

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA‘LIM, FAN VA  
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**RENESSANS TA‘LIM UNIVERSITETI**

**«MATEMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI»  
KAFEDRASI**

**Sirtqi ta‘lim yo‘nalishidagi bakalavrlar uchun “Fizika”  
fanidan mustaqil ishlarni tashkil etish uchun uslubiy  
qo‘llanma**

**I-qism**

I.X. Turapov “Fizika” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy qo‘llanma.  
– Toshkent: RTU, 2023. - 54 b.

Mazkur uslubiy qo‘llanma o‘quv rejasida “Fizika” fanini o‘qitish rejalashtirilgan bakalavriat yo‘nalishlari uchun mo‘ljallangan. Unda I bosqich bakalavrlari uchun fandan kuzgi o‘quv mavsumida mustaqil o‘rganilishi ko‘zda tutilgan mavzular ro‘yxati, mustaqil ish topshiriqlari va ulardagi masalalarning namunaviy yechimlari keltirilgan, fizik doimiylar va moddalarning xossalari ilovalangan va o‘quv-uslubiy adabiyotlar ro‘yxati ko‘rsatilgan.

Renessans ta’lim universiteti Kengashining qarori bilan nash etildi.

T A Q R I Z C H I L A R:

TDTU dotsenti, f.-m.f.b.f.d., PhD.

J.B. Xo‘janiyozov

RTU dotsenti, f.-m.f.n.,

D.E. Davletov

M U H A R R I R : “Matematika va axborot texnologiyalari” kafedrası  
katta o‘qituvchisi: Z.Q. Hamroyeva

## KIRISH

Hozirgi kunda Respublikamizda oliy ta'limda kredit-modul tizimiga asoslangan o'qitish tizimiga o'tildi. Ushbu tizimda talabaning mustaqil ish uchun ajratilgan soatlar hajmi katta ahamiyatga ega. Shu munosabat bilan talabalarda mustaqil ta'limni shakllantirish va mustaqil o'rganishga bag'ishlangan uslubiy ko'rsatmalarga talab ortmoqda. Fan bo'yicha namunaviy fan dasturidagi talablar to'liq bajarilishi uchun talaba tomonidan mustaqil ravishda mavzular o'rganilishi zarurati tug'iladi.

Talabalar mustaqil ishi ularning auditoriya mashg'ulotlarida olgan bilimlarini mustahkamlash, chuqurlashtirish, kengaytirish va to'ldirishga xizmat qilishi kerak. Bundan tashqari fanning sillabusda rejalashtirilgan bir qator mavzularni talabalar o'quv adabiyotlari yordamida mustaqil o'rganishiga to'g'ri keladi.

Talabalarning fan bo'yicha mustaqil ishini tashkil etish va uni shaklini belgilash tegishli kafedra tomonidan amalga oshiriladi. Bu masala "Matematika va axborot texnologiyalari" kafedrasining 2023 yil \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_-majlisida muhokama etildi. Bu majlis qaroriga asosan kafedra fanlari bo'yicha talabalarning auditoriyadan tashqari mustaqil ishi ma'lum bir mavzu bo'yicha amaliy mazmunli hisob-kitob ko'rinishdagi topshiriqlarni bajarishdan iborat deb tasdiqlandi.

Ushbu uslubiy qo'llanmada ishchi o'quv rejasida kuzgi mavsumdagi mustaqil ishni tashkil etish masalalari qaralgan. Unda fandan sillabusda nazarda tutilgan o'rganilishi rejalashtirilgan Mexanika va Molekulyar fizika bo'limlari bo'yicha muammoli misol-masalalardan iborat bo'lgan yozma ish topshiriqlari keltirilgan.

Talabalarga mustaqil ishni bajarish uchun uslubiy yordam sifatida topshiriqlardagi misol-masalalarning namunaviy yechimlari, adabiyotlar ro'yxati keltirilgan. O'quv guruhidagi talabalar soni 30 tagacha bo'lishini hisobga olib har bir topshiriq 30 variantdan iborat ko'rinishda tuzildi. Odatda talabaning varianti uning o'quv guruhi jurnalidagi tartib raqami bilan aniqlanadi yoki o'qituvchi

tomonidan tayinlanadi. Yozma ish topshiriq variantlaridagi masalalar tipik ko'rinishda bo'lib, bir-biridan asosan unga kiruvchi parametrlarning qiymatlari bilan farq qiladi. Shu sababli barcha variantlar bo'yicha topshiriqlar murakkabligi bir xil darajadadir.

Mustaqil ish topshiriqlari va referat mavzulari talabalarga kuzgi mavsum boshida tarqatiladi. Talabalar mustaqil ish topshiriqlari va referatlarni tegishli ma'ruzalar va amaliy mashg'ulotlar o'tilayotgan davrda bajarib borishlari kerak.

Mustaqil ish topshirig'i bo'yicha tegishli ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar o'tib bo'lingandan keyin bir hafta ichida talaba tegishli topshiriqni bajarishi va uni yozma ko'rinishda o'qituvchiga topshirishi shart. O'z muddatida topshirilmagan mustaqil ish topshiriqlari bajarilmagan deb hisoblanadi va ko'rsatilgan vaqtdan keyin qabul qilinmaydi va ularga ball qo'yilmaydi.

Sirtqi ta'lim shaklida o'qiyotgan talabalar mustaqil ish topshiriqlarini 1 haftalik boshlang'ich mavsumda oladilar va mashg'ulotlarga qayta kelishlaridan oldin bajarib topshiradilar.

Uslubiy qo'llanmada fandan talabalar mustaqil ishi topshiriqlari bajarilishini nazorat qilish tartibi va ularni baholash mezonlari ham keltirilgan. O'quv mavsumi davomida talabaning fandan mustaqil ish topshiriqlarini bajarish bo'yicha olgan baholari yoki to'plagan ballari joriy nazorat bahosiga yoki ballariga qo'shib boriladi.

## MUSTAQIL ISH TOPSHIRIQLARI

### 1. Moddiy nuqtaning tekis va o'zgaruvchan harakati

Umumiy holda to'g'ri chiziqli harakatning tezligi

$$v = \frac{ds}{dt}$$

Tezlanishi  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2},$

To'g'ri chiziqli tekis harakat bo'lganda

$$v = \frac{S}{t} = \text{const} \quad \text{va} \quad a = 0$$

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat bo'lganda, quyidagi ifodalar kelib

chiqadi:  $S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad v = v_0 + at \quad a = \text{const}.$

Bu tenglamalarda  $a$  tezlanish harakat tekis tezlanuvchan bo'lsa musbat va tekis sekinlanuvchan bo'lsa manfiy bo'ladi.

Egri chiziqli harakatda to'la tezlanish quyidagiga tengdir:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}.$$

Bunda  $a_t$  - tangensial tezlanish,  $a_n$  - normal (markazga intiltirma) tezlanish bo'lib

$$a_t = \frac{dv}{dt} \quad \text{va} \quad a_n = \frac{v^2}{R}$$

ko'rinishlarda hisoblanadi. Bunda  $v$  – harakatning tezligi va  $R$  - trayektoriyaning berilgan nuqtadagi egrilik radiusi.

Umumiy holda aylanma harakatda burchak tezlik

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt},$$

burchak tezlanish esa

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}.$$

Tekis aylanma harakatda burchak tezlik quyidagiga tengdir

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

bunda  $T$  - aylanish davri,  $\nu$  - aylanish chastotasi, ya'ni vaqt birligidagi aylanishlar soni.

Burchak tezlik  $\omega$  chiziqli tezlik  $v$  bilan quyidagi munosabat orqali

$$v = \omega \cdot R$$

bog'langan.

Aylanma harakatda tangensial va normal tezlanishlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$a_t = \varepsilon R; \quad a_n = \omega^2 R.$$

Ilgarilanma va aylanma harakatining tenglamalari 1-jadvalda taqqoslangan.

| Ilgarilanma harakat                     | Aylanma harakat  |
|---|--|
| <b>Tekis harakat</b>                    |  |
| $S = v t$                               | $\varphi = \omega t$   |
| $v = const$                             | $\omega = const$   |
| $a = 0$                                 | $\varepsilon = 0$  |
| <b>Tekis o'zgaruvchan harakat</b>       |  |
| $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$            | $\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$           |
| $v = v_0 + at$                          | $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$                          |
| $a = const$                             | $\varepsilon = const$  |
| <b>Notekis harakat</b>                  |  |
| $s = f(t)$                              | $\varphi = f(t)$   |
| $v = \frac{ds}{dt}$                     | $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$                               |
| $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$ | $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ |

## Mavzuga doir masalalar yechish

1. Agar katerning oqim bo'yicha tezligi 72 km/soat, oqimga qarshi tezligi 50,4 km/soat bo'lsa oqim tezligini toping.

Berilgan:  $v_1 = 72 \text{ km/soat} = 20 \text{ m/s}$   
 $v_2 = 50,4 \text{ km/soat} = 14 \text{ m/s}$

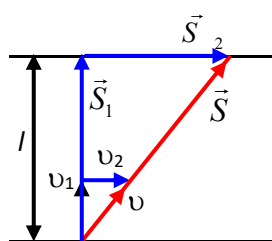
Yechish: qayiq oqim bo'yicha harakatlanganda, uning nisbiy tezligi qayiqning ( $v_q$ ) va oqimning ( $v_{oq}$ ) tezliklarining algebraik yig'indisiga teng bo'ladi:  $v_1 = v_q + v_{oq}$ . Qayiq oqimga qarshi harakatlanganda uning tezligi  $v_2 = v_q - v_{oq}$ . Bu tenglamalarni birgalikda yechib oqimning va qayiqning tezliklarini hisoblaymiz, ya'ni  $v_q = 17 \text{ m/s}$ ,  $v_{oq} = 3 \text{ m/s}$  ga ega bo'lamiz.

$v_{oq} = ?$  Javob: oqim tezligi 3 m/s ga teng.

2. Suzuvchi suvga nisbatan biror  $\vec{v}_1$  tezlik bilan harakat qilib, kengligi  $l$ -ga teng bo'lgan daryoni oqimga tik ravishda kesib o'tayapdi. Agar daryo oqimining tezligi  $\vec{v}_2$  bo'lsa, suzuvchining qirg'oqqa nisbatan ko'chishi va tezligi nimaga teng? Suzuvchi daryoni qancha vaqtda kesib o'tadi?

Berilgan:  $\vec{v}_1, \vec{v}_2, l, \vec{s} = ?, v = ?, t = ?$

Yechish: suzuvchi suvga bog'langan sanoq sistemasiga nisbatan hamisha oqimga perpendikulyar yo'nalishda  $\vec{v}_1$  tezlik bilan harakatlanadi. Uning  $\vec{s}_1$  ko'chishining moduli daryoning  $l$  eniga teng, ya'ni  $|\vec{s}_1| = l$ . Daryoni suzib o'tish uchun ketgan vaqt  $t = l / v_1$  tenglikdan topiladi. Suzuvchining qirg'oqqa nisbatan  $\vec{s}$  ko'chishi uning suvga nisbatan  $\vec{s}_1$  ko'chishi bilan suvning qirg'oqqa nisbatan  $\vec{s}_2$  ko'chishi yig'indisiga teng:  $\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$ .  $\vec{s}_2$  ning modulini  $s_2 = v_2 \cdot t$  tenglikdan topamiz.



$$s_2 = v_2 \frac{l}{v_1}$$

Ko'chish vektorlari tasvirlangan uchburchakdan ko'chishni topsak:

$$s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = \sqrt{l^2 + \frac{v_2^2}{v_1^2} l^2} = l \sqrt{1 + \frac{v_2^2}{v_1^2}}$$

Suzuvchining qirg'oqqa nisbatan tezligi  $v_1$  ni tezliklar uchburchagidan topamiz

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

Suzuvchining suzib o'tish vaqti  $t = \frac{s}{v}$  ifoda yordamida aniqlanadi.

3. Jism bosib o'tgan yo'li  $s$  ning  $t$  vaqtga bog'liqligi  $s = A - Bt + Ct^2$  tenglama orqali berilgan, bunda  $A = 6$  m,  $B = 3$  m/s va  $C = 2$  m/s<sup>2</sup>. Jismning 1 s dan 4 s gacha bo'lgan vaqt oralig'ida o'rtacha tezligi va o'rtacha tezlanishi topilsin.

**Berilgan:**

$$s = A - Bt + Ct^2$$

$$B = 3 \text{ m/s}, C = 2 \text{ m/s}^2$$

$$t_1 = 1 \text{ s}, t_2 = 4 \text{ s}$$

$$\bar{v} = ?, \quad \bar{a} = ?$$

**Yechilishi:**

Berilgan tenglamadan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosila olinsa, natija tezlikning vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasini beradi:

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{d}{dt}(A - Bt + Ct^2) = -B + 2Ct.$$

$$v_1 = -3 + 2 \cdot 2 \cdot 1 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_2 = -3 + 2 \cdot 2 \cdot 4 = 13 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Berilgan  $s$  yo'lining  $t$  vaqtga bog'lanish tenglamasidan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosila moddiy nuqtaning tezlanishiga teng bo'ladi:

$$a = \frac{d}{dt} \left( \frac{ds}{dt} \right) = \frac{d}{dt}(-B + 2Ct) = 2C.$$

$$\bar{a} = 2 \cdot 2 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

4. Otliq 40 minutda 5 km yo'l bosdi. Keyingi 1 soatda 10 km/soat tezlik bilan yurdi. Otliqning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligini aniqlang.

Berilgan:

$$t_1 = 40 \text{ min} = 2400 \text{ s}$$

$$s_1 = 5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$$

Yechish: otliqning  $t_2$  vaqt ichidagi bosib o'tgan yo'lini

$$\text{hisoblaymiz: } s_2 = v_2 \cdot t_2 = 10 \text{ km/soat} \cdot 1 \text{ soat} = 10 \text{ km} = 10000 \text{ m},$$

otliqning butun bosib o'tgan yo'li  $s = s_1 + s_2 = 15000$  m, otliqning

to'liq harakat vaqti esa  $t = t_1 + t_2 = 2400 + 3600 = 6000$  s va nihoyat



$t_2=1$  soat otligning o'rtacha tezligi  $v_{or} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{t} = \frac{15000m}{6000s} = 2,5m/s$  ga

$v_2=10km/soat$  tengligi kelib chiqadi.

