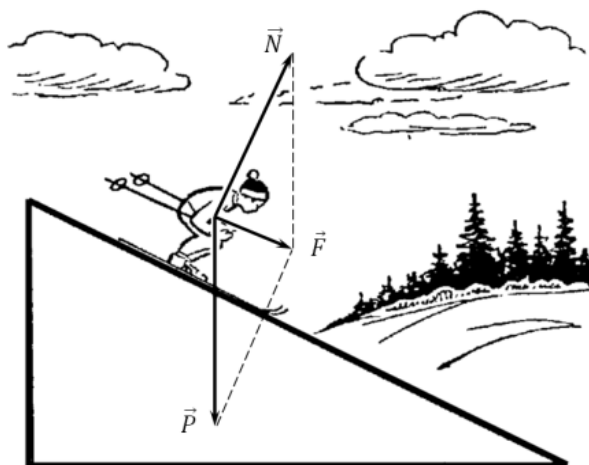


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI

FIZIKA FANIDAN MASALALAR TO'PLAMI

I qism



TOSHKENT - 2015

Tuzuvchilar: B.Y. Umirzakov, A.A. Abduvayitov, X.X. Boltayev.
«Fizika fanidan masalalar to‘plami (I qism)» // O‘quv-uslubiy
qo‘llanma. – T.: ToshDTU, 2015, 154 b.

Ushbu o‘quv-uslubiy qo‘llanma texnika oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun “Umumiy fizika” fanining hozirgi zamonaviy dasturi asosida tayyorlangan. Asosiy masalalar V.S. Volkenshteynning “Umumiy fizika kursidan masalalar to‘plami” kitobidan olingan. Har bir bobning boshlang‘ich qismida, shu bobga tegishli asosiy formulalar berilgan. Shu bilan bir qatorda ba’zi masalalar yechimlari, mavzuni mustahkamlash uchun sinov testlari, hamda kitob so‘ngida mavzularga oid ilovalar ham joy olgan.

Taqrizchilar:

- | | |
|---------------|--|
| Nurmatov N.A. | – O‘zMU Fizika fakulteti “Yarim o‘tkazgichlar va polimerlar fizikasi” kafedrası dotsenti, f-m.f.n. |
| Usmonov M. | – ToshDTU, “Umumiy fizika” kafedrası dotsenti, f-m.f.n. |

Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi
qaroriga binoan chop etildi.

KIRISH

XALQARO BIRLIKLAR TIZIMI

Turli xilda fizik kattaliklar, bu kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni ifodalovchi tenglamalar orqali o‘zaro bog‘langan. Masalan, m massali jismning olgan a tezlanishi ta‘sir etuvchi F kuch bilan quyidagi tenglama orqali bog‘langan:

$$F = kma \quad (1)$$

bu yerda, k – sonli koeffitsiyent bo‘lib, uning qiymati F , m va a larning qanday birlikda o‘lchanishiga bog‘liqdir. Agar massa va tezlanishning birligi ma‘lum bo‘lsa, kuchning birligi (1) tenglamadagi k koeffitsiyent birga teng bo‘ladigan qilib, ya‘ni (1) tenglama

$$F = ma$$

ko‘rinishga keladigan qilib tanlab olishimiz mumkin.

Buning uchun kuch birligi qilib, massa birligiga bir birlik tezlanish bera oladigan kuchni olishimiz kerak.

Xuddi shu yo‘l bilan yangidan kiritilgan har qanday kattalikning o‘lchov birligini topishda, bu kattalikni aniqlashga imkon beradigan formuladan foydalanamiz va, shunday qilib, birliklar tizimini tuzamiz.

Har xil birliklar tizimlari bir-biridan qaysi birlik tizimi asos qilib olinganiga qarab farq qiladi.

“Masalalar to‘plami” ning bu nashrida ГОСТ 9867-61 tomonidan fanning barcha sohalarida, texnika va xalq xo‘jaligida, xuddi shuningdek o‘qitishda eng qulay tizim deb tasdiqlangan xalqaro birliklar tizimi (XBT)dan foydalanamiz. Bu tizim **System International** so‘zining bosh harflaridan olingan SI yoki ruscha СИ harflar bilan belgilanadi.

