'zaro ta'sirlashib ular zaryadlarining yo'qolishiga va 2 ta γ kvanti hosil bo'lishi jarayoniga aytiladi: $e^- + \pi^+ \rightarrow 2\gamma$
- Elektron va pozitron aniglyatsiyasi jarayonida ajralib chiqadigan energiya miqdorini topish: $E = (m_e + m_\pi) \cdot c^2$
- **Yadro reaksiyalar.** Ikkita yadro yoki yadro va elementar zarra yadro kuchlari hisobiga o'zaro ta'sirlashib yadrolar tarkibining o'zgarish jarayoniga yadro reaksiyalari deyiledi.
- **Yadro reaksiyalarida saqlanish qonunlari:**

- 1) Zaryadning saqlanish qonuni
- 2) Nuklonlar sonining saqlanish qonuni
- 3) Energiyaning saqlanish qonuni
- 4) Impulsning saqlanish qonuni

$${}^{A_1}_{Z_1}X + {}^{A_2}_{Z_2}Y \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}B + {}^{A_4}_{Z_4}C; \quad Z_1 + Z_2 \rightarrow Z_3 + Z_4; \quad A_1 + A_2 \rightarrow A_3 + A_4$$

- Yadro reaksiyalarida ajralib chiqadigan energiyani aniqlash:

$$E = (m_1 + m_2 - m_3 - m_4) \cdot c^2; \quad E = (m_1 + m_2 - m_3 - m_4) \cdot 931,5(MeV)$$

m_1 va m_2 reaksiyaga kirishuvchi yadrolarning m_3 va m_4 reaksiya natijasida hosil bo'lgan yadrolarning tinchlikdagi massalari.

- Yadro reaksiyalarida yutilgan yoki ajralgan energiya:

$${}^{A_1}_{Z_1}X + {}^{A_2}_{Z_2}Y \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}B + {}^{A_4}_{Z_4}C; \quad M_1 + M_2 \rightarrow M_3 + M_4$$

$$M_1 - {}^{A_1}_{Z_1}X \text{ yadroning massasi} \quad M_3 - {}^{A_3}_{Z_3}B \text{ yadroning massasi}$$

$$M_2 - {}^{A_2}_{Z_2}Y \text{ yadroning massasi} \quad M_4 - {}^{A_4}_{Z_4}X \text{ yadroning massasi}$$

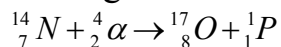
- 1) Agar $M_1 + M_2 > M_3 + M_4$ bo'lsa, energiya ajraladi va bu energiya:

$$\Delta m = (M_1 + M_2) - (M_3 + M_4); \quad \Delta E = 931 \frac{MeV}{m.a.b} \cdot \Delta m; \quad \Delta E > 0 \text{ bo'ladi.}$$

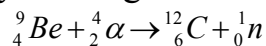
- 2) Agar $M_1 + M_2 < M_3 + M_4$ bo'lsa, energiya yutiladi va bu energiya:

$$\Delta m = (M_1 + M_2) - (M_3 + M_4); \quad \Delta E = 931 \frac{MeV}{m.a.b} \cdot \Delta m; \quad \Delta E < 0 \text{ bo'ladi}$$

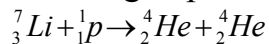
- 1) Yadro o'zgarishlari kuzatilgan birinchi tajriba (1919 yil, Rezerford)



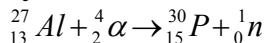
- 2) Neytronning kashf etilishi (1932 yil Chedvik)



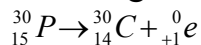
- 3) Tezlashtirilgan protonlarni birinchi bor ishlatilishi (1932 yil)



4) Suniy radiaktiv elementlarning birinchi bor olinishi (1932 yil, F.Jolio-Kyuri)

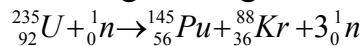


5) Pozitronning kashf etilishi (1932 yil, F.Jolio-Kyuri)



- Neytron yordamida uyg'otilgan holatga o'tkazilgan og'ir yadrolar bo'linish mahsulatlarining taxminan ikkita bir xil qismga ajralish yadro reaksiyalariga **og'ir yadrolarning bo'linishi** deyiladi.

- Og'ir yadrolarning bo'linish reaksiyasini birinchi bor 1930 yilda Gan, Shtrasman, Maytner amalga oshirgan.



- Bitta Uran(U) yadrosi bo'linganida 200MeV energiya ajralib chiqadi.