$v_{o,r}=?$  Javob: otligning o'rtacha tezligi  $2,5m/s$  ga teng.

5. Radiusi  $R = 10$  sm g'ildirak  $\varepsilon = 3.14$  rad/s<sup>2</sup> o'zgarmas burchak tezlanish bilan aylanadi. Harakat boshlanishidan keyingi birinchi sekundning oxirida g'ildirak gardishidagi nuqtalarning: 1) burchak tezligi; 2) chiziqli tezligi; 3) tangensial tezlanishi; 4) normal tezlanishi; 5) to'la tezlanishi va 6) to'la tezlanish bilan g'ildirak radiusi orasidagi burchak topilsin.

**Berilgan:**

$R=10$  sm

$\varepsilon = 3.14$  rad/s<sup>2</sup>

$\varepsilon = \text{const}$

$\varepsilon = ?$

**Yechilishi:**

Aylanma harakat kinematikasining tenglamalaridan foydalanib, topshiriqda berilgan barcha savollarga quyidagicha javob topiladi:

$$\omega_0 = 0 \rightarrow \omega = \varepsilon t. \quad \omega = 3.14 \text{ rad/s}^2.$$

$$\vartheta = \omega R = 0.1 \cdot 3.14 = 0.314 \text{ m/s}. \quad \vartheta = 0.314 \text{ m/s}.$$

$$a_t = \varepsilon R = 3.14 \cdot 0.1 = 0.314 \text{ m/s}^2. \quad a_t = 0.314 \text{ m/s}^2.$$

$$a_n = \frac{\vartheta^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2 R = (\varepsilon t)^2 R = (3.14 \cdot 1)^2 \cdot 0.1 \approx 1 \text{ m/s}^2. \quad a_n = 1 \text{ m/s}^2.$$

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 1.035 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{a_t}{a_n} \rightarrow \alpha = \text{arctg} \left( \frac{a_t}{a_n} \right) = \text{arctg} \left( \frac{0.314}{1} \right) \approx 17.5^\circ. \quad \alpha = 17.5^\circ.$$

6. Jismni gorizontga  $\alpha = 45^\circ$  burchak ostida  $\vartheta_0 = 10$  m/s tezlik bilan otilgandan 1 s o'tgach, jism traektoriyasining egrilik radiusi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

**Berilgan:**

$\alpha = 45^\circ$

$\vartheta_0 = 10$  m/s

$t = 1$  s

**Yechilishi:**

Traektoriyaning egrilik radiusi aniqlanayotgan nuqtasidagi to'la tezlanish va tezliklarni perpendikulyar tashkil etuvchilarga ajratgan holda quyidagi tenglikni olamiz:

$$R = ?$$

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha = v \cos \alpha \\ v_y = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} v_0 \cos \alpha = v \cos \beta \\ a_n = g \cos \beta = \frac{v^2}{R} \end{cases} \rightarrow R = \frac{v^3}{g v_0 \cos \alpha}$$

$$\begin{cases} a_t = g \sin \beta \\ a_n = g \cos \beta \end{cases}$$

$$R = \frac{\left( \sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (v_0 \sin \alpha - gt)^2} \right)^3}{g v_0 \cos \alpha} \quad R = 6.3 \text{ m.}$$

7. Agar elektropoyezd yo'lining uchdan bir qismini 5 m/s tezlik bilan, qolgan qismini 20 m/s tezlik bilan bosib o'tgan bo'lsa uning o'rtacha tezligini toping.

Berilgan: Yechish: o'rtacha tezlikni hisoblash uchun  $v_{or} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$  (1)

ifodadan foydalanamiz. Shuningdek harakat vaqtlarini

$$v_1 = 5 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 20 \text{ m/s}$$

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{\frac{1}{3}s}{5} = \frac{s}{15} \text{ va } t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{\frac{2}{3}s}{20} = \frac{2s}{60} \text{ (2) ko'rinishda yozamiz}$$

$$s_1 = \frac{1}{3}s$$

$$s_2 = \frac{2}{3}s$$

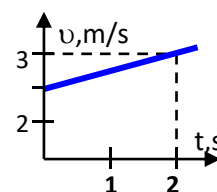
(1) ifodaga (2) ifodani qo'yib elektropoyezdning o'rtacha tezligini hisoblaymiz

$$v_{or} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{\frac{s}{15} + \frac{2s}{60}} = \frac{3v_1 v_2}{v_2 + 2v_1} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 20}{20 + 2 \cdot 5} = 10 \text{ m/s}$$

bunda s-to'liq Javob: elektropoyezdning o'rtacha tezligi 10 m/s ga teng.  
harakat yo'li

$$v_{or} = ?$$

8. Grafikdan foydalanib jismning tezlanishini hisoblang.



Yechish: grafikdan ko‘rinib turibdiki, jismning tezligi 2 s da 2 m/s dan 3 m/s ga o‘zgargan. Demak  $v_0=2\text{m/s}$ ,  $v=3\text{m/s}$ ,  $\Delta v=v-v_0=3\text{m/s}-2\text{m/s}=1\text{m/s}$ , shuningdek  $\Delta t=2\text{s}$ .

Tezlanish ta‘rifi formulasiga ko‘ra jismning tezlanishini hisoblaymiz:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1\text{ m/s}}{2\text{ s}} = 0,5\text{ m/s}^2 \quad \text{Javob: jismning tezlanishi } 0,5\text{ m/s}^2 \text{ ga teng.}$$

9. Tinch turgan joyidan avtomobil  $3\text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatni boshladi. U harakatining 5-sekundida qancha yo‘l bosadi?

Berilgan:

$$v_0=0$$

$$a=3\text{ m/s}^2$$

$$n=5$$

$$\Delta s_5=?$$

Yechish: tekis tezlanuvchan harakatda o‘zaro teng ketma-ket vaqt oraliqlarida bosib o‘tiladigan yo‘lni quyidagicha hisoblash mumkin. Harakat boshlangan paytdan keyin  $n$ -sekundda bosib o‘tilgan  $\Delta s_n$  yo‘lni hisoblash uchun  $n$ -sekundda bosib o‘tilgan yo‘ldan  $(n-1)$  sekundda bosib o‘tilgan yo‘lni ayirish kerak:

$$\Delta s_n = s_n - s_{n-1} \quad (1).$$

$n$  va  $(n-1)$  sekundlarda bosib o‘tilgan yo‘llarning

$$s_n = v_0 n + \frac{a}{2} n^2 \quad \text{va} \quad s_{n-1} = v_0 (n-1) + \frac{a}{2} (n-1)^2 \quad (2)$$

ifodalarini hisobga olgan holda  $\Delta s_n$  uchun quyidagi munosabatga ega bo‘lamiz:

$$\Delta s_n = v_0 + \frac{a}{2} (2n-1) \quad (3).$$

Agar jism boshlang‘ich tezliksiz harakatlanayotgan bo‘lsa (3) munosabatni quyidagicha yozamiz:

$$\Delta s_n = \frac{a}{2} (2n-1) \quad (4).$$

Masala shartida berilgan kattaliklarning qiymatlarini (4) ifodaga qo‘yib jismning 5-sekundida bosib yo‘lini hisoblaymiz:  $\Delta s_5 = \frac{3}{2} (2 \cdot 5 - 1) = 13,5\text{m}$

Javob: jismning 5-sekundida bosib yo‘li  $13,5\text{ m}$  ga teng.

10. Jism tinch holatdan harakatga kelib  $t$  vaqtda  $2a$  tezlanish bilan, so'ngra  $4t$  vaqtda tekis harakat qiladi. Oxirida yana  $2t$  vaqtda  $-a$  tezlanish bilan harakat qildi. Jismning oxirgi tezligini toping.

Berilgan: Yechish: Yo'lning har bir qismi oxiridagi tezliklarni hisoblaymiz:

$$v_0 = 0 \text{ m/s} \quad v_1 = v_0 + a_1 \quad t_1 = 0 + 2 \quad a \quad t = 2 \quad a \quad t \quad ,$$

$$t_1 = t, \quad a_1 = 2 \cdot a \quad v_2 = v_1 + a_2 \quad t_2 = 2 \quad a \quad t + 0 \quad 4 \quad t = 2 \quad a \quad t \quad ,$$

$$t_2 = 4 \cdot t, \quad a_2 = 0 \quad v_3 = v_2 + a_3 \quad t_3 = 2 \quad a \quad t + (-a) \quad 2 \quad t = 2 \quad a \quad t - 2 \quad a \quad t = 0$$

Javob: jismning oxirgi tezligi nolga teng.

$$t_3 = 2 \cdot t, \quad a_1 = -a$$

$$v_3 = ?$$

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

**Berilgan:**  
 $N = 10$   
 $\omega = 20 \text{ rad/s}$   
 $\varepsilon = \text{const}$

**Yechilishi:**  
 Burilish burchagining vaqt qatnashmagan va burilishlar soniga bog'lanish formulasidan foydalangan holda burchak tezlanishini topamiz:

$$\varepsilon = ?$$

$$\begin{cases} \varphi = \frac{\omega^2}{2\varepsilon} \\ \varphi = 2\pi N \end{cases} \rightarrow \frac{\omega^2}{2\varepsilon} = 2\pi N \rightarrow \varepsilon = \frac{\omega^2}{4\pi N}$$

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{4\pi N} = 3.185 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

12. Balandligi  $20 \text{ m}$  bo'lgan binodan tushayotgan jismning boshlang'ich tezligi  $15 \text{ m/s}$ . Yerga urilish paytida uning tezligi nimaga teng?

Berilgan: Yechish:  $h$  balandlikdan erkin tushayotgan jismning yerga urilish paytidagi tezligini quyidagicha hisoblaymiz:  
 $h = 20 \text{ m}$

$$v_0 = 15 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$v = ?$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{\left(15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 \text{ m}} = 25 \text{ m/s}$$

Javob: jismning yerga urilish paytidagi tezligi 25 m/s ga teng?

13. Qandaydir balandlikdan birinchi jism 15 m/s tezlik bilan yuqoriga otildi, ikkinchisi esa erkin tusha boshladi. Birinchi jism boshlang'ich holatga kelganda, ikkinchisi yerga tushgan bo'lsa, jismlar joylashgan balandlikni hisoblab toping.

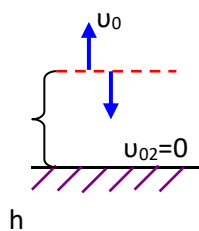
Berilgan:

$$v_{01} = 15 \text{ m/s}$$

$$v_{02} = 0 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h = ?$$



Yechish: birinchi jism  $v_{01}$  tezlik bilan yuqoriga otilgan

bo'lsa, uning ko'tarilish vaqti  $t_k = \frac{v_{01}}{g} = \frac{15 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 1,53 \text{ s}$ .

Shuningdek, jism o'zining oldingi joyiga  $t_t = 1,53 \text{ s}$  dan keyin qaytib keladi. Demak, birinchi jismning harakat vaqti  $t = t_k + t_t \approx 3 \text{ s}$  ga teng.

Ikkinchi jism shu  $t$  vaqt ichida  $h = v_{02} t + \frac{gt^2}{2}$  ga teng yo'l yurib pastga

tushadi. Masala shartiga ko'ra  $v_{02} = 0$  va  $h = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot (3 \text{ s})^2}{2} \approx 44,15 \text{ m}$

Javob: jismlar joylashgan balandlik 44,15 m bo'lgan.

### I topshiriq.

1. Moddiy nuqta 5 s davomida 12 m/s, 10 s davomida 15 m/s va 15 s davomida 6 m/s tezlik bilan harakatlandi. Moddiy nuqtaning shu yo'ldagi o'rtacha tezligi  $\langle v \rangle$  aniqlansin.
2. Avtomobil 10 s davomida  $v_1 = 5 \text{ m/s}$  tezlik,  $t_2 = 15 \text{ s}$  davomida  $v_2 = 7 \text{ m/s}$  va  $t_3 = 5 \text{ s}$  davomida  $v_3 = 10 \text{ m/s}$  tezlik bilan harakatlandi. Moddiy nuqtaning shu yo'ldagi o'rtacha tezligi  $\langle v \rangle$  aniqlansin.

3. Avtomobil o'z yo'lining to'rtidan uch qismini  $v_1=60$  km/h tezlik bilan, yo'lining qolgan qismini esa  $v_2=80$  km/h tezlik bilan o'tdi. Avtomobilning shu yo'ldagi o'rtacha tezligi  $\langle v \rangle$  qanday?
4. Jism yo'lining uchdan ikki qismini  $v_1 = 5$  m/s tezlik bilan, qolgan qismini  $v_2=10$  m/s tezlik bilan o'tdi. O'rtacha tezlik  $\langle v \rangle$  aniqlansin.
5. To'g'ri chiziqi harakat tenglamasi  $x = 3t - 0,25t^2$  ko'rinishga ega. Berilgan harakat uchun koordinitaning va yo'lining vaqtga bog'lanish grafiklari tuzilsin.
6. Jism boshlang'ich  $v_0$  tezlik bilan tekis tezlanuvchan harakat qilmoqda. Agar  $t=2$  s vaqt ichida jism  $S=16$  m masofa bosgan, tezligi esa  $v=3v_0$  bo'lsa, jismning tezlanishini toping.
7. Avtomobil o'z harakati vaqtining birinchi yarmida 80 km/soat tezlik bilan, qolgan vaqtida esa 40 km/soat tezlik bilan harakatlangan. Avtomobil harakatining o'rtacha tezligi topilsin.
8. Jismning bosib o'tgan yo'li  $s$  ning  $t$  vaqtga bog'liqligi  $s = At - Bt^2 + Ct^3$  tenglama orqali berilgan, bunda  $A = 2$  m/sek,  $B = 3$  m/sek<sup>2</sup> va  $C = 4$  m/sek<sup>3</sup>. 1) Tezlik  $v$  va tezlanish  $a$  ning vaqt  $t$  ga bog'liqligi, 2) harakat boshlanishidan 2 sek o'tgandan keyin jismning bosib o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi topilsin.  $0 < t < 3$  sek intervalda 0,5 sek dan oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi chizilsin.
9. Ventilator 900 ayl/min chastotaga mos tezlik bilan aylanadi. Ventilator o'chirilgandan u tekis sekinlanuvchan harakat qilib to to'xtalguncha 75 marta aylangan. Ventilator o'chirilgandan to to'xtalguncha qancha vaqt o'tgan?
10. G'ildirak shunday aylanadiki, g'ildirak radiusining burilish burchagi bilan vaqt orasidagi bog'lanish  $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$  tenglama orqali beriladi, bunda  $B=1$  rad/sek,  $C=1$  rad/sek<sup>2</sup>,  $D=1$  rad/sek<sup>3</sup>. Harakatning ikkinchi sekundining oxirida g'ildirak gardishidagi nuqtaning normal tezlanishi  $a_n = 3,46 \cdot 10^2$  m/s<sup>2</sup> ga teng bo'lsa, g'ildirakning radiusi topilsin.
11. Nuqta  $R=10$  sm aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish  $a_t$  bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlanganda keyingi beshinchi marta aylanish

oxirida nuqtaning tezligi  $v=79,2$  sm/sek ga teng bo'lsa, nuqtaning  $a_t$  tangensial tezlanishi topilsin.