Xalqaro tizim o‘lchashning har xil sohaları uchun mo‘ljallangan bir qancha mustaqil birliklar tizimlariga bo‘linadi (1 – jadval).

1-jadval

Xalqaro Birliklar Tizimi ГOCT 9867-61					
Mexanik birliklar tizimi	Issiqlik birliklari tizimi	Elektr va magnit birliklari tizimi	Akustik birliklar tizimi	Yorug'lik birliklari tizimi	Radioaktivlik va ionlashtiruvchi nurlanish birliklari tizimi
ГOCT 7664-61	ГOCT 8550-61	ГOCT 8033-56	ГOCT 8849-58	ГOCT 7932-56	ГOCT 8848-63

XBTda asosiy mexanik birliklar qilib metr (m), kilogrammassa (kg) va sekund (s) lar olingan bo'lib, unga qo'shimcha o'lchashning har xil sohalari uchun quyidagi: issiqlik uchun – *Kelvin*, elektr uchun – *Amper* va yorug'lik uchun – *sham* dan iborat birliklar kiritilgan.

2-jadvalda Xalqaro Tizimning asosiy birliklari keltirilgan.

2-jadval

Kattaliklarning nomi	O'lchov birligi	Qisqacha belgisi
Uzunlik	metr	m
Massa	kilogramm	kg
Vaqt	sekund	s
Elektr tokining kuchi	Amper	A
Termodinamik harorat	Kelvin	K
Yorug'lik kuchi	sham	$sham$

Xalqaro Birliklar Tizimiga tekis yassi va fazoviy burchak uchun qo'shimcha ikkita birliklar kiritiladi (2-a jadval).

2- a jadval

Kattaliklarning nomi	O'lchov birligi	Qisqacha belgisi
Yassi burchak	radian	<i>rad</i>
Fazoviy burchak	steradian	<i>ster</i>

3-jadvalda XBT tizimidagi birliklarning butun va ulushlarini ifodalovchi old qo'shimchalar berilgan (ГОСТ 7663-55 ga qarang).

3-jadval

Old qo'shimcha	Son qiymati	Qisqacha belgisi	Old qo'shimcha	Son qiymati	Qisqacha belgisi
Atto	10^{-18}	<i>a</i>	Desi	10^{-1}	<i>d</i>
Fomto	10^{-15}	<i>f</i>	Deka	10^1	<i>da</i>
Piko	10^{-12}	<i>p</i>	Gekto	10^2	<i>g</i>
Nano	10^{-9}	<i>n</i>	Kilo	10^3	<i>k</i>
Mikro	10^{-6}	μ	Mega	10^6	<i>M</i>
Milli	10^{-3}	<i>m</i>	Giga	10^9	<i>G</i>
Santi	10^{-2}	<i>s</i>	Tera	10^{12}	<i>T</i>

3-jadvaldagi old qo'shimchalarni oddiy nomlar (metr, gramm va hak.) ga qo'shish mumkin. Masalan ixtiyoriy old qo'shimchani *kilo* old qo'shimchasi bo'lgan "*kilogramm*" nomga qo'shib bo'lmaydi. Bu mulohazalarga asosan, masalan, ayrim hollarda, "*megatonna*" deb noto'g'ri nom berilgan, $m = 10^9 kg = 10^{12} g$ massa birligiga "*teragramm*" (*Tg*) deb nom berish kerak. Uzunlikning $l = 10^{-6} m$ birligini "*mikron*" deb yuritiladi. Uzunlikning bu birligini "*mikrometr*" (μm) deb atash to'g'ridir.

Yuqorida aytilgandek, XBT tizimining asosiy birliklaridan uning hosilaviy birliklarini olish mumkin. Berilgan hosilaviy birliklarni asosiy birliklar bilan bog'lanishini ifodalash uchun o'lchamlik formulalari qo'llaniladi.