- Massasi m ga teng bo'lgan Uran moddasi to'la bo'linganida ajralib chiqadigan

energiyani topish: $E = \frac{m}{M} N_A \cdot 200 \text{ MeV}$; $E = m \cdot 5,1 \cdot 10^{29} \text{ eV}$; $E = m \cdot 8,17 \cdot 10^{10} \text{ J}$

- Og'ir yadrolarning bo'linishida katta miqdorda energiya ajralib chiqadi.

- O'zini-o'zi davom ettiruvchi og'ir yadrolarning bo'linish reaksiyalariga zanjir yadro reaksiyalari deyiladi.

- Yadrolarning bo'linish reaksiyasi boshqariladigan qurilmaga **yadro reaktori** (atom reaktori) **deyiladi**.

- Og'ir yadro bo'linishida bo'lish uchun ishlatilgan neytrondan tashqari 2 ta yoki 3 ta neytron hosil bo'ladi, bu neytronlar yangi yadrolarni bo'lishda ishtirok etadi. Bo'linishda neytronlari soni keskin ortadi. Bo'linishning keyingi jarayonidagi neytronlar sonining oldingi jarayonidagi neytronlar soniga nisbati neytronlarning ko'payish koeffisienti deyiladi, va k bilan belgilanadi. $k=1$ bo'lsa, reaksiya doimiy o'zgarmas tezlikda davom etadi, $k < 1$ bo'lsa reaksiya so'nadi, $k > 1$ bo'lsa reaksiya keskin tezlashib portlash ro'y beradi.

- **Yadro yoqilg'isi:** uran izotoplari- ${}_{92}^{235}\text{U}$, ${}_{92}^{238}\text{U}$, Plutoniya - ${}_{94}^{239}\text{Pu}$

- **Neytronlarni keskinlatgich:** suv, og'ir suv, grafit.

- **Issiqlikni tashuvchilar:** suv, suyuq natriy.

- **Reaksiyani boshqaruvchi** (neytronlarni yutuvchi) modda: kadmiy, bor

- **Himoya vositasi:** beton, temir qobiq, qo'rg'oshin.

- Yuqori temperaturada (10^7-10^9 K) yengil yadrolarning qo'shilish reaksiyasiga **termoyadro reaksiyasi** deyiladi.

Ba'zi fizik doimiylar

1. Erkin tushish tezlanishi	$g = 9,8m/s^2$
2. Tovushning havoda tarqalish tezligi	$v = 330m/s$
3. Gravitatsiya doimiysi	$G = 6.67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 / kg^2$
4. Normal atmosfera bosimi	$P_0 = 1atm = 1.0132 \cdot 10^5 Pa$
5. Avagadro soni	$N_A = 6.023 \cdot 10^{23} mol^{-1}$
6. Normal sharoitdagi ideal gazning molyar hajmi	$V_{\mu_0} = 22.4 \cdot 10^{-3} m^3 / mol$
7. Universal gaz doimiysi	$R = 8.31 J/mol \cdot K$
8. Loshmidt soni	$n_0 = 2.7 \cdot 10^{25} m^{-3}$
9. Bolsman doimiysi	$k = 1.38 \cdot 10^{-23} J / K$
10. Faradey soni	$F = 9.65 \cdot 10^4 C / mol$
11. Elementar zaryad miqdori	$e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$
12. Elektrning tinchlikdagi massasi	$m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} kg = 5.49 \cdot 10^{-15} m.a.b.$
13. Elektron zaryadining massasiga nisbati	$\frac{e}{m_e} = 1.76 \cdot 10^{11} C / kg$
14. Protonning tinchlikdagi massasi	$m_p = 1.672 \cdot 10^{-27} kg$
15. Neytronning tinchlikdagi massasi	$m_n = 1.675 \cdot 10^{-27} kg$
16. Vodorod atomining massasi	$m_h = 1.6729 \cdot 10^{-27} kg$
17. Massaning atom birligi	$1m.a.b. = 1.66 \cdot 10^{-27} kg$
18. Yorug'likning vakuumdagi tezligi	$c = 3.00 \cdot 10^8 m/s$
19. Elektr doimiysi	$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F / m$
20. Magnit doimiysi	$\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7} Gn / m$
21. Stefan-Bolsman doimiysi	$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} Vt / m^2 \cdot K^4$
22. Vin doimiysi	$b_0 = 2.89 \cdot 10^{-3} m / K$
23. Plank doimiysi	$h = 6.625 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
24. Ridberg doimiysi	$R = 1.10 \cdot 10^7 m^{-1}$