12. Tosh gorizontol yo'nalishda otilgandan 0,5 sek o'tgach, uning tezligi boshlang'ich tezligidan 1,5 marta katta bo'lgan. Toshning boshlang'ich tezligi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.
13. Koptokni  $v_0=5$  m/s boshlang'ich tezlik bilan balkondan yuqoriga tik otdilar.  $t=2$  s dan keyin koptok yerga tushdi. Balkonning yerdan balandligi va koptokning yerga urilish paytidagi tezligi aniqlansin.
14. Jism gorizontga nisbatan  $\alpha=30^\circ$  burchak ostida  $v_0=15$  m/s tezlik bilan otildi. Havoning qarshilik kuchini hisobga olmagan holda, jismning: 1) ko'tarilish balandligi  $h$ ; 2) uchish uzoqligi  $S$ ; 3) uchish vaqti  $t$  topilsin.
15. Daryo suvining oqish tezligi 4 m/s, qayiqning suvga nisbatan tezligi 4 m/s va oqimga perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa, qayiqning qirg'oqqa nisbatan tezligining yo'nalishini toping.
16. Avtomobil ma'lum yo'lni bosib o'tish uchun 40 minut vaqt sarfladi. U yo'lning birinchi yarmini o'zgarimas 30 m/s tezlik bilan, ikkinchi yarmini 20 m/s tezlik bilan o'tdi. Avtomobilning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping (m/s).
17. Yo'lovchi o'zgarimas 3,6 km/soat tezlik bilan harakatlanib, vaqtning uchdan ikki qismini sarfladi, qolgan vaqtda 5,4 km/soat tezlik bilan harakatlandi. Yo'lovchining o'rtacha tezligini hisoblang (km/soat).
18. Ikki stansiya orasidagi 36 km masofani poyezd 30 minutda o'tdi. U 5 minut davomida tekis tezlanuvchan, qolgan vaqtda to'xtaguncha tekis sekinlanuvchan harakat qilgan. Poyezd yo'lning ikkala qismida qanday tezlanishlar bilan harakatlangan?
19. Ikkita avtomobil bir joydan bir yo'nalishda 10s farq bilan yo'lga chiqdi. Agar ikkala avtomobilning tezlanishi  $1 \text{ m/s}^2$  bo'lsa birinchi avtomobil harakat boshlagandan so'ng qancha vaqt o'tgach ular orasidagi masofa 150 m ga teng bo'ladi (s)?

20. Nuqta  $R=2$  sm radiusli aylana bo'ylab harakatlanadi. Yo'lning vaqtga bog'lanishi  $x = Ct^2$  tenglama orqali berilgan, bunda  $C=0,1$  sm/sek<sup>3</sup>. Tezligi  $v=0,3$  m/sek ga teng bo'lganda nuqtaning normal va tangensial tezlanishi topilsin.
21. Boshlang'ich tezligi 6 m/s bo'lgan jism  $2,5$  m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakatlanmoqda. U 17m yo'lni bosib o'tgan paytda tezligi qanday bo'lgan?
22. Jism  $v_0$  boshlang'ich tezlik va o'zgarmas  $a$  tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Jism qancha masofani bosib o'tgandan keyin tezligi 3 marta kamayadi?
23. Ikki jism yuqoridan boshlang'ich tezliksiz tashlandi. Jismlarning biri ikkinchisidan bir sekund keyin tashlandi. Birinchi yuk tashlangandan 2s o'tgach bu ikki jism orasidagi masofa qancha bo'ladi?
24. Jism 60 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qancha vaqtdan so'ng uning tezligi (modul jihatidan) boshlang'ich tezlikdan 4 marta kichik bo'ladi?
25. Jism 180 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushmoqda. Jismning oxirgi sekunddagi ko'chishi birinchi sekunddagi ko'chishidan necha marta katta?
26. Agar ikkinchi tomchi uzilgandan 2 s o'tgach tomchilar orasidagi masofa 25 m ga teng bo'lgan bo'lsa, tomchilar qanday vaqt intervali bilan uzilgan (s)?
27. Boshlang'ich tezliksiz tushayotgan jism oxirgi sekundda 45m yo'lni bosib o'tgan bo'lsa, u qanday balandlikdan tashlangan?
28. Gorizontga  $v_0$  tezlik bilan qiyalatib otilgan jismning harakat vaqti  $t=2,2$  sek ga teng. Uning ko'tarilgan eng katta balandligi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.
29. Tosh  $v_0=20$  m/s boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otilgan.  $t=1$  s dan keyin shunday boshlang'ich tezlik bilan boshqa tosh ham yuqoriga tik otilgan. Toshlar qanday  $h$  balandlikda to'qnashishadi?
30. Yuqoriga tik otilgan tosh  $h=8,6$  m balandlikda  $\Delta t=3$  s oraliq bilan ikki marta bo'ldi. Havoning qarshiligini hisobga olmay, otilgan toshning boshlang'ich tezligini hisoblang.



## 2. Dinamikaning asosiy vazifasi. Nyutonning qonunlari

Dinamikaning asosiy qonuni (Nyutonning ikkinchi qonuni)

$$F dt = d(mv)$$

tenglama bilan ifodalanadi.

Agar massa o'zgarmas bo'lsa, u holda

$$F = m \frac{dv}{dt} = ma ,$$

bundan  $a$  - massasi  $m$  bo'lgan jismning  $F$  kuch ta'sirida olgan tezlanishi.

Izolyatsiyalangan sistemadagi barcha jismlar harakat miqdorining vektor yig'indisi o'zgarmay qoladi, ya'ni:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n = const.$$

Massalari  $m_1$  va  $m_2$  bo'lgan ikki jismning bir to'g'ri chiziq bo'ylab elastikmas markaziy urilishdan keyingi ularning umumiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2},$$

bunda  $v_1$  - birinchi jismning,  $v_2$  - ikkinchi jismning urilishdan ilgarigi tezligi.

Elastik markaziy urilishdan keyin jismlar turlicha tezliklar bilan harakatlanadi. Birinchi jismning urilishdan keyingi tezligi:

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

va ikkinchi jismning urilishdan keyingi tezligi

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

Egri chiziqli harakatda moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuchni ikkiga: tangensial va normal tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.

Normal tashkil etuvchisi

$$F_n = \frac{m v^2}{R}$$

markazga intilma kuchdan iboratdir. Bu yerda  $v$  - massasi  $m$  bo'lgan jismning chiziqli tezligi va  $R$  trayektoriyaning berilgan nuqtadagi egrilik radiusidir.

Elastik deformatsiyalovchi kuch deformatsiyasining  $x$  kattaligiga proporsionaldir, ya'ni:

$$F = Kx,$$

bundan  $k$  - deformatsiya koeffitsiyenti bo'lib, bir birlikda deformatsiyalovchi kuchga miqdor jihatdan tengdir.

Ikki moddiy nuqta (ya'ni o'lchamlari ularning o'zaro oraliqlariga nisbatan juda kichik bo'lgan jismlar) bir-biriga quyidagi kuch bilan tortiladi:

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2},$$

bunda  $\gamma$  -tortishish doimiyligi yoki gravitatsion doimiyligi bo'lib,  $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}\cdot\text{sek}^2$  ga tengdir;  $m_1$  va  $m_2$  o'zaro ta'sir qiluvchi moddiy nuqtalarning massalari:  $R$  - ular orasidagi masofa.

Keplerning uchinchi qonuni quyidagi ko'rinishga egadir:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3},$$

### **Mavzuga doir masala yechish namunalari**

1. Jismga 6 N o'zgarmas kuch ta'sir qilmoqda va uning harakat tezligi  $v_x = 10 + 4t$  munosabat bo'yicha o'zgaryapti. Jismning massasi qanchaga teng?

Berilgan: Yechish: tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jismning oniy tezligi  $v = v_0 + at$  ifoda yordamida aniqlanadi. Masala shartiga

ko'ra jismning boshlang'ich tezligi  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  va tezlanishi  $a = 4 \text{ m/s}^2$  ga teng. Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra jismning massasini hisoblaymiz:  $m = \frac{F}{a} = \frac{6N}{4 \frac{m}{s^2}} = 1,5kg$  Javob: 1,5 kg

$F=6 \text{ N}$

$v_x=10+4t$

$m=?$

2. Qotishmaning tarkibida 90% oltin va 10% mis bor. Qotishmaning zichligini toping. Oltinning zichligi  $19300 \text{ kg/m}^3$  ga, misning zichligi esa  $8900 \text{ kg/m}^3$  ga teng.

Berilgan: Yechish: qotishmaning massasi  $m$ , hajmi  $V$  bo'lsa, u holda uning  $m$ -qotishma massasi zichligi  $\rho = \frac{m}{V}$  formuladan aniqlanadi. Qotishmaning hajmi  $V=V_1+V_2$ , bunda  $V_1$ -oltinning,  $V_2$ -esa misning hajmi. Zichlik  $m_1=0,9m$  -oltinning massasi formulasi ga ko'ra  $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}$  va  $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$  bo'ladi, bunda  $\rho_1$  va  $\rho_2$  – mos  $m_2=0,1m$  -misning ravishda oltin va misning zichligi. Qotishmaning hajmi uchun massasi  $V = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{0,9m}{\rho_1} + \frac{0,1m}{\rho_2}$  ifodaga ega bo'lamiz va  $\rho_1=19300 \text{ kg/m}^3$  qotishmaning zichligini hisoblaymiz:

$\rho_2=8900 \text{ kg/m}^3$

$\rho=?$

$$\rho = \frac{m}{\frac{0,9m}{\rho_1} + \frac{0,1m}{\rho_2}} = \frac{\rho_1 \rho_2}{0,9\rho_2 + 0,1\rho_1} = \frac{19300 \frac{kg}{m^3} \cdot 8900 \frac{kg}{m^3}}{0,9 \cdot 8900 \frac{kg}{m^3} + 0,1 \cdot 19300 \frac{kg}{m^3}} \approx 17281 \frac{kg}{m^3}$$

Javob: qotishmaning zichligi  $17281 \text{ kg/m}^3$  ga teng.

3. Yer sirtidan 100km chuqurlikda erkin tushish tezlanishining qiymati qanday bo'ladi? Yer sirtida erkin tushish tezlanishi  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  va Yer radiusini  $6370 \text{ km}$  ga teng deb hisoblang.

Berilgan: Yechish: ushbu masalani yechish uchun erkin tusish tezlanishining jismning zichligi va radiusiga bog'liqlik ifodasidan foydalanamiz:  $g = \frac{4}{3} G \rho \pi R$

$h = 100\text{km} = 10^5\text{m}$

$$R=6370$$

$$km=63,7 \cdot 10^5 m$$

$$G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$g_h = ?$$

(1), (1)- ifodaga ko'ra  $h$  chuqurlik uchun erkin

tushish tezlanishini yozamiz:  $g_h = \frac{4}{3} G \rho \pi (R-h)$

(2), (1) va (2) ifodalarni bir – biriga bo'lib  $h$  chuqurlikdagi joy uchun erkin tushish tezlanishini

aniqlash ifodasini hosil qilamiz:  $g_h = \frac{R-h}{R} g$  (3)

(3) – ifodaga asosan hisoblashni bajaramiz:

$$g_h = \frac{63,7 \cdot 10^5 m - 10^5 m}{63,7 \cdot 10^5 m} 9,81 \frac{m}{s^2} = 9,66 \frac{m}{s^2}$$

Javob:  $9,66 \text{ m/s}^2$ .

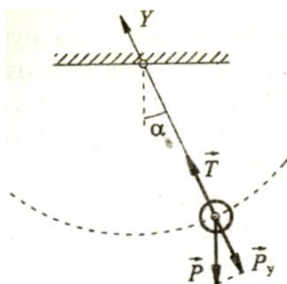
4. Massasi 40 kg bo'lgan bola uzunligi 4 m bo'lgan arg'imchoqda uchmoqda. Muvozanat vaziyatidan 6 m/s tezlik bilan o'tayotganida, u o'rindiqqa qanday kuch bilan ta'sir qiladi?

Berilgan:

$$m=40 \text{ kg}$$

$$l=4 \text{ m}$$

$$v=5 \text{ m/s}$$



Yechish: arg'imchoqqa  $m\vec{g}$  og'irlik kuchi va ipning  $\vec{T}$  taranglik kuchlari ta'sir qiladi. Bu kuchlar ta'sirida arg'imchoq  $a$  tezlanish oladi. Arg'imchoqning harakat tenglamasini quyidagicha yozamiz:

P=?