Agar asosiy kattaliklarning o'lchamliklarini shartli ravishda quyidagicha: uzunlikni – L , massani – M , vaqtni – T , tok kuchini – I , haroratni – θ va yorug'lik kuchini – J bilan belgilasak, biror x kattalikning XBT dagi o'lchamlik formulasi quyidagicha yozish mumkin:

$$[x] = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \theta^{\rho} J^{\mu}$$

Fizik kattalik x ning o'lchamligini topish uchun, α , β , γ , δ , ρ va μ daraja ko'rsatkichlarining son qiymatlarini aniqlash kerak. Bu daraja ko'rsatkichlar musbat yoki manfiy, butun yoki kasr sonlar bo'lishi mumkin.

1 – misol. Ishning o'lchamligi topilsin. $A = F \cdot l$ munosabatga asosan $[A] = L^2 M T^{-2}$ bo'ladi.

2 – misol. Solishtirma issiqlik sig'imining o'lchamligi topilsin. $c = Q/(m \cdot \Delta t)$ bo'lib, $[Q] = [A]$ bo'lganligi uchun $[c] = L^2 T^{-2} \theta^{-1}$ bo'ladi.

Qandaydir fizik kattalikning XBT tizimidagi o'lchamligini bilgan holda, uning o'lchov birligini bu tizimda topish qiyin emas. Masalan, ishning o'lchov birligi $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ ga, solishtirma issiqlik sig'imining o'lchov birligi esa $m^2 s^{-2} grad^{-1}$ ga teng bo'lishi kerak va hak.

XBT tizimining hosilaviy birliklar jadvallari mos ravishda kitobning bo'limlarida, masalan, mexanik kattaliklarning birliklari I bobda, issiqlik kattaliklarining birliklari II bobda, elektr va magnit kattaliklarining birliklari esa III bobda berilgan va hak. O'sha joyda XBT tizimining birliklari bilan boshqa va keltirilgan birliklar tizimning o'zari munosabatini ifodalovchi jadvallar berilgan.

Masalalarni yechish uchun metodik ko'rsatmalar

Masalalarni yechishdan oldin masala asosida qanday fizik qonuniyatlar yotganligini aniqlash kerak. Keyin bu qonuniyatlarni ifodalovchi formuladan harfli belgilar orqali yechilishini topish kerak. Bundan keyin, albatta berilgan son qiymatlarni biror birlikda chiqarilgan formulaga qo'yish mumkin. Amalda va adabiyotlarda XBT bilan birga boshqa birliklar tizimi, xuddi shuningdek,

keltirilgan birliklar tizimi ko'p tarqalgandir. Shuning uchun ko'pchilik masalalar shartida berilgan son qiymatlar XBTning birligida ifodalanmagan. XBT, keltrilgan va boshqa tizimlardagi birliklarning o'zaro bog'lanishi har bir bobning boshida joylashtirilgan jadvallarda berilgan. Masalalarni XBTda yechish uchun masala shartida berilgan va jadvaldan olingan kattaliklarni XBT tizimining birliklariga keltirish kerak. Bunda masalaning javobi ham, tabiiy holda, shu tizimdagi birliklarda kelib chiqadi.

Ayrim hollarda hamma berilgan qiymatlarni bitta tizimning o'zida ifodalashning hojati bo'lmay qoladi. Masalan, formuladagi berilgan kattaliklar surat va maxrajda ko'paytmadan iborat bo'lsa, bu kattaliklarning qaysi birlikda ifodalanishidan qat'iy nazar, birliklar bir xil bo'lishi kifoyadir.

Masalaning sonli javobini chiqarishda oxirgi natijaning anqlik darajasiga ahamiyat berish kerak. Javobning aniqligi masalalar shartida berilgan kattaliklarning aniqligidan oshmasligi kerak.

Harfli belgilar o'rniga ularning son qiymatlarini qo'yish yo'li bilan olingan javobning oxirida darhol uning nomi yozilishi kerak.

Grafigi chizilishi kerak bo'lgan masalalarda masshtab va koordinata boshini tanlab olish zarur. Grafikda albatta, masshtab ko'rsatilishi shart. Kitobda ayrim masalalarning javoblaridagi grafiklar masshtabsiz berilgandir, ya'ni topilishi kerak bo'lgan bog'lanish, faqat sifat jihatdan tavsiylab berilgandir.