O'nli old qo'shimchalar		
Nomi	Belgilanishi	Ko'paytuvchi
milli	m	10^{-3}
mikro	mk, μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
kilo	k	10^3
Mega	M	10^6
Giga	G	10^9
Tera	T	10^{12}

Infraqizil nurlar $\lambda = 7,4 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-3} m$ Ultrabinafsha nurlar $\lambda = 1 \cdot 10^{-8} \div 4 \cdot 10^{-7} m$
 Rentgrn nurlari $\lambda = 1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-7} m$ γ -gamma nurlar $\lambda \leq 10^{-10} m$

MUNDARIJA

1	Kinematika. To'g'ri chiziqli tekis harakat. Yo'l. Ko'chish . Tezlik	1
2	Notekis harakat.O'rtacha tezlik	1
3	Nisbiy tezlik.Natijaviy tezlik. Tezlik o'zgarishini topish	2
4	Tekis tezlanuvchan harakatda yo'l, tezlik va tezlanish	2
5	Tekis sekinlanuvchan harakatda yo'l, tezlik va tezlanish	3
6	Aylana bo'ylab tekis harakat.Aylanish davri, aylanish chastotasi. Chiziqli va burchak tezlik. Markazga intilma tezlanish	4
7	Aylana bo'ylab notekis harakat. Burchak tezlik va tezlanish. Tangensial va to'la tezlanish	5
8	Aylanma harakatni uzatish	6
9	Erkin tushish	6
10	Vertikal yuqoriga otilgan jism harakati	7
11	Gorizontal otilgan jism harakati	8
12	Gorizontal qiya otilgan jism harakati	9
13	DINAMIKA. Nyutonning I, II, III qonuni. Butun olam tortishish qonuni	10
14	Og'irlik kuchi	11
15	Kosmik tezliklar	12
16	Jismning og'irligi. Yuklanish	12
17	Ishqalanish kuchi	13
18	Qarshilik kuchi	15
19	Markazga intilma kuch	15
20	Qo'zg'almas blokka osilgan yuk. Ko'char blok	16
21	Guk qonuni. Elastiklik kuchi	16
22	Taranglik kuchi	17
23	Arximed kuchi	17
24	Impuls va uning saqlanish qonuni. Noelastik, markaziy va elastik to'qnashish. Reaktiv harakat	19
25	Mexanik ish. Quvvat. Mexanizmlarning FIK	21
26	Mexanik energiya.Kinetik energiya. Potensial energiya.Energiyaning saqlanish qonuni	22
27	Statika. Jismlarning muvozanatda bo'lish sharti	22
28	Suyuqlik va gazlar mexanikasi. Suyuqlik va gazlarda bosim. Paskal qonuni	24
29	Tutash idishlar. Gidravlik press. Gidravlik domkrat	25
30	Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi. Bernulli tenglamasi	25
31	MOLEKULAR FIZIKA. Molekulyar kinetik nazariya.Massa atom birligi. Avagadro soni. Nisbiy atom massa. Modda miqdori. Molyar massa. Konsentratsiya.zichlik. Broun harakati	26
32	Gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi. Ideal gaz	27
33	Temperatura. O'rtacha kvadratik tezlik. Kinetik energiyasi. Universal gaz doimiysi	27
	Mendeleev-Klapeyron tenglamasi.Avagadro qonuni	28
34	Gaz qonunlari. Izojarayonlar. Izotermik, Izobarik va Izoxorik jarayon	28
35	TERMODINAMIKA. Ichki energiya	30
36	Issiqlik miqdori. Yoqilg'i vositasida ishlovchi dvigatelning F.I.K	30
37	Termodinamikada ish	31
38	Termodinamikaning I-qonuni	31
39	Termodinamika I-qonunining izojarayonlarga tadbiqu. Adiabatik jarayon	31
40	Issiqlik dvigatellari va ularning F.I.K. Karno sikli	32
41	Suyuqlik va qattiq jismlarning xossalari	32
	Qaynash.Bug'lanish. Kondensatsiya. Absalyut va nisbiy namlik	33
42	Suyuqliklarda sirt taranglik kuchi	33
43	Qattiq jism va suyuqlik chegarasidagi hodisalar	34
44	Qattiq jismlarning erish issiqligi. Kristall, polikristall, amorf, monokristall qattiq jismlar	34
45	Mexanik tebranishlar. Tebranish davri, chastotasi va amplitudasi. Matematik mayatnik	35
	Garmonik tebranma harakat.Prujinali mayatnik	37
46.	Mexanik to'lqinlar. Bo'ylama to'lqinlar. Ko'ndalang to'lqinlar	39
	To'lqin uzunligi. Tovush to'lqinlari. To'lqin energiyasi. Tovush intensivligi	40
47	ELEKTRASTATIKA. Elektr zaryadi. Elementar zaryad. Kulon qonuni	40
48	Elektr maydoni. Elektr maydon kuchlanganlik vektori. Zaryadning sirt zichligi	41