$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$ . Og'irlik kuchining OY o'qdagi proeksiyasini hisobga olgan holda tenglamani skalyar ko'rinishda yozamiz:  $ma = T - mg \cos \alpha$  yoki

$m \frac{v^2}{l} = T - mg \cos \alpha$ . Bundan  $T = m(\frac{v^2}{l} + g \cos \alpha)$ . Jism muvozanat vaziyatidan

o'tayotganda  $\alpha=0$  va taranglik kuchi esa jismning og'irligi ( $T=P$ )ga teng bo'ladi.

$$P = m(g + \frac{v^2}{l}) = 40 \text{ kg} (9,81 \frac{m}{s^2} + \frac{(5 \frac{m}{s})^2}{4 \text{ m}}) = 642,2 \text{ N} \quad \text{Javob: } 642,2 \text{ N}$$

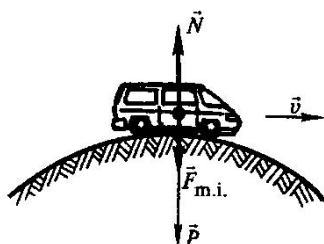
5. Yengil avtomobil egrilik radiusi 70 m bo'lgan qavariq ko'prikdan o'tmoqda. Ko'priq o'rtasida avtomobil tezligi qancha bo'lganda, haydovchining og'irligi ikki marta kamayadi?

Berilgan:

$$R=70 \text{ m}$$

$$P=mg/2$$

$v=?$



Yechish: qavariq ko'priq ustidagi harakat aylananing bir qismi bo'ylab qilingan harakatdir. Bunda avtomobil moduli markazga intilma tezlanishning qiymatiga teng bo'lgan tezlanish bilan harakat qiladi:  $a = \frac{v^2}{R}$ .

Avtomobil ko'prikning eng yuqori nuqtasida bo'lgan paytda bu tezlanish vertikal bo'ylab pastga yo'naladi. Shuning uchun bu nuqtada haydovchining og'irligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = mg - ma = m \left( g - \frac{v^2}{R} \right).$$

Masala shartiga ko'ra  $\frac{mg}{2} = m \left( g - \frac{v^2}{R} \right)$ . Bundan avtomobilning tezligi

$$v = \sqrt{\frac{gR}{2}} = \sqrt{\frac{9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 70m}{2}} = 18,5 \text{ m/s}$$

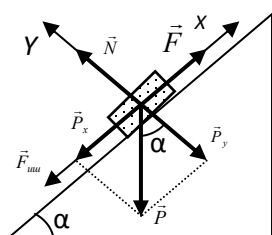
Javob: 18,5 m/s.

6. Qiyaligi  $60^\circ$  bo'lgan tekislikda jism  $5,6 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan sirpanib tushmoqda. Ishqalanish koeffitsientini toping.

Berilgan:

$$\alpha=60^\circ$$

$$a=5,6 \text{ m/s}^2$$



Yechish: jismga uchta kuch  $\bar{P}$  og'irlik kuchi, tayanchning  $\bar{N}$  reaksiya kuchi va  $\bar{F}$  ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Masalaning shartiga binoan tezlanish qiya tekislik bo'ylab pastga yo'nalgan. Jismning harakat tenglamasini quyidagicha

yozamiz:

$$\mu=?$$

$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{N} + \vec{F}$$

Jismga ta'sir etayotgan kuchlarning  $X$  va  $Y$  o'qlardagi proeksiyalarini topamiz

$P_x = P \sin \alpha$ ,  $P_y = P \cos \alpha$  va harakat tenglamasini skalyar tenglamalar sistemasi ko'rinishda yozamiz:

$$\begin{aligned} ma &= P_x - F & \Rightarrow & \quad ma = mg \sin \alpha - \mu N \\ 0 &= N - P_y & & \quad N = mg \cos \alpha \end{aligned}$$

Bu tenglamalarni birgalikda yechib  $ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$  ga ega bo'lamiz.

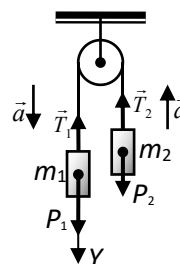
Bundan

$$\mu = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,86 - 5,6 \frac{m}{s^2}}{10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,5} = 0,6.$$

Javob: ishqalanish koeffitsiyenti 0,6 ga teng.

7. Qo'zg'almas blok orqali o'tkazilgan ipga massalari  $m_1$  va  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) bo'lgan yuklar osilgan. Yuklar qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Ipdagi taranglik kuchi qanday bo'ladi?

Yechish:  $m_1$  massali yukka  $P_1$  og'irlik kuchi va ipning  $T_1$  taranglik kuchi,  $m_2$  massali yukka esa  $P_2$  og'irlik kuchi va ipning  $T_2$  taranglik kuchi ta'sir etadi. Blok qo'zg'almas bo'lganligi uchun  $a_1 = a_2 = a$  va hamda  $T_1 = T_2 = T$  bo'ladi. Yuklar uchun Nyutonning II qonunini vektor ko'rinishda yozamiz:



$$\begin{aligned} m_1 \vec{a} &= \vec{P}_1 + \vec{T} \\ m_2 \vec{a} &= \vec{P}_2 + \vec{T} \end{aligned}$$

$m_1 > m_2$  bo'lganligi uchun birinchi yuk pastga, ikkinchi yuk yuqoriga harakatlanadi. Ularning harakat yo'nalishini e'tiborga olgan holda harakat tenglamalarini skalyar ko'rinishda yozamiz:

$$m_1 a = P_1 - T$$

$$m_2 a = T - P_2$$

$P_1 = m_1 g$  va  $P_2 = m_2 g$  ekanligini e'tiborga olib yuklarning tezlanishi uchun quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$$

Ipning taranglik kuchi uchun esa quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

## II topshiriq.

1. Yo'lovchilar bilan birga liftning og'irligi 800 kG. Lift osilgan trosning tarangligi: 1) 12000 N va 2) 6000 N bo'lsa, lift qanday tezlanish bilan va qanday yo'nalishda harakatlanadi?
2. Yer o'z o'qi atrofida aylanishi natijasida ekvatoridagi jismning og'irligi qancha qismga kamayadi?
3. 500 t massali poyezd tormozlanganda tekis sekinlanuvchan harakat qilib 1 min davomida tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat gacha kamaytirgan. Tormozlanish kuchi topilsin.
4. Relsda turgan vagon tekis tezlanuvchan harakat qilib,  $s=11$  m yo'lni  $t=30$  sek da o'tishi uchun unga qanday kuch ta'sir qilishi kerak? Vagonning og'irligi  $P=16$  kN. Harakat vaqtida unga, o'z og'irligining 0,05 qismiga teng bo'lgan ishqalanish kuchi ta'sir qiladi.
5. 0,5 kg massali jism shunday to'g'ri chiziqli harakatlanadiki, u o'tgan  $s$  yo'lning  $t$  vaqtga bog'lanishi  $s = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$  tenglama bilan berilgan, bunda  $C=5$  m/sek<sup>2</sup> va  $D=1$  m/sek<sup>3</sup>. Harakatning birinchi sekundining oxirida jismga ta'sir qilgan kuchning kattaligi topilsin.

6.  $v=600$  m/sek tezlik bilan uchayotgan  $m=4,65 \cdot 10^{-26}$  kg massali molekula idish devoriga tik uriladi va tezligini o'zgartmasdan devordan elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devoriga berilgan kuch impulsi topilsin.
7. Avtomobilning og'irligi  $9,8 \cdot 10^3$  N. Avtomobil harakatlanayotganda unga o'z og'irligining 0,1 qismiga teng bo'lgan ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. 1) Avtomobil tekis harakatlanganda motorining tortish kuchi qancha bo'lishi kerak? 2) Avtomobil  $2$  m/sek<sup>2</sup> tezlanish bilan harakat qilganda-chi?
8. Jism gorizont bilan  $\alpha=45^\circ$  burchak tashkil qilgan qiya tekislikdan sirg'anib tushmoqda. Jism  $S=36,4$  sm masofani o'tganda  $v=2$  m/sek tezlikka erishadi. Jismning tekislikka ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.
9. Muz sirti bo'ylab  $v_0=20$  m/s boshlang'ich tezlik bilan harakatlantirilgan shayba  $t=40$  s dan keyin to'xtadi. Shaybaning muzga ishqalanish koeffitsiyenti  $\mu$  topilsin.
10. Massasi  $m=2$  kg bo'lgan moddiy nuqta  $F$  kuch ta'sirida  $x=A+Bt+Ct^2+Dt^3$  tenglama bo'yicha harakat qiladi (bu erda  $C=1$  m/s<sup>2</sup>,  $D=-0,2$  m/s<sup>3</sup>). Vaqtning  $t_1=2$  s va  $t_2=5$  s momentlari uchun bu kuchning qiymati topilsin. Vaqtning qaysi momentida kuch nolga teng bo'ladi?
11. Prujinali taroziga blok osilgan. Blok orqali tashlangan ipning uchlariga massalari  $m_1=1,5$  kg va  $m_2=3$  kg bo'lgan yuklarni bog'ladilar. Yuklar harakatlangan paytda tarozining ko'rsatishi qanday bo'ladi? Blokning va ipning massalari hisobga olinmasin.
12. Detalning yog'ochdan yasalgan modelining massasi 1,4 kg ga teng. Agar shu hajmdagi detal po'latdan tayyorlansa uning massasi qanday bo'ladi? Yog'ochning zichligi 700 kg/m<sup>3</sup>, po'latniki 7800 kg/m<sup>3</sup>.
13. 10 sm radiusli po'lat sharga 0,25 m/s<sup>2</sup> tezlanish beradigan kuchni aniqlang. Po'latning zichligini  $\rho_p=7900$  kg/m<sup>3</sup> ga teng deb oling.
14. Yer sirtidan yer radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi qanday bo'ladi? Yer sirti yaqinidagi erkin tushish tezlanishini  $g_0$  ga teng deb oling.
15. Biror jism osilgan dinamometr yer sirtida 24 N ni ko'rsatadi. Agar jism yer sirtidan uning radiusiga teng masofaga chiqarilsa jism yerga qanday kuch bilan tortiladi?



16. Ip arqon yordamida 20 kg yuk 2 s davomida 12 m balandlikka tik ko'tarildi. Agar yukning harakati tekis tezlanuvchan bo'lsa, arqonda qanday taranglik kuchi yuzaga keladi?
17. Arqon 2400 N taranglik kuchiga dosh beradi. Massasi 200 kg bo'lgan jismni shu arqon yordamida qanday maksimal tezlanish bilan ko'tarish mumkin?
18. Avtomat minutiga 600 ta o'q chiqaradi. Har bir o'qning massasi 4g. Uning boshlang'ich tezligi 500 m/sek. Otish vaqtidagi orqaga tepishning o'rtacha kuchi topilsin.
19.  $m=0,5$  kg massali jism shunday harakatdanadiki, u o'tgan  $s$  yo'lining  $t$  vaqtga bog'lanishi  $s = A \sin \omega t$  tenglama bilan berilgan, bunda  $A=5$  sm va  $\omega = \pi \text{ rad / sek}$ . Harakat boshlanishidan  $t=1/6$  sek o'tgach, jismga ta'sir qiluvchi  $F$  kuch topilsin.
20. Balandligi 3 m va uzunligi 12 m bo'lgan qiya tekislikda massasi 20 kg bo'lgan yashik  $0,5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan sirpanib tushayotgan bo'lsa, ishqalanish kuchi qanchaga teng?
21. Qiya tekislikning qiyalik burchagi  $30^\circ$  ga teng. Ishqalanish koeffitsientining qanday qiymatida jismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga siljitish uchun kerak bo'ladigan kuch uni tik yuqoriga tekis ko'tadigan kuch bilan bir xil bo'ladi?
22. Stolda yotgan arqonning osilib turgan qismining uzunligi uning butun uzunligining 25% ini tashkil qilganda, u sirg'anib tusha boshlaydi. Arqonning stolga ishqalanish koeffitsiyenti nimaga teng?
23. Disk gorizantal tekislikda o'zgarmas 30 ayl/min chastota bilan aylanmoqda. Disk bilan uning ustida turgan jism o'rtasidagi ishqalanish koeffitsienti 0,4 ga teng bo'lsa, jism diskda sirpanib ketmasligi uchun uni aylanish o'qidan qanday masofaga qo'yish kerak (sm)?
24. Massasi 2000 t bo'lgan poezd gorizantal yo'lda harakatlanmoqda. Parovozning tortish kuchi  $2,5 \cdot 10^6$  N, ishqalanish koeffitsienti 0,05 ga teng. Poezd qanday tezlanish bilan harakatlanishini toping ( $\text{m/s}^2$ ).

25. Bir- biri bilan vazinsiz cho‘zilmas ip orqali boglangan massalari 3 va 2 kg bo‘lgan jismlar sirt bo‘ylab 2kg massali jismga qo‘yilgan 4N gorizontal kuch tortib bormoqda. Sirt va jism orasidgi ishqalanish koeffitsienti 0,05 ga teng bo‘lsa 2kg massali jism qanday tezlanish bilan harakatlanadi?
26. Qo‘zg‘almas blok orqali o‘tkazilgan arqonning bir uchiga massasi 12 kg bo‘lgan yuk osildi. Yuk  $1,5 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan ko‘tarilishi uchun arqonning ikkinchi uchidan qanday kuch bilan tortish kerak?
27. Uzunliklari bir xil bo‘lgan ikkita arqonga 40kg massali yuk osilgan. Arqonlar orasidagi burchak  $90^0$ . Har bir arqonda qanday taranglik kuchi yuzaga keladi?
28. Kesim yuzi  $S=6 \text{ sm}^2$  bo‘lgan suv oqimi devorga normalga nisbatan  $\alpha=60^0$  burchakda uriladi va tezligini o‘zgartmasdan devordan elastik qaytadi. Agar suv oqimining tezligi  $v=12 \text{ m/sek}$  bo‘lsa, devorga ta'sir qiluvchi kuch topilsin.
29. Agar qiyaligi  $45^0$  bo‘lgan tekislikda jismni ushlab turish uchun 3 N, yuqoriga tekis tortish uchun 7 N kuch talab qilinsa, ishqalanish koeffitsientini toping.
30. Qo‘zg‘almas blokdan ip o‘tkazilib, bir uchiga 10 N, ikkinchi uchiga 30 N og‘irlikdagi yuklar osilgan bo‘lsa, yuklar qanday tezlanish bilan harakatlanadi ( $\text{m/s}^2$ )?