I. MEXANIKANING FIZIK ASOSLARI

1.1. Kinematika

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

$$v = \frac{S}{t} = \text{const}$$

va

$$a = 0$$

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatda bo'lganda, quyidagi ifodalar kelib chiqadi:

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

$$v = v_0 + at$$

$$a = \text{const}$$

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:

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

bu yerda, a_t – tangensial tezlanish, a_n – normal (markazga intilma) tezlanish bo‘lib

$$a_t = \frac{d\vartheta}{dt} \quad \text{va} \quad a_n = \frac{\vartheta^2}{R}$$

bu yerda, ϑ – harakatning tezligi va R – trayektoriya­ning berilgan nuqtasidagi egrilik radiusi.

Umumiy holda aylanma harakatda burchak tezlik

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

burchak tezlanish esa

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

ko‘rinishda bo‘ladi.

Tekis aylanma harakatda burchak tezlik quyidagiga tengdir:

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

bu yerda, T – aylanish davri, ν – aylanish chastotasi, ya’ni vaqt birligida aylanishlar soni.

Burchak tezlik ω chiziqli tezlik ϑ bilan quyidagi munosabat orqali bog‘langan:

$$\vartheta = \omega R$$

Aylanma harakatda tangensial va normal tezlanishlar quyidagicha ifodalanadi:

$$a_t = \varepsilon R$$

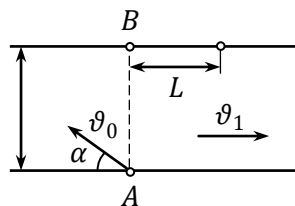
$$a_n = \omega^2 R$$

Ilgarilanma va aylanma harakatning tenglamalari quyidagi jadvalda taqqoslangan:

Ilgarilanma harakat	Aylanma harakat
Tekis harakat	
$S = \vartheta \cdot t$ $\vartheta = const$ $a = 0$	$\varphi = \omega \cdot t$ $\omega = const$ $\varepsilon = 0$
Tekis o'zgaruvchan harakat	
$S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$ $\vartheta = \vartheta_0 + at$ $a = const$	$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$ $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ $\varepsilon = const$
Notekis harakat	
$S = f(t)$ $\vartheta = \frac{dS}{dt}$ $a = \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}$	$\varphi = f(t)$ $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$

Masala yechish namunalari

1. A punktdan chiqqan qayiq haydovchi kengligi H bo'lgan daryoni kesib o'tar ekan, qayiqni hamma vaqt qirg'oqqa nisbatan α burchak ostida yo'naltiradi (1.1 – rasm). Agar oqim tezligi ϑ_1 va oqim qayiqni B punktdan L masofa qo'yi tomonga olib ketgan bo'lsa, qayiqning suvga nisbatan tezligi ϑ_0 ni aniqlang.



1.1 – rasm

Berilgan:

H ; α ; ϑ_1 ; L ;

$\vartheta_0 = ?$

Yechish:

Boshi A punktda bo'lgan koordinata tizimida (1.2 – rasm) qayiqning koordinatalari

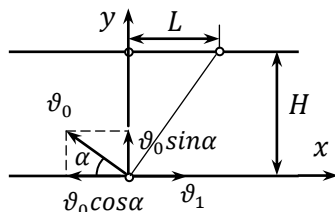
$$x = (\vartheta_1 - \vartheta_0 \cos \alpha) \cdot t$$

ga teng. $x = L$, $y = H$ o'rniga qo'yilgach,

$$\vartheta_0 = \frac{H\vartheta_1}{L\sin\alpha + H\cos\alpha}$$

ni olamiz.

Javob: $\vartheta_0 = \frac{H\vartheta_1}{L\sin\alpha + H\cos\alpha}$.



1.2 – rasm

2. Lasetti avtomobili yo'lining birinchi yarmini ϑ_1 tezlik bilan, ikkinchi yarmini esa ϑ_2 tezlik bilan o'tdi. Avtomobilning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligini toping.