49	Elektr maydonida zaryadni ko`chirishda bajarilgan ish	42
	Potensial. Ishni potensial va potentsiallar farqi orqali ifodalash	43
50	O`tkazgichlarning elektr sig`imi. Kondensator	44
51	Kondensatorlarni ketma– ket va parallel ulash	45
52	Zaryadlangan jismning va kondensatorning potensial energiyasi	45
53	ELEKTRODINAMIKA. O`zgarmas elektr toki. Tok kuchi. Elektr tokining zichligi	46
54	Zanjirning bir qismi uchun om qonuni	46
	O`tkazgichlar ketma–ket va parallel ulash. Amprimetr va voltimetr ga shunt ulash. Tok manbai	47
55	To`la zanjir uchun om qonuni. manbaning FIK	48
56	Elektr tokining ishi va quvvati	49
57	Joul-lens qonuni	50
58	Elektrolitlarda elektr toki. Faradeyning birinchi qonuni. Faradeyning 2-qonuni	51
59	Vakum elektr toki	52
60	Yarim o`tkazgichlarda elektr toki	52
61	Magnetizm	61
62	Lorens kuchi	62
63	Magnit oqimi. Amper kuchining bajargan ishi. Magnit oqimi	55
64	Elektromagnit induksiya. Elektromagnit induksiya qonuni. Lens qoidasi	55
65	O`zinduksion EYuK. Diamagnetik, paramagnetik, ferromagnetiklar	56
66	Elektromagnit tebranishlar	57
67	O`zgaruvchan elektr toki	58
	Ketma-ket ulangan resistor, kondensator va g`altakdan iborat o`zgaruvchan tok zanjiri	60
	O`zgaruvchan tok zanjirida rezonans. O`zgaruvchan tokning quvvati. Quvvat koeffitsiyenti.	61
	Zanjirda yo`qotilgan quvvat	
68	Transformator	61
69	Elektromagnit to`lqinlar	62
70	OPTIKA. Geometrik optika. Yorug`likning qaytish qonuni va sinish qonuni	64
	To`la ichki qaytishning chegaraviy burchagi	66
71	Linzalar	67
72	Optik asboblari. Lupa. Mikroskop. Proyeksion aparat. Fotoaparat. Ko`z	70
73	To`lqin optikasi	71
74	Yorug`lik interferensiyasi	71
75	Yorug`lik difraksiyasi	72
76	Yorug`lik dispersiyasi	74
77	Yorug`likning qutblanishi	74
78	Nurlanish spektrlari	75
79	Rentgen nurlari	75
80	Elektromagnit to`lqinlar shkalasi	76
81	Nisbiylik nazariyasi. Masofaning qisqarishi. Jism uzunligi va hajmini qisqarishi. Zichlik, Massa, Impuls va vaqitning ortishi. Tezliklarni qo`shish (natijaviy tezlik). Nisbiy tezlikni topish	76
82	Kvant mexanikasi.. Plank gipotezasi. Fotonning massasini . Fotonning impulsi	78
83	Fotoeffekt. Fotoeffekt qonunlari. Eynshteyn tenglamasi. Fotoeffektning qizil chegarasi	79
84	Yorug`lik bosimi	80
85	Atom va yadro fizikasi	80
86	Bor postulatlar. Energetik sathlar	80
87	Lazer	81
88	Atom yadrosining tarkibi. . Izotoplar. Izotonlar. Izobarlar. Massa deffekti	82
89	Radioaktivlik. Radioaktiv yemirilish qonuni. Yarim yemirilish davri	83
90	Elementar zarrachalar. Yadro reaksiyalarida saqlanish qonunlari	84
	Yadro reaktori	85
	Ba`zi fizik doimiylar	86
	X.N.J.....	