### 3. Mexanik ish va energiya

$s$  masofani o‘tishda  $F$  kuchning bajargan ishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$A = \int_s F_s ds,$$

bunda  $F_s$  - kuchning siljishi yo‘nalishidagi proektsiyasi,  $ds$  - yo‘l qismining kattaligi. Integral butun yo‘l  $s$  bo‘yicha olinadi.

Agar kuchning miqdori hamda uning siljish yo‘nalishi bilan hosil qilgan burchagi o‘zgarmas bo‘lsa, yuqoridagi formula

$$A = F s \cos \alpha$$

ko‘rinishida bo‘ladi, bunda  $\alpha$  - kuch  $F$  va siljish  $s$  orasidagi burchak.

Quvvat

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

formula bilan ifodalanadi. Quvvat o'zgarish bo'lsa

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

bo'ladi, bunda  $A$  - vaqt  $t$  ichida bajarilgan ish.

Xuddi shuningdek quvvat quyidagi formuladan aniqlanishi mumkin:

$$N = F v \cos \alpha,$$

ya'ni quvvat harakat tezligini kuchning harakat yo'nalishiga bo'lgan proeksiyasining kattaligiga ko'paytmasi bilan aniqlanadi.

$v$  tezlik bilan harakatlanayotgan  $m$  massali jismning kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$W_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Potensial energiyaning formulalari ta'sir etuvchi kuchlarning xarakteriga qarab turlicha ifodalanadi.

Elastik kuchlarning potensial energiyasi:

$$W_n = \frac{kx^2}{2}.$$

Tortishish kuchining potensial energiyasi

$$W_m = -\gamma \frac{m_1 m_2}{R}$$

"Minus" ishora o'zaro ta'sir qiluvchi ikki jismning potensial energiyasi  $R=\infty$  bo'lganda nolga teng bo'lishini ko'rsatadi; bu jismlar yaqinlasha borganda potensial energiyasi ortadi.

### **Mavzuga doir masala yechish namunalari**

1. 7,5 kg massali jism vertikal yo'nalgan 90 N kuch ta'sirida 5 m balandlikka ko'tarildi. Kuchning bajargan ishi nimaga teng bo'ladi ?

Berilgan: Yechish: jismga vertikal yoʻnalishda tashqi  $F$  kuch va vertikal pastga yoʻnalgan  $mg$  ogʻirlik kuchi taʼsir qiladi. Jismga qoyilgan tashqi vertikal yoʻnalgan kuch ogʻirlik kuchidan katta boʻlsa, u holda jism vertikal yoʻnalishda  $a$  tezlanish bilan harakatlanadi, yaʼni

$$m=7,5\text{kg}$$

$$F=90\text{ N}$$

$$h=5\text{ m}$$

$$A = ?$$

$$m a = F - m g \text{ bundan } a = \frac{F - m g}{m} = \frac{90\text{N} - 7,5\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2}{7,5\text{kg}} = 2,19 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Jismni Yer sirtiga nisbatan  $h$  balandlikka  $a$  tezlanish bilan koʻtarishda ogʻirlik kuchi ustidan bajarilgan ish quyidagicha hisoblanadi:  $A = m(g + a)h$ .

Bu ifodaga kattaliklarning qiymatlarni qoʻyib ishning qiymatini hisoblaymiz:

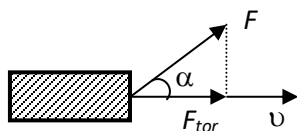
$$A = m(g + a)h = 7,5\text{kg}(9,81\text{m/s}^2 + 2,19\text{m/s}^2) \cdot 5\text{m} = 450\text{J}$$

Javob: kuchning bajargan ishi  $A = 450\text{ J}$  ga teng.

2. Jismga  $60^\circ$  burchak ostida  $50\text{ N}$  kuch taʼsir qilib, unga  $2\text{ m/s}$  tezlik bermoqda, hosil boʻlgan quvvatni toping.

Berilgan:

an:



$$\alpha=60^\circ$$

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

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

$$N=?$$

Yechish: jismga qoʻyilgan kuch gorizontga nisbatan  $\alpha$  burchakni tashkil etsa, tortuvchi kuch taʼsir etuvchi kuchning jism harakati yoʻnalishidagi proyeksiyasiga teng boʻladi:  $F_{tor} = F \cos \alpha$ . U holda quvvat quyidagicha hisoblanadi:

$$N = F_{tor} v = F v \cos \alpha = 50\text{ N} \cdot 2\text{ m/s} \cdot \frac{1}{2} = 50\text{ W}$$

Javob:  $N = 50\text{ W}$

3. Jism yuqoriga vertikal  $18\text{ m/s}$  tezlik bilan otildi. Qanday balandlikda jismning kinetik energiyasi uning potensial energiyasidan ikki marta katta?

Berilgan:  $v_0 = 18 \text{ m/s}$  Yechish: : Boshlang'ich vaziyatda jism faqat kinetik energiyaga ega bo'ladi:  $E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$ . Kinetik energiyaning bu qiymati eng katta  $E_k = 2E_p$  qiymat bo'lib, u to'liq mexanik energiyaning qiymatiga teng bo'ladi:  $E_t = E_0$ . Energiyaning saqlanish qonuniga asosan to'liq mexanik energiyaning qiymati ixtiyoriy daqiqada o'zgarishsiz saqlanadi va u qaralayotgan vaziyatdagi kinetik va potensial energiyalarning yig'indisiga teng bo'ladi:  $E_t = E_k + E_p$  Masalaning shartiga asosan:  $E_t = 2E_p + E_p = 3E_p = 3mgh$ . Boshlang'ich vaziyatni inobatga olib yozamiz:  $3mgh = \frac{mv_0^2}{2}$  bu ifodadan:  $h = \frac{v_0^2}{6g} = \frac{18^2 (m/s)^2}{6 \cdot 9,81 m/s^2} = 5,5m$  Javob: 5,5m

4. 0,5 kg massali jism aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan aylanma harakat qilmoqda. Uning boshlang'ich tezligi 3 m/s, tangensial tezlanishi 10 m/s<sup>2</sup> bo'lsa, 0,2 s vaqtdan keyin jism kinetik energiyasining o'zgarishi nimaga teng bo'ladi ?

Berilgan:  $m = 0,5 \text{ kg}$  Yechish: jism kinetik energiyasining o'zgarishi  $v_0 = 3 \text{ m/s}$   $a_t = 10 \text{ m/s}^2$   $t = 0,2 \text{ s}$   $\Delta E_k = ?$   $\Delta E_k = E - E_0 = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}$  ga teng.  $\Delta E_k$  ni topish uchun jism erishgan oxirgi tezlikni aniqlashimiz kerak, uni tekis tezlanuvchan harakat qonuni yordamida aniqlaymiz:  $v = v_0 + a_t t = 3 + 10 \cdot 0,2 = 5 \text{ m/s}$ . U holda kinetik energiyaning o'zgarishi:  $\Delta E_k = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = \frac{0,5 (5^2 - 3^2)}{2} = 4J$  Javob: 4J

### III Topshiriq

1.  $v_1 = 15 \text{ m/sek}$  tezlik bilan uchib kelayotgan koptok raketka bilan urilib qarama-qarshi tomonga  $v_2 = 20 \text{ m/sek}$  tezlik bilan uloqtirilgan. Bunda koptok kinetik energiyaning o'zgarishi  $\Delta W = 8,75 \text{ J}$  ga teng bo'lsa, koptok harakat miqdorining o'zgarishi topilsin.

2. Tosh balandligi  $H = 25 \text{ m}$  bo'lgan minoradan  $v_0 = 15 \text{ m/sek}$  tezlik bilan gorizontol otilgan. Toshning harakat boshlanishidan bir sekund o'tgach kinetik va potensial energiyasi topilsin. Tosh massasi  $m = 0,2 \text{ kg}$  ga teng. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

3. O'zgarmas  $F$  kuch ta'sirida vagoncha  $S = 5 \text{ m}$  yo'lni o'tdi va  $v = 2 \text{ m/s}$  tezlik oldi. Agar vagonchanning massasi  $m = 400 \text{ kg}$  va ishqalanish koeffitsienti  $\mu = 0,01$  bo'lsa, kuchning ishi  $A$  aniqlansin.

4. Massasi  $m = 100 \text{ kg}$  bo'lgan yukni uzunligi  $l = 2 \text{ m}$  bo'lgan qiya tekislikda ko'tarishda bajariladigan ish  $A$  topilsin. Qiyalik burchagi  $\varphi = 30^\circ$ , ishqalanish koeffitsienti  $\mu = 0,1$  va yuk  $a = 1 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan harakatlanmokda.

5. Massasi  $m = 50 \text{ kg}$  bo'lgan yukni qiyaligi  $\alpha = 30^\circ$  bo'lgan qiya tekislikka  $S = 4 \text{ m}$  masofaga ko'tarishdagi ishni toping. Ko'tarish vaqti  $t = 2 \text{ s}$ , ishqalanish koeffitsienti  $\mu = 0,06$ .

6. Massasi  $m = 400 \text{ g}$  bo'lgan tosh  $H = 20 \text{ m}$  bo'lgan minoradan  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  tezlik bilan gorizontol otildi. Havoning qarshilik kuchini hisobga olmagan holda harakat boshlanganidan  $t = 1 \text{ s}$  vaqt o'tgandagi: 1) kinetik energiyani; 2) potensial energiyani aniqlang.

7. Jism yuqoriga vertikal  $v_0 = 20 \text{ m/s}$  tezlik bilan otildi. Qanday  $h$  balandlikda jismning kinetik energiyasi potensial energiyasiga teng bo'ladi. Havoning qarshilik kuchi hisobga olmasin.

8. Massasi  $1500 \text{ t}$  bo'lgan poezd  $150 \text{ kN}$  tormozlovchi kuch ta'sirida tormozlash boshlangandan to'xtaguncha  $500 \text{ m}$  yo'lni o'tgan bo'lsa, u qanday tezlik bilan harakatlanayotgan edi (m/s)?

9.  $80 \text{ kg}$  massali chana tepalikdan sirpanib tushib, tepalik oxirida  $6 \text{ m/s}$  tezlikka erishdi. Agar tushish vaqtida uning  $4960 \text{ J}$  energiyasi issiqlikka aylangan bo'lsa, u qanday balandlikdan tushgan?

10. Tik erkin tushayotgan  $2 \text{ kg}$  massali jismning tezligi  $5 \text{ m}$  masofada  $2 \text{ m/s}$  dan  $10 \text{ m/s}$  gacha oshdi. Havoning qarshilik kuchini yengishda bajarilgan ishni toping (J).

11. 1 kg massali, 9,8 m/sek boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga otilgan toshning kinetik, potensial va to'la energiyasining vaqtga bog'lanish grafigi  $0 \leq t \leq 2$  sek intervalda 0,2 sek dan oralatib chizilsin. 1.11-masalaning yechilish natijalaridan foydalanilsin.

12. Gorizontal silliq sterjenga o'ralgan prujinaning uchiga mahkamlangan jism 8 sm masofaga tortib, qo'yib yuborilsa, jismning maksimal tezligi (m/s) qancha bo'ladi? Prujinaning bikrligi 40 N/m, jismning massasi 0,1 kg ga teng.

13. O'q yengil sterjenga osilgan sharga tegib, unga tiqilib qoldi. Bunda sterjen vertikal dan  $60^\circ$  burchakka og'adi. Agar shar massasi o'q massasidan 100 marta katta va sterjen osilgan nuqtadan shar markazigacha bo'lgan masofa 1,6 m bo'lsa o'qning tezligi necha m/s bo'lgan?  $g = 10 \text{ m/s}^2$

14. Agar erkin tushayotgan 4 kg massali jismning tezligi ma'lum yo'lda 2 dan 8 m/s gacha ortgan bo'lsa, og'irlik kuchining shu yo'lda bajargan ishini aniqlang (J).

15. Biror jism  $h$  balandlikdan erkin tushmoqda. Uning potensial energiyasi kinetik energiyasiga teng bo'lgan nuqtada tezligi qanchaga teng bo'ladi?

16. Massasi 10 kg bo'lgan jism 5 m balandlikdan tushmoqda. Yo'lning o'rtasida potensial va kinetik energiyalar yig'indisi qanchaga teng bo'ladi (J)?

17. 10 m/sek tezlik bilan uchib ketayotgan granata portlab ikkiga parchalanadi. Granata og'irligining 60% ni tashkil qilgan kattaroq parcha dastlabki yo'nalishda, ammo 25 m/sek ga teng tezlik bilan o'z harakatini davom ettiradi. Kichik parchaning tezligi topilsin.

18. Massasi  $m$  tezligi  $v$  bo'lgan shar, xuddi shunday massali tinch turgan shar bilan to'qnashadi. Agar to'qnashish markaziy va noelastik bo'lsa, sharlar to'qnashgandan keyingi umumiy kinetik energiya qanday bo'ladi?

19. Agar  $3v$  va  $v$  tezlik bilan bir-birini quvib ketayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnashsa, sistemaning kinetik energiyasi necha marta kamayadi?

20. 6 kg massali chana, balandligi 10 m bo'lgan tepalikdan sirpanib tushib, gorizontal joyda to'xtadi. Chanani o'sha traektoriya bo'ylab tepalikka olib chiqishda, kamida qancha ish bajariladi?

21. Og'irligi 30 N bo'lgan jism 4 *m/sek* tezlik bilan harakatlanib xuddi shunday og'irlikdagi qo'zg'almas jism bilan to'qnashadi. To'qnashishni markaziy va elastikmas hisoblab, urilishda ajralib chiqqan issiqlik miqdori topilsin.

22. Massasi 1 kg bo'lgan raketa 400 g porox bilan zaryadlandi. U 500 m balandlikka vertikal ko'tarildi. Porox bir onda portladi deb hisoblab, gazning chiqish tezligi qanchaga teng bo'ladi?

23. Ko'tarish kranining quvvati 5000 W ga teng. Kran 400 kg yukni 10 m balandlikka 20 s davomida tekis ko'taradi. Dvigatelning FIK ini aniqlang.