Berilgan:

ϑ_1 ; ϑ_2

$$S_1 = S_2 = \frac{S_{um}}{2},$$

$$\vartheta_{o'rt} = ?$$

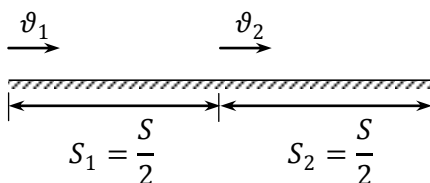
Yechish:

Ma'lumki, avtomobilning o'rtacha tezligini topish ifodasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\vartheta_{o'rt} = \frac{S_{um}}{t_{um}} \quad (2.1)$$

Dastlabki masofani S_1 , keyingi masofani esa S_2 deb olsak (2.1 – rasm), u holda $S_{um} = S_1 + S_2$ ga, t_{um} esa $t_1 + t_2$ ga teng bo'ladi.

Bunda,



2.1 – rasm

$$t_1 = \frac{S_1}{\vartheta_1} \quad \text{va} \quad t_2 = \frac{S_2}{\vartheta_2}$$

hamda

$$S_1 = S_2 = \frac{S_{um}}{2}$$

ekanligini inobatga olsak, (2.1) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\vartheta_{o'rt} = \frac{S_{um}}{t_{um}} = \frac{S_{um}}{t_1 + t_2} = \frac{S_{um}}{\frac{S_1}{\vartheta_1} + \frac{S_2}{\vartheta_2}} = \frac{S_{um}}{\frac{S_{um}}{2} \left(\frac{1}{\vartheta_1} + \frac{1}{\vartheta_2} \right)} = \frac{2\vartheta_1\vartheta_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}$$

Javob: $\vartheta_{o'rt} = \frac{2\vartheta_1\vartheta_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}$.

3. H balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushayotgan jism vaqtning oxirgi sekundida $3H/4$ masofani bosib o'tdi. U qancha vaqtda tushgan (s)?

Berilgan:

$$AC = H;$$

$$BC = 3H/4;$$

$$t_{BC} = 1 \text{ s};$$

$$t = ?$$

Yechish:

3.1 – rasmda AC oraliqni jism t vaqtda o'tadi desak, shartga ko'ra, BC oraliqni jism 1 sekunda o'tgan, u holda, AB oraliqda jism $(t - 1)$ s vaqt sarflaydi. Demak, AB oraliqni quyidagicha topish mumkin:

$$AB = \frac{H}{4} = \frac{g}{2} (t - 1)^2 \quad (3.1)$$

Bundan,

$$t = 1 + \sqrt{\frac{H}{2g}} \quad (3.2)$$

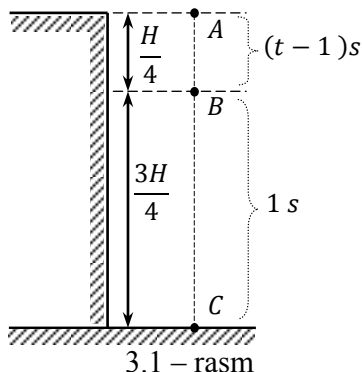
ekanligini topish mumkin.

AC masofani quyidagicha topish mumkin:

$$AC = H = \frac{gt^2}{2} \quad (3.3)$$

(3.3) ni (3.2) ifodaga qo'ysak qo'yidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$t = 1 + \sqrt{\frac{t^2}{4}} \quad (3.4)$$



(3.4) ifodadan $t = 2 \text{ s}$ ekanligini topamiz.

Javob: $t = 2 \text{ s}$.

4. Yuqoriga tik otilgan jism h balandlikdagi nuqta orqali ikki marta o'tadi (4.1 – rasm). Bu o'tishlar o'rtasidagi vaqt oralig'i Δt ga teng. Jismning ϑ_0 boshlang'ich tezligini va jismning harakati boshlangandan dastlabki vaziyatiga qaytguncha ketgan Δt_0 vaqtini toping.

Berilgan:

$h; \Delta t; \vartheta_0;$

$\Delta t_0 = ?$

Yechish:

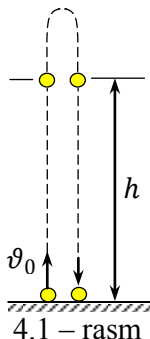
Agar sanoq boshi sifatida jismni otish joyi olinsa, yuqoriga jismning h koordinatasi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi (4.1 – rasm):

$$h = \vartheta_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (4.1)$$

Berilgan ϑ_0 va h uchun bu tenglama t vaqtning ikkita qiymatida aniqlanadi:

$$t_{1,2} = \frac{\vartheta_0 \pm \sqrt{\vartheta_0^2 - 2gh}}{g}$$

Bu qiymatlarning farqi esa jismning bir xil h balandlikni ikki marta o'tishi orasidagi vaqt oralig'ini beradi, ya'ni:



$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2\sqrt{\vartheta_0^2 - 2gh}}{g} \quad (4.2)$$

Bundan

$$\vartheta_0 = \sqrt{2gh + \frac{g^2(\Delta t)^2}{4}}$$

Agar (4.2) ifodada $h = 0$ desak, u holda biz jismning otilishi bilan uning dastlabki vaziyatiga qaytib kelishi o'rtasidagi vaqt oralig'ini olamiz:

$$\Delta t_0 = \frac{2\vartheta_0}{g}$$

Bu ifodaga ϑ_0 ning yuqorida olingan qiymatini qo'yib,

$$\Delta t_0 = 2 \sqrt{\frac{2h}{g} + \frac{(\Delta t)^2}{4}}$$

ni topamiz.

Javob: $\Delta t_0 = 2 \sqrt{\frac{2h}{g} + \frac{(\Delta t)^2}{4}}$

5. Aylanma harakat qilayotgan g'ildirak radusining burilish burchagining vaqtga bog'lanishi $\varphi = 4 + 5t - t^3$ tenglama bilan berilgan. G'ildirakning birinchi sekund oxirida burchak tezligi, chiziqli tezligi va g'ildirak gardishidagi nuqtalarning to'la tezlanishi topilsin. G'ildirak radiusi 2 sm.

Berilgan:

$$R = 2 \text{ sm} = 0,2 \text{ m};$$

$$t = 1 \text{ s};$$

$$\omega = ? \quad \vartheta = ? \quad a = ?$$

Yechish:

Burchak tezlikni topib olamiz:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d}{dt}(4 + 5t - t^3) = 5 - 3t^2 \quad (5.1)$$

$$\omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Chiziqli tezlik ϑ ni esa, burchak tezlik orqali topamiz:

$$\vartheta = \omega R = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

To'la chiziqli tezlanishni quyidagi ifodadan topamiz:

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

bu yerda, $a_n = \omega^2 R$ va $a_t = \varepsilon R = \frac{d\omega}{dt} R = \frac{d}{dt}(5 - 3t^2) = -6t$.

U holda,

$$a = \sqrt{\omega^4 R^2 + \varepsilon^2 R^2} = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2} \approx 1,44 \frac{m}{s^2};$$

Javob: $\omega = 2 \frac{rad}{s}; \vartheta = 0,4 \frac{m}{s}; a \approx 1,44 \frac{m}{s^2}.$

Mavzuga oid masalalar

1. Paroxod daryoda A punktdan B punktga $\vartheta_1 = 10 \text{ km/soat}$ tezlik bilan, qaytishda esa $\vartheta_2 = 16 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlanadi.

1) Paroxodning o'rtacha tezligi, 2) daryoning oqim tezligi topilsin.

2. Samolyot A punktdan sharq tomondagi 300 km uzoqlikda joylashgan B punktga uchmoqda. Quyidagi hollarda samolyotning bu masofani uchib o'tish vaqti topilsin: 1) shamol bo'lmaganda, 2) shamol janubdan shimolga esganda va 3) shamol g'arbdan sharqqa esganda. Shamolning tezligi $\vartheta_1 = 20 \text{ m/s}$, samolyotning tezligi $\vartheta_2 = 600 \text{ km/soat}$.