24. 6 kg massali jismni tik yuqoriga 3 m balandlikka qanday tezlanish bilan ko'targanda 234 J ish bajariladi ?

25. Ikki jism bir-biriga qarama-qarshi harakatlanib, elastikmas to'qnashadi. Urilishgacha birinchi jismning tezligi  $v_1=2$  *m/sek* ga, ikkinchisniki esa  $v_2=4$  *m/sek* ga teng. Urilishdan keyin ikkala jism tezliklarining yo'nalishi  $v_1$  tezlik yo'nalishida bo'lib,  $v=1$  *m/sek* ga teng bo'lgan. Birinchi jismning kinetik energiyasi, ikkinchi jismning kinetik energiyasidan necha marta katta bo'lgan?

26. Agar prujinani 6 sm ga siqish uchun 4 kN kuch kerak bo'lsa, uni 6 sm chuzish uchun qancha ish bajarish lozim bo'ladi?

27. Bikrligi 200 N/m bo'lgan prujina cho'zilganda, 400 N elastiklik kuchi hosil bo'ldi. Prujinani chuzishda bajarilgan ishni aniqlang (J).

28. 3sm qalinlikdagi taxtaga 8sm uzunlikdagi mix shunday qoqildiki, mixning yarmi teshib chiqdi. Uni taxtadan sug'urib olish uchun 500N kuch qo'yish kerak. Mixni sug'urib olish uchun qancha ish bajarish kerak?

29. Gorizontal uchib ketayotgan o'q juda yengil qattiq sterjenga osilgan sharga tegadi va unda tiqilib qoladi. O'q massasi  $m_1 = 5$  g va shar massasi  $m_2 = 0,5$  g. O'qning tezligi  $v_1=500$  *m/sek*. O'q tekkandan keyin shar aylananing eng yuqori nuqtasiga ko'tarilishi uchun sterjenning chegaraviy uzunligi (osilish nuqtasidan shar markazigacha bo'lgan oraliq) qanday bo'lishi kerak?



30. Harakatdagi  $m_1$  massali jism qo'zg'almas  $m_2$  jismga uriladi. Urilish elastikmas va markaziy bo'lsa, urilishda boshlang'ich kinetik energiyaning qancha qismi issiqlikka aylandi? Masala avval umumiy ko'rinishda yechilsin, keyin esa 1)  $m_1 = m_2$  va  $m_1 = 9m_2$  hollar qo'yib chiqilsin.

#### 4. Molekulyar – kinetik nazariyaning asosiy qoidalari va ularning tajribaviy asoslari

Ideal gazlar Mendeleev - Klapeyron holat tenglamasiga bo'ysunadi:

$$pV = \frac{M}{\mu} RT$$

bunda  $p$ -gazning bosimi,  $V$ -uning hajmi,  $T$ -absolyut harorat,  $M$  - gazning massasi,  $\mu$ - bir kilomol gazning massasi,  $R$  - gaz doimiysi,  $\frac{M}{\mu}$  nisbatan kilomollar sonini beradi.

SI birliklar sistemasida gaz doimiysining son qiymati  $R=8,31 \cdot 10^3$  J/kmol·grad ga teng.

Dalton qonuniga ko'ra, gaz aralashmasining bosimi ularning parsial bosimlari yig'indisiga, ya'ni har bir gaz alohida olinganida mavjud haroratda bir o'zi butun hajmni to'ldirgandagi bosimlar yig'indisiga teng bo'ladi.

Gazlar kinetik nazaryasining asosiy tenglamasi quyidagi ko'rinishga egadir:

$$p = \frac{2}{3} n \overline{W_0} = \frac{2}{3} n \frac{m \overline{v^2}}{2},$$

bunda  $n$  - hajm birligida molekulalarning soni,  $\overline{W_0}$  -bitta molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi,  $m$ -molekulaning massasi va  $\sqrt{\overline{v^2}}$  - molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi.

Bu kattaliklarni quyidagi formulalardan aniqlash mumkin.

Hajm birligidagi molekulaning soni

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

bunda  $k = \frac{R}{N_0}$  - Bolsman doimiysi,  $N_0$  - Avogadro soni.  $R=8,31 \cdot 10^3$  j/kmol·grad va  $N_0=6,02 \cdot 10^{26}$  kmol<sup>-1</sup> bo'lganligi uchun,  $k=1,38 \cdot 10^{-23}$  j/grad= $1,38 \cdot 10$  erg/grad bo'ladi.

Molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi:

$$\overline{W}_0 = \frac{3}{2} kT$$

Molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi:

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$$

shu bilan birga

$$m = \frac{\mu}{N_0}$$

Molekulalarning issiqlik harakat energiyasi (gazning ichki energiyasi)

$$W = \frac{M}{\mu} \frac{i}{2} RT$$

bunda  $i$  - molekulaning erkinlik darajasi.

$C$  molekulyar va  $c$  solishtirma issiqlik sig'implari quyidagicha o'zaro bog'langandir:

$$C = \mu c$$

O'zgarmas hajmdagi gazning molekulyar issiqlik sig'imi

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

o'zgarmas bosimdagi  $C_p + C_v = R$

Bundan ko'rinadiki, molekulyar issiqlik sig'imi gaz molekulalari erkinlik darajasining soni bilan to'liq aniqlanadi. Bir atomli gazlar uchun  $i = 3$  bo'lib;

$$C_v = 12,5 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad} \cong 3 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad},$$

$$C_p = 20,8 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad} \cong 5 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad}$$

Ikki atomli gazlar uchun  $i = 5$  bo'lib,

$$C_v = 20,8 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad} \cong 5 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad}$$

$$C_p = 29,1 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad} \cong 7 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad}$$

Ko'p atomli gazlar uchun  $i = 6$  bo'lib,

$$C_v = 24,9 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad} \cong 6 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad},$$

$$C_p = 33,2 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad} \cong 8 \text{ kal/mol} \cdot \text{grad}.$$

### Mavzuga doir masala yechish namunalari

1.  $108 \text{ sm}^3$  hajmdagi suvda nechta molekula bor?

Berilgan: Yechish: berilgan moddaning miqdorini uning massasi va berilgan

$$V = 108 \text{ sm}^3 \quad \text{massa tarkibidagi molekular soni orqali ifodalaymiz: } \nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}.$$

$M = 18 \text{ g/mol}$  Bu tenglamadagi modda massasini uning zichligi orqali ifodalab molekular sonini hisoblaymiz:

$$\rho = 1 \text{ g/sm}^3 \quad N = \frac{m}{M} \quad N_A = \frac{\rho V N_A}{M} = \frac{1 \text{ g/sm}^3 \cdot 108 \text{ sm}^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}}{18 \text{ g/mol}} = 3,612 \cdot 10^{24}$$

$N = ?$

Javob:  $3,612 \cdot 10^{24}$

2. Ideal gazning zichligi  $3 \text{ kg/m}^3$  va bosimi  $360 \text{ kPa}$  bo'lsa, gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi qancha bo'ladi ?

Berilgan: Yechish: gazlar molekulyar - kinetik nazariyasining asosiy

$$\rho = 3 \text{ kg/m}^3 \quad \text{tenglamasi } p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2 \text{ munosabatdan foydalanib gaz}$$

$p = 36 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  molekularining o'rtacha kvadratik tezligini hisoblaymiz:

$$\bar{v} = ? \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 36 \cdot 10^4 \text{ Pa}}{3 \text{ kg/m}^3}} = 600 \text{ m/s} \quad \text{Javob: } 600 \text{ m/s}$$

3. Qanday temperaturadagi vodorod molekularining o'rtacha kvadratik tezligi  $580 \text{ K}$  temperaturadagi geliy gazi molekularining o'rtacha kvadratik tezligiga teng bo'ladi.

Berilgan:  $M_1 = 2 \text{ g/mol}$   
 $M_2 = 4 \text{ g/mol}$   
 $T_2 = 580 \text{ K}$   
 $\bar{v}_1 = \bar{v}_2$   
 $T_1 = ?$

Yechish: gaz molekularining o‘rtacha kvadratik tezligini hisoblashda temperaturaga va gazning molyar massasiga bog‘liqlik formulasidan foydalanamiz:

Bu ifodalarni o‘zaro tenglab vodorod gaziga tegishli bo‘lgan temperaturani hisoblaymiz;

$$T_1 = \frac{M_1 T_2}{M_2} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \cdot 580 \text{ K}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 290 \text{ K}$$

Javob: 290 K

4. Massasi 0,2 kg gaz 27°C temperaturada va 300 kPa bosimda 831 l hajmni egallaydi. Bu qanday gaz?

Berilgan:  $m = 0,2 \text{ kg}$   
 $T = 27 + 273 \text{ K}$   
 $= 300 \text{ K}$   
 $V = 831 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$   
 $p = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 $M = ?$

Yechish: moddaning turini aniqlash uchun uning molyar massasini aniqlash kerak, buning uchun ideal gazning holat tenglamasidan foydalanamiz:  $pV = \frac{m}{M} RT$

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0,2 \text{ kg} \cdot 8,31 \text{ J/(mol K)} \cdot 300 \text{ K}}{3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 831 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

Javob:  $M = 2 \text{ g/mol}$  – vodorod gazi

#### IV Topshiriq

- 2 g azot 2 atm bosim ostida 820 sm<sup>3</sup> hajmni egallasa, uning harorati qanday bo‘ladi?
- Og‘zi mahkam berkitilgan shishadagi havoning 7°C haroratda bosimi 1 atm. Shisha isitilganda havo bosimi 1,3 atm ga yetganda tiqin otilgan. Shisha qanday haroratgacha isitilganligi topilsin.

3.  $27^{\circ}\text{C}$  haroratda 760 mm sim. ust. bosimli 25 l oltingugurt gazi ( $\text{SO}_2$ ) ning massasi topilsin.
4. Binoni to'ldirib turgan qishdagi ( $7^{\circ}\text{C}$ ) havoning og'irligi yozdagi ( $37^{\circ}\text{C}$ ) havoning og'irligidan necha marta katta? Bosim bir xil deb olinsin.
5. Gaz solingan  $10\text{ m}^3$  hajmli ballonga  $17^{\circ}\text{C}$  harorat va 720 mm sim.ust.bosimga qancha miqdorda kilomol'gaz bo'ladi?
6.  $50^{\circ}\text{C}$  haroratda to'yingan suv bug'ining elastikligi 92,5mm sim.ust.ga teng bo'lsa, bu bug'ning zichligi nimaga teng?
7.  $10^{\circ}\text{C}$  harorat va  $2 \cdot 10^5\text{ N/m}^2$  bosimdagi biror gazning zichligi  $0,34\text{ kg/m}^3$  ga teng. Bu gaz bir kilomolining massasi nimaga teng?
8.  $7^{\circ}\text{C}$  haroratli 12g gaz  $4 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$  hajmni egallaydi. Gaz o'zgarmas bosimga isitilganda uning zichligi  $6 \cdot 10^{-4}\text{ g/sm}^3$  ga teng bo'lib, qolgan. Gaz qanday haroratgacha isitilgan?
9. Sig'imi  $1\text{ m}^3$  bo'lgan berk idish 0,9 kg suv va 1,6kg kislorod bor.  $500^{\circ}\text{C}$  haroratda suv to'liq bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu haroratda idishdagi bosim topilsin.
10.  $2 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$  hajmli idish 6g karbonat angidrit ( $\text{CO}_2$ ) va 5g azot (1)-oksidi ( $\text{N}_2\text{O}$ ) bilan to'ldirildan.  $127^{\circ}\text{C}$  haroratda idishdagi umumiy bosim qanday?
11. Idishda  $10^{\circ}\text{C}$  haroratda va  $10^6\text{ N/m}^2$  bosimda 14 g azot va 9g vodorod bor. 1) aralashma bir kilomolning massasi, 2) idishning hajmi topilsin.
12. 600 m/sek tezlik bilan uchib kelayotgan azotning molekulasi idish devoriga normal ravishda urilib, undan tezligini yo'qotmasdan elastik qaytadi. Urulish vaqtida idish devorining olgan kuch impulsi topilsin.
13. 1g suv bug'ida qancha molekula bo'ladi.
14.  $17^{\circ}\text{C}$  haroratva 750 mm sin. ust. bosimda  $80\text{ m}^3$  hajmli uyda qancha havo molekulasi bo'ladi.
15. Hozirgi zamon laboratoriya usullari bilan idishdagi havo so'rib olinib u juda siyraklashtirilgan ( $p=10^{-11}\text{ mm sim. ust.}$ ) bo'lsa  $10^{\circ}\text{C}$  haroratda idishning har  $1\text{ sm}^3$  hajmda qancha molekula bo'ladi.

16. Bir xil haroratdagi geliy va azot molekulari o'rtacha kvadratik tezliklarning nisbati topilsin.
17. Agar 200 mm sim.ust.bosimida vodorod molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi 2400 m/sek ga teng bo'lsa, bu sharoitda 1sm<sup>3</sup> hajmdagi vodorod molekularning soni topilsin.
18. Havodagi muallaq chang zarrachasining o'rtacha kvadratik tezligi havo molekulasining o'rtacha kvadratik tezligidan necha marta kam? Chang massasi 10<sup>-8</sup> g. Havoni bir kilomolining massasi 29 kg/kmol ga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb hisoblansin.
19. 20<sup>0</sup> C haroratda vodorod molekulasining harakat miqdori topilsin. Molekulaning tezligini o'rtacha kvadratik tezlikga teng deb hisoblansin.
20. Biror gaz molekularning o'rtacha kvadratik tezligi 450 m/sek ga teng gazning bosimi 5·10<sup>4</sup> N/m<sup>2</sup>ga teng. Bu sharoitda gazning zichligi topilsin.
21. 15<sup>0</sup>C haroratda havoning 1g dagi molekulari issiqlik harakatining kinetik energiyasi topilsin. Havoning bir kilomolining massasi 29 kg/kmol ga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb hisoblansin.
22. 7<sup>0</sup> C haroratda 1kg dagi azot molekularning aylanma harakatining kinetik energiyasi nimaga teng.
23. Ideal gaz absolyut temperaturasining 3 marta ko'tarilishi bosimning 2 marta ortishiga olib kelgan bo'lsa, hajm birligidagi molekular soni qanday o'zgargan?
24. Silindrik idish to'siq orqali uch qismga bo'lingan, qismlarning hajmlari V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> va V<sub>3</sub> ga teng bo'lib ularda P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> va P<sub>3</sub> bosimli gazlar bor. Agar temperatura o'zgarmay qolsa, to'siqlar olingandan keyin idishdagi bosim nimaga teng bo'lishini aniqlang.
25. Biror balandlikda havoning bosimi 83,1 kPa va temperaturasi -43<sup>0</sup>Cga teng bo'lsa, shu balandlikdagi havoning zichligini aniqlang (kg/m<sup>3</sup>). M<sub>h</sub>=29 g/mol.
26. Gazning bosimi 12 marta ortsa, hajmi esa 3 marta kamaysa, uning absolyut temperaturasi kanday o'zgarishini aniqlang.

27.  $0,8 \text{ m}^3$  hajmli gaz  $300\text{K}$  temperaturada bosimi  $2,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  teng. Shu gaz  $3,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bosimda  $1,4 \text{ m}^3$  hajmni egallasa, uning temperaturasi qanchagacha o'zgargan?
28. Ideal gaz temperaturasi  $300 \text{ K}$  ga ko'tarilganda, bosimi va hajmi 2 marta ortgan bo'lsa, uning dastlabki temperaturasini toping (K).
29.  $8,31 \text{ l}$  hajmli idishda  $140 \text{ g}$  azot gazi  $3,5 \text{ MPa}$  bosim ostida bo'lsa, uning temperaturasi nimaga teng (K)?
30. Ballon ventilining nosozligi tufayli gaz chiqaradi. Agar ballon ichidagi  $m$  massali gazning bosimi ikki marta kamaygan bo'lsa, undan qancha gaz chiqib ketgan?  $T = \text{const}$ .

## 5. Elektrostatika.

Kulon qonuni bo'yicha orasidagi masofaga nisbatan o'lchamlari kichik bo'lgan ikkita zaryadlangan jismning o'zaro ta'sir kuchi

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

formula bilan aniqlanadi, bunda  $q_1$  va  $q_2$  – jismlarning elektr zaryadlari,  $r$ -ular orasidagi masofa,  $\epsilon$  -muhitning nisbiy dielektrik kirituvchanligi va  $\epsilon_0$  -elektrik doimiylik.

Elektr maydoni kuchlanganligi

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

formula bilan aniqlanadi, bunda  $F$  - zaryad  $q$  - ga ta'sir etuvchi kuch.

Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi

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

Bir qancha zaryadlar maydonining (masalan dipol maydonining) kuchlanganligi geometrik qo'shish qoidasi bo'yicha topiladi.

Gauss teoremasi bo'yicha ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan kuchlanganlik oqimi

$$N_E = \frac{q}{\varepsilon_0 \varepsilon}$$

ga teng, bundan  $\sum q$  - shu sirt ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisi. Mos ravishda ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan elektr induksiyasining oqimi

$$N_D = q$$

Gauss teoremasi yordamida zaryadlangan har xil jismlar hosil qilgan elektr maydonining kuchlanganligini topish mumkin.

Zaryadlangan cheksiz uzun ip maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon a}$$

ga teng, bunda  $\tau$  - ipdagi zaryadning chiziqli zichligi va  $a$  - nuqtaning ipdan uzoqligi. Agar ip chekli uzunlikka ega bo'lsa, u holda ip o'rtasidan unga o'tkazilgan perpendikulyar chiziqda  $a$  uzolqikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau \sin \theta}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon a}$$

ga teng bo'lib, bunda  $\theta$  - ipga o'tkazilgan normal yo'nalishi bilan tekshirilayotgan nuqtadan ip uchiga tushirilgan radius-vektor orasidagi burchak.

Zaryadlangan cheksiz tekislik maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon}$$

ga teng, bunda  $\sigma$  - tekislikdagi zaryadning sirt zichligi.

Agar tekislik  $R$  radiusli disk shaklida bo'lsa, u holda disk markazidan unga o'tkazilgan perpendikulyar chiziqda  $a$  uzoqlikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}}\right)$$

ga teng.



Qarama-qarshi ishora bilan zaryadlangan ikkita parallel cheksiz tekislik maydonining (yassi kondensator maydonining) kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

ga teng.

Zaryadlangan shar maydonining kuchlanganligi

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

ga teng, bunda  $q$ -radiusi  $R$  bo'lgan shar sirtidagi zaryad,  $r$ -shar markazidan zaryadgacha bo'lgan oraliq bo'lib, bunda  $r > R$ . Maydoning  $D$  elektrostatik induksiyasi  $D = \varepsilon_0\varepsilon E = \sigma$  tenglikdan topiladi.

Elektr maydonning ikkita nuqtasi orasidagi potentsiallar ayirmasi musbat zaryad birligini bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirishda bajarilgan ishdan topiladi.

$$U_1 - U_2 = \frac{A}{q}$$

Nuqtaviy zaryad maydonining potentsiali

$$U = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}$$

ga teng, bunda  $r$ -zaryaddan to potentsiali aniqlanadigan nuqtagacha bo'lgan oraliq.

Elektr maydoni kuchlanganligi va potentsialning o'zaro bog'lanishi

$$E = -\frac{dU}{dr}$$

formula bilan ifodalanadi.

Bir jinsli maydon – yassi kondensator maydoni bo'lganda

$$E = \frac{U}{d}$$

bunda  $U$ -yassi kondensator plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi,  $d$ -plastinkalar oralig'i.

Yakkalangan o'tkazgichning potentsiali uning zaryadi bilan

$$q = CU$$

tenglik orqali bog'lanadi, bunda  $C$ -o'tkazgichning sig'imi.

Yassi kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

Bunda  $S$ -kondensator har bir plastinkasining yuzi.

Sferik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r R}{R - r}$$

ga teng, bunda  $r$ -ichki sferaning radiusi va  $R$  – tashqi sefraning radiusi. Xususiyl holda  $R = 2r$  bo'lsa,

$$C = 4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r$$

Yakkalangan shar sig'imi bo'ladi.

Silindrik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon L}{\ln R/r}$$

ga teng, bunda  $L$ -koaksial (o'qi umumiy bo'lgan) silindrlarning balandligi,  $r$  va  $R$  – mos ravishda ichki va tashqi silindrlarning radiuslari.

Kondensatorlar sistemasining sig'imi quyidagilarga teng: kondensatorlar parallel ulanganda

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

Ketma-ket ulanganda esa

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Zaryadlangan yakka o'tkazgichning energiyasi quyidagi uch formuladan bittasi orqali topilishi mumkin:

$$W = \frac{1}{2}qU, W = \frac{1}{2}CU^2, W = \frac{q^2}{2C}$$

Yassi kondensator bo'lgan xususiyl holda

$$W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U^2}{2d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2 S d}{2} = \frac{v^2 S d}{2}$$

Bunda  $S$ -har bir plastinkaning yuzi,-  $v$  – plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi,  $U$ -plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi.

$$W_0 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} = \frac{ED}{2}$$

Kattalik elektr maydon energiyasining hajmiy zichligi deyiladi.

Yassi kondensator plastinkalarining tortishish kuchi

$$F = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2 S}{2} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U^2}{2d^2} = \frac{v^2 S}{2\varepsilon_0 \varepsilon}$$

### Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Vodorod atomining yadrosidagi bitta protonga elektronning ta'sir kuchi kattaligi va yo'nalishi aniqlansin. Aylanayotgan elektron bilan proton orasidagi o'rtacha masofa  $r=0,53 \times 10^{-10} m$  bo'lsin (1-rasm).

Biz Kulon qonunidan foydalanib ta'sir kuchining kattaligini aniqlaymiz:

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

bunda  $r = 0,53 \times 10^{-10} m$ . Elektron va proton zaryadlarining miqdorlari bir xil:  $q_1 = q_2 = e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ .

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

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{(0,53 \cdot 10^{-10})^2} = 8,2 \cdot 10^{-2} N$$

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

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

Berilgan:

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

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

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

$$\varepsilon = 2,5$$

$r = ?$

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

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon r^2}$$

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

$$r = \sqrt{\frac{k q_1 q_2}{\varepsilon F}}$$

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^{-8}}{2,5 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}}} = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

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

3. Elektron yassi gorizontall kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda  $v_x = 10^7 \text{ m/s}$  tezlik bilan uchib kiradi. Kondensatordagi maydon kuchlanganligi  $E = 10 \text{ kV/m}$ , kondensator uzunligi  $l = 5 \text{ sm}$ . Elektron kondensator ichidan uchib chiqayotgandagi tezligining kattaligi va yo'nalishi topilsin?

**Berilgan:**

$$v_x = 10^7 \text{ m/s}$$

$$E = 10 \text{ kV/m}$$

$$l = 5 \text{ sm}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-28} \text{ g}$$

**Yechilishi:**

Masalada ikki xil holat mavjud: maydon vertikal yuqoriga va vertikal pastga yo'nalgan. Shunga ko'ra, kondensator qoplamalaridan uchib chiqqan elektronning tezligi va uning gorizontdan og'ish burchagi ikki xil bo'ladi. Ammo elektr maydonning elektronga beradigan tezlanishi erkin tushish tezlanishidan yetarlicha kattaligi bitta holatga olib keladi.

$$\vartheta = ?, \quad \alpha = ?$$

$$ma = F_K = qE \rightarrow a = \frac{Eq}{m} \rightarrow \vartheta_y = \sqrt{2al} = \sqrt{2 \frac{Eq}{m} l}$$

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2} = \sqrt{\vartheta_x^2 + 2 \frac{E|q|}{m} l} \quad \vartheta = 1.66 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{tg}\alpha = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x} = \frac{\sqrt{2 \frac{Eq}{m} l}}{\vartheta_x} \rightarrow \alpha = \text{arctg} \left( \frac{\sqrt{2 \frac{Eq}{m} l}}{\vartheta_x} \right) \quad \alpha = \text{arctg}(1.326) = 53^\circ$$

4.  $U = 300 \text{ V}$  potentsiallar ayirmasida tezashtirilgan elektronlar oqimi zaryadlanmagan gorizontol yassi kondensatorning plastinkalari orasidan parallel ravishda o'tayotganda, kondensator chetidan  $l = 12 \text{ sm}$  uzoqlikda o'rnatilgan fluoressensiyalanuvchi ekranda yorug' dog' hosil qiladi. Kondensator zaryadlanganda ekrandagi dog'  $H = 3 \text{ sm}$  siljiydi. Kondensator plastinkalariga berilgan potentsiallar ayirmasi topilsin. Kondensatorning uzunligi  $L = 6 \text{ sm}$  va plastinkalar oralig'I  $d = 1.4 \text{ sm}$ .

**Berilgan:**

$$U_0 = 300 \text{ V}$$

$$l = 12 \text{ sm}$$

$$H = 3 \text{ sm}$$

$$L = 6 \text{ sm}$$

$$d = 1.4 \text{ sm}$$

$$U = ?$$

**Yechilishi:**

Masalani kinematika va elektrostatika

tenglamalaridan foydalanib, quyidagicha yechamiz:

$$\begin{cases} L + l = \vartheta_0 t_1 \\ y_1 + y_1 = \frac{Ue}{2dm} t_2^2 + \vartheta t_3 = H \\ t_1 = t_2 + t_3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \frac{Ue}{2dm} t_2^2 + \vartheta t_3 = H \\ t_2 = \frac{L}{\vartheta_0} \\ t_3 = \frac{l}{\vartheta_0} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \frac{Ue}{2dm} \frac{L^2}{\vartheta_0^2} + \vartheta \frac{l}{\vartheta_0} = H \\ \vartheta^2 = \left( \frac{UeL}{dm\vartheta_0} \right)^2 \\ \vartheta_0^2 = \frac{2U_0e}{m} \end{cases} \rightarrow$$

$$\rightarrow H = \frac{Ue}{2dm} \frac{L^2}{\vartheta_0^2} + \frac{Ue}{dm} \frac{Ll}{\vartheta_0^2} \rightarrow H \frac{2U_0e}{m} = \frac{Ue}{dm} L \left( \frac{L}{2} + l \right) \rightarrow U = \frac{2U_0Hd}{L \left( \frac{L}{2} + l \right)} \cdot U$$

$$= 28 V$$

#### V TOPSHIRIQ

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

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

3. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirlari bir-biriga tegib turadi. Sharchalarga  $q_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Kl}$  zaryad berilgandan keyin sharchalar o'zaro itarishib, bir-biridan  $60^\circ$  burchakka uzoqlashadi. Osilish nuqtasidan to sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq  $20 \text{ sm}$ . Sharchaning og'irligi topilsin.

4. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan zaryadlangan ikkita sharchani bir xil uzunlikdagi iplarga osib, zichligi  $\rho_1$  va dielektrik kirituvchanligi  $\epsilon$  bo'lgan suyuq dielektrikka tushiriladi. Havoda va dielektrikda iplarning bir-biridan uzoqlashish

burchagi bir xil bo'lishi uchun sharchalar materialining zichligi qancha bo'lishi kerak?

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

6. Bir xil ishorada zaryadlangan va bir xil  $3 \cdot 10^{-8}$  Kl/sm<sup>2</sup> sirt zichlikka ega bo'lgan ikkita cheksiz tekislik (yuz birligida) qanday kuch bilan itarishadi?

7. 40 mg massali,  $10^{-9}$  Kl musbat zaryadli sharcha 10 sm/sek tezlik bilan harakatlanadi. Bu sharcha 4 nKl ga teng bo'lgan musbat nuqtaviy zaryadga qancha masofagacha yaqinlashishi mumkin?

8.  $10^8$  sm/sek nisbiy tezlik bilan qarama-qarshi harakatlanayotgan ikkita elektron bir-biriga qancha masofagacha yaqinlashishi mumkin?