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

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

5. Jismning bosib o'tgan yo'li S ning t vaqtga bog'liqligi $S = A - Bt + Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 6 \text{ m}$, $B = 3 \text{ m/s}$ va $C = 2 \text{ m/s}^2$. Jismning 1 s dan 4 s gacha bo'lgan vaqt oralig'ida o'rtacha tezligi va o'rtacha tezlanishi topilsin. $0 \leq t \leq 5 \text{ s}$ intervalda 1 s dan oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi tuzilsin.

6. Jismni gorizontga $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida $\vartheta_0 = 14,7 \text{ m/s}$ tezlik bilan otilganda $t = 1,25 \text{ s}$ o'tgach, uning normal va tangensial tezlanishi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

7. 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.

8. Nuqta $R = 10 \text{ sm}$ radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish a_t bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlangandan keyingi beshinchi marta aylanish oxirida nuqtaning chiziqli tezligi $\vartheta = 10 \text{ sm/s}$ ga teng bo'lsa, harakat boshlangandan $t = 20 \text{ s}$ o'tgandan keyin nuqtaning a_n normal tezlanishi topilsin.

9. Radiusi $R = 10 \text{ sm}$ g'ildirak $\varepsilon = 3,14 \text{ rad/s}^2$ 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.

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 $B = 1 \text{ rad/s}$, $C = 1 \text{ rad/s}^2$ va $D = 1 \text{ rad/s}^3$. Harakatning ikkinchi sekundining oxirida g'ildirak gardishidagi nuqtalarning normal tezlanishi $a_n = 3,46 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'lsa, g'ildirakning radiusi topilsin.

Mustaqil yechish uchun masalalar (Uyga vazifa)

11. Samolyot havoga nisbatan $\vartheta_1 = 800 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchmoqda. G'arbdan sharqqa tomon $\vartheta_2 = 15 \text{ m/s}$ tezlik bilan shamol esib turibdi. Samolyot Yerga nisbatan qanday tezlik bilan uchishi va 1) janubga, 2) shimolga, 3) g'arbga, 4) sharqqa siljishi uchun meridianga nisbatan qanday burchak tashkil qilib uchishi topilsin.

12. Vertikal yuqoriga otilgan jism 3 s dan keyin Yerga qaytib tushdi. 1) Jismning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan? 2) Jism qanday balandlikka ko'tarilgan? Havoning qarshiligi hisobga olimasin.

13. Metropoliten ikki bekating oraliq'i 1,5 km. Poezd bu masofaning birinchi yarmini tekis tezlanuvchan, qolgan ikkinchi yarmida tekis sekinlanuvchan harakat qiladi. Poezdning maksimal tezligi 50 km/soat ga teng. 1) tezlanuvchan va sekinlanuvchan harakatning tezlanishlarini miqdor jihatdan teng deb hisoblab, uning kattaligi, 2) poezdning ikki bekat orasidagi harakat vaqti topilsin.

14. Jismning bosib o'tgan yo'li S ning t vaqtga bog'liqligi $S = A + Bt + Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 3$ m, $B = 2$ m/s va $C = 1$ m/s². Jism harakatining birinchi, ikkinchi va uchinchi sekund oraliq'idagi o'rtacha tezligi va o'rtacha tezlanishi topilsin.

15. Tosh gorizontal yo'nalishda $\vartheta_x = 15$ m/s tezlik bilan otilgandan 1 s o'tgach, uning normal va tangensial tezlanishi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

16. Jism gorizontga $\alpha = 45^\circ$ burchak ostida $\vartheta_0 = 10$ m/s tezlik bilan otilganda $t = 1$ s o'tgach, jism trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

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

18. Harakat boshlanishidan 2 s o'tgach tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan g'ildirak gardishidagi nuqtaning to'la tezlanish vektori shu nuqta chiziqli tezligining yo'nalish bilan 60° burchak tashkil qilsa, g'ildirakning burchak tezlanishi topilsin.