9. 1 sm radiusli zaryadlangan shar markazidan 10 sm uzoqlikdagi maydon nuqtasining potentsiali topilsin. Masalani quyidagi hollar uchun yechilsin: 1) shar zaryadining sirt zichligi  $10^{-11}$  Kl/sm<sup>2</sup>, 2) sharning potentsiali 300 V ga teng.

10. U potentsiallar ayirmasi 1, 5, 10, 100, 1000 V ga teng bo'lgan oraliqdan o'tayotganda elektronning oladigan tezligi  $v$  topilsin.

11. Zaryadining chiziqli zichligi  $2 \cdot 10^{-9}$  Kl/sm bo'lgan musbat zaryadlangan cheksiz uzun ip elektr maydoni hosil qilgan. Maydonning ta'sirida elektron ipga 1 sm naridan 0,5 sm gacha yaqinlashganda qanday tezlikka erishadi?

12. Yassi kondensator plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi 90 V. Har bir plastinkaning yuzi 60 sm<sup>2</sup> va zaryadi  $10^{-9}$  Kl. Plastinkalar bir-biridan qancha masofada turishi topilsin.

13. Ikkita vertikal plastinkalar orasida, ulardan bir xil uzoqlikda tushayotgan chang zarrachasining tezligi havoning qarshiligi tufayli o'zgarmas bo'lib,  $v=2$  sm/sek ga teng. Plastinkalarga  $U=3000$  V potentsiallar ayirmasi berilgandan qancha vaqt o'tgach, chang plastinkalardan biriga tushadi? Chang zarrachasi plastinkaga tekkuncha vertikal bo'ylab qanday masofani o'tadi? Plastinkalar oralig'i  $d=2$  sm, changning massasi  $m=2 \cdot 10^{-9}$  g va uning zaryadi  $q=6,5 \cdot 10^{-17}$  Kl.

14. Bir-biridan 1 sm uzoqlikda turgan ikkita vertikal plastinka orasida 0,1 g massali marjon sharchasi ipga osilib turibdi. Plastinkalarga 1000 V potentsiallar

ayirmasi berilgandan keyin sharchali ip  $10^0$  burchakka burildi. Sharchaning zaryadi topilsin.

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

16. Bir-biridan  $2\text{ sm}$  uzoqlikda turgan, potentsiallari ayirmasi  $120\text{ V}$  bo'lgan ikkita parallel plastinkalar orasida elektr maydoni hosil bo'ladi. Elektron bu maydon ta'sirida maydon kuch chiziqlari bo'ylab  $3\text{ mm}$  masofani o'tganda qanday tezlikka erishadi?

17. Elektron gorizontal holdagi yassi kondensator plastinkalari orasiga parallel ravishda  $9 \cdot 10^{-6}\text{ m/sek}$  tezlik bilan uchib kiradi. Elektronning kondensator ichidagi harakat boshidan  $10^{-8}\text{ sek}$  o'tgandan keyingi to'la, normal va tangensial tezlanishlari topilsin. Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi  $100\text{ V}$ , plastinkalar oraligi  $1\text{ sm}$ .

18.  $2\text{ sm}$  radiusli sharcha  $2000\text{ V}$  potentsialgacha manfiy zaryadlanadi. Zaryadlashda sharchaga berilgan zaryadni tashkil qilgan hamma elektronlarning umumiy massasi topilsin.

19. Har birining zaryadi  $10^{-10}\text{ Kl}$  bo'lgan  $1\text{ mm}$  radiusli sakkizta tomchi qo'shib, bitta katta tomchi hosil qilgan. Katta tomchining potentsiali topilsin.

20. Har bir plastinkasining yuzi  $1\text{ m}^2$  bo'lgan yassi havo oraliqli kondensator plastinkalarining oralig'i  $1,5\text{ mm}$ . Shu kondensatorning sig'imi topilsin.

21.  $20\text{ mKf}$  sig'imli kondensator  $100\text{ V}$  potentsialgacha zaryadlangan. Shu kondensatorning energiyasi topilsin.

22.  $2\text{ sm}$  radiusli zaryadlangan  $A$  shar  $3\text{ sm}$  radiusli zaryadlanmagan  $B$  sharga tekkiziladi. Keyin sharlar bir-biridan ajratilganda  $B$  sharning energiyasi  $0,4\text{ J}$  ga teng bo'lib qoladi. Tegizilguncha  $A$  sharda qancha zaryad bo'lgan?

23. Yassi kondensator plastinkalarining yuzi  $100\text{ sm}^2$  va ularning oralig'i  $5\text{ mm}$ . Kondensatorni razryadlaganda  $4,19 \cdot 10^{-3}\text{ J}$  issiqlik ajralib chiqqan bo'lsa, kondensator plastinkalariga qanday potentsiallar ayirmasi berilganligi aniqlansin.



24. Teng tomonli uchburchakning uchlarida bir xil  $q=2$  nC musbat zaryadlar bor. Tortishish kuchi musbat zaryadlar hosil qilgan itarish kuchlarini kompensatsiyalashi uchun uchburchakning markazida qanday  $q_1$  manfiy zaryad joylashtirish kerak?

25. Ikkita  $q_1=1$   $\mu$ C va  $q_2=-q_1$  nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa 10 cm ga teng. Birinchi zaryaddan  $r_1=6$  cm va ikkinchisidan  $r_2=8$  cm masofada bo'lgan  $q=0,1$   $\mu$ C nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi  $F$  kuch aniqlansin.

26. Kvadratning uchlarida har biri  $q=0,3$  nC dan bo'lgan bir xil zaryadlar bor. Musbat zaryadlarning o'zaro itarishish kuchlari manfiy zaryadning tortishish kuchi bilan muvozanatga keltirilishi uchun kvadratning markaziga qanday  $q_1$  manfiy zaryad o'rnatish kerak?

27. Elektr maydon bir-biridan  $d=20$  cm masofada joylashgan  $q_1=10$  nC va  $q_2=-20$  nC nuqtaviy zaryadlar tomonidan hosil qilingan. Birinchi zaryaddan  $r_1=30$  cm va ikkinchisidan  $r_2=50$  cm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi maydon kuchlanganligi  $E$  aniqlansin.

28. Yassi kondensator qoplamalari orasida  $q = 30$  nC nuqtaviy zaryad bor. Kondensator maydoni zaryadga  $F = 10$  mN kuch bilan ta'sir etadi. Agar har bir qoplamaning yuzasi  $S=100$  cm<sup>2</sup> dan bo'lsa, qoplamalarning o'zaro tortishish kuchi  $F_2$  aniqlansin.

29.  $q_1=1$   $\mu$ C va  $q_2=-1$   $\mu$ C zaryadlar bir-biridan  $d=10$  cm masofada turibdi.  $q_1$  dan  $q_2$  ga yo'nalgan chiziqqa tik va birinchi zaryaddan o'tadigan chiziqda yotuvchi va shu zaryaddan  $r=10$  cm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi maydon kuchlanganligi  $E$  va potentsiali  $\varphi$  aniqlansin.

30. Kuchlanganligi  $E=1$  kV/m bo'lgan bir jinsli elektr maydonga kuch chiziqchi yo'nalishi bo'ylab  $v_0=1$  Mm/s tezlikka ega bo'lgan elektron uchib kiradi. Tezligi  $v_1$  boshlang'ich tezligining yarimga teng bo'ladigan nuqtagacha elektron o'tgan masofa  $l$  aniqlansin.

## ILOVALAR

[Asosiy fizik doimiylar](#)

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Erkin tushishning normal tezlanishi   | $g=9,81 \text{ m/c}^2$   |
| Gravitatsion doimiy                   | $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$ |
| Avagadro doimiysi                     | $N_A=6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$                        |
| Molyar gaz doimiysi                   | $R=8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$                   |
| Standart xajm                         | $V_m=22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$                  |
| Boltsman doimiysi                     | $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$                              |
| Faradey doimiysi                      | $F=9,65 \cdot 10^7 \text{ C/mol}$                                |
| Yorug'likning vakuumdagi tezligi      | $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$                                     |
| Elektronning solishtirma zaryadi      | $e/m_e=1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$                         |
| Proporsionallik koeffisienti (elektr) | $k=9 \cdot 10^9 \text{ M}/\Phi$                                  |
| Elektr doimiysi                       | $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/М}$                     |
| Magnit doimiysi                       | $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/М}$                          |
| Elementar zaryad                      | $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$                                |
| Elektronning massasi                  | $m_e=9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$                             |
| Protonning massasi                    | $m_p=1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$                             |
| Neytronning massasi                   | $m_n=1,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$                             |

#### Ba'zi bir astronomik kattaliklar

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| Yerning o'rtacha radiusi     | $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$     |
| Yerning o'rtacha zichligi    | $5500 \text{ kg/m}^3$           |
| Yerning massasi              | $5,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ |
| Quyoshning radiusi           | $6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$     |
| Quyoshning o'rtacha zichligi | $1400 \text{ kg/m}^3$           |

Quyoshning massasi  $1,98 \cdot 10^{30}$  kg

Oyning radiusi  $1,74 \cdot 10^6$  m

Oyning massasi  $7,33 \cdot 10^{22}$  kg

Yerning markazidan Quyoshning markazigacha

bo'lgan masofa  $1,49 \cdot 10^{11}$  m

Yerning markazidan Oyning markazigacha

bo'lgan masofa  $3,84 \cdot 10^8$  m

Oyning Yer atrofida aylanish davri 27 sutka 7 soat 43 min

### O'nga karrali va ulushli birliklarni hosil qilishning

#### ko'paytuvchilari va old qo'shimchalari hamda ularning nomlari

| Ko'paytuvchi | Nomlanishi | Belgilanishi | Ko'paytuvchi | Nomlanishi | Belgilanishi |
|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| $10^{18}$    | eksa       | E            | $10^{-1}$    | detsi      | d            |
| $10^{15}$    | peta       | P            | $10^{-2}$    | santi      | c            |
| $10^{12}$    | tera       | T            | $10^{-3}$    | milli      | m            |
| $10^9$       | giga       | G            | $10^{-6}$    | mikro      | $\mu$        |
| $10^6$       | mega       | M            | $10^{-9}$    | nano       | n            |
| $10^3$       | kilo       | k            | $10^{-12}$   | piko       | p            |
| $10^2$       | gekto      | g            | $10^{-15}$   | femto      | f            |
| $10^1$       | deka       | da           | $10^{-18}$   | atto       | a            |

#### Ba'zi qattiq jismlarning xususiyatlari

| Modda | Zichlik, | Erish<br>temperat | Solishtirma<br>issiqlik | Solish<br>tirma erish | Yung<br>moduli, | Solishtirm<br>a |
|-------|----------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|-------|----------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|

|             | kg/m <sup>3</sup> | urasi,<br>°C | sig'imi,<br>J/kg·grad | issiqligi, J/kg      | GPa  | qarshilik,<br>nΩ·m |
|-------------|-------------------|--------------|-----------------------|----------------------|------|--------------------|
| Qo'rg'oshin | 11300             | 327          | 126                   | 2,26·10 <sup>5</sup> | 15,7 |                    |
| Kumush      | 10500             | 960          | 234                   | 8,8·10 <sup>5</sup>  | 74   |                    |
| Mis         | 8930              | 1100         | 395                   | 1,76·10 <sup>5</sup> | 98   | 17                 |
| Jez         | 8400              | 900          | 386                   | —                    |      |                    |
| Temir       | 7870              | 1530         | 500                   | 2,72·10 <sup>5</sup> | 200  | 98                 |
| Alyuminiy   | 2700              | 659          | 896                   | 3,22·10 <sup>5</sup> | 69   | 26                 |
| Muz         | 900               | 0            | 2100                  | 3,35·10 <sup>5</sup> |      |                    |

**Ba'zi suyuqliklarning xususiyatlari**

| Suyuqlik    | Zichlik,<br>kg/m <sup>3</sup> | 20°C dagi<br>solishtirma<br>issiqlik<br>sig'imi,<br>J/kg·grad | 20°C dagi sirt<br>taranglik<br>koeffitsienti,<br>N/m | 20°C da<br>suyuqliklarning<br>dinamik<br>qovushoqligi η<br>(mPa·s) |
|-------------|-------------------------------|---|--|--|
| Simob       | 1360                          | 138   | 0,5  | 1,58   |
| Glitserin   | 0                             | 2430  | 0,064  | 1480   |
| Suv         | 1200                          | 4190  | 0,073  | 1,00   |
| Zaytun moyi | 1000                          | 1800  | 0,035  |  |
| Kerosin     | 900                           | 2140  | 0,03   |  |
| Spirt       | 800                           | 2510  | 0,02   |  |
|             | 790                           |   |  |  |

| Gazlarning zichliklari $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> ) |      | Dielektrik singdiruvchanlik, $\epsilon$ |     |
|--|------|---|-----|
| Argon  | 1,78 | Suv                                     | 81  |
| Kislород   | 1,43 | Moy (transformator moyi)                | 2,2 |
| Havo   | 1,29 | Parafin                                 | 2,0 |
| Azot   | 1,25 | Slyuda                                  | 7,0 |
| Geliy  | 0,18 | Shisha                                  | 7,0 |
| Vodorod  | 0,09 | Chinni                                  | 5,0 |
|  |      | Ebonit                                  | 3,0 |

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. A.G.Gaibov. Fizika. Darslik, - Toshkent: “BOOK TRADE 2022”, 2022, 460 b.
2. Abduraxmonov Q.P., Xamidov V.C., Axmedova N.A. Fizika. Darslik, -T: Aloqachi, 2018; 652 b.
3. Sultanov N. Fizika kursi. Darslik, -T: Fan va texnologiya, 2007.
4. Kamolxo‘jaev SH.M., Gaibov A.G., Ximmatqulov O. Mexanika va molekulyar fizikadan ma‘ruzalar matni. ToshDTU, 2003.
5. Chertov A., Vorobev A. Fizikadan masalalar to‘plami. Darslik -T.: O‘zbekiston, 1997.
6. Axmadjonov O. Fizika kursi. Darslik, 1-3 q.-T., “O‘qituvchi”, 1999.
7. Volkenshteyn V.S. Umumiy fizika kursidan masalalar to‘plami. Qo‘llanma – T.: O‘qituvchi, 1969.