19. Aylanayotgan g'ildirak gardishidagi nuqtalar to'la tezlanishining vektori shu nuqtalar chiziqli tezligining vektori bilan 30° burchak tashkil qilgan paytdagi nuqtaning normal tezlanishini tangensial tezlanishidan necha marta kattaligi topilsin.

20. Radiusi $R = 10 \text{ sm}$ bo'lgan g'ildirak shunday aylanadiki, g'ildirak gardishidagi nuqtalar chiziqli tezligining vaqtga bog'lanishi $\vartheta = At + Bt^2$ tenglama orqali beriladi, bunda $A = 3 \text{ sm/s}^2$ va $B = 1 \text{ sm/s}^2$. Harakat boshlangandan $t = 0, 1, 2, 3, 4$ va 5 s o'tgandan keyin to'la tezlanish vektori bilan g'ildirak radiusi orasidagi burchak topilsin.

Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. Biror jismning tekislikdagi harakati davomida koordinatalari (6; 4) nuqtadan (9; 8) nuqtaga o'zgardi. Ko'chishning modulini toping (m).

A) 12 B) 14 C) 7 D) 5

2. Sanoq tizimini nimalar tashkil etadi?

A) sanoq jismi va koordinatalar sistemasi

B) sanoq jismi, unga bog'langan koordinatalar sistemasi va vaqtni o'lchaydigan asbob

C) sanoq jismi va vaqt o'lchaydigan asbob

D) koordinatalar sistemasi va vaqt o'lchaydigan asbob

3. Moddiy nuqtaning harakatlanish tenglamalari $y = 1 + 3t$ va $x = 2 + 4t$ ko'rinishida berilgan. $y = y(x)$ trayektoriyaning tenglamasini yozing.

A) $y = 3x + 2$ B) $y = 0,2x - 4$ C) $y = 0,75x - 0,5$ D) $y = 2x + 3$

4. A va B punktlardan bir-biriga qarab ikki velosipedchi yo'lga chiqdi. Ular B punktga 30 km qolganda uchrashishdi. Manzilga borib qaytishda esa, A punktdan 18 km uzoqlikda uchrashishdi. Punktlar oraligidagi masofani toping (km).

A) 60 B) 48 C) 72 D) 78

5. Bekatdan elektropoezd 12° da jo'nab ketdi. Yo'lovchining soati 12° bo'lganda, elektropoezdning oxiridan oldingi vagoni uning yonidan o'ta boshladi. Agar bu vagon 10 s da, oxirgi vagon esa 8 s da o'tgan bo'lsa, yo'lovchining soati necha sekund orqada qolgan?

A) 32 B) 31 C) 30 D) 18

6. Ancha baland nuqtadan modullari bir xil va 10 m/s ga teng bo'lgan tezliklar bilan ikki jism bir paytda otildi, biri tik yuqoriga, ikkinchisi tik pastga. 2 s dan so'ng ular orasidagi masofa qanday bo'ladi (m)?

A) 10 B) 20 C) 40 D) 50

7. Maxovik aylanganda, gardishidagi nuqtalar tezligi 6 m/s, ulardan o'qda 1,5 sm yaqin masofada bo'lgan nuqtalar tezligi esa 5,5 m/s bo'lsa, maxovikning radiusi necha santimetr bo'ladi?

A) 18 B) 15 C) 9 D) 6

8. 80 sm uzunlikdagi ipga osilgan sharcha vertikal bilan 60° li burchak hosil qilib, gorizont tekislikda aylanmoqda. Sharchaning aylanish davrini toping (s), $\pi = 3$ deb oling.

A) 3 B) 2 C) 1,4 D) 1,2

9. Gorizont yo'nalishida 800 m/s tezlik bilan otilgan o'q 600 m masofadagi nishonga borib yetguncha, vertikal yo'nalishida qancha-ga pasayadi (m)?

A) 0,75 B) 1,5 C) 3,75 D) 2,8

10. Biror jism gorizontga 60° burchak ostida 30 m/s tezlik bilan otildi. Necha sekunddan so'ng tezlik vektori gorizont bilan 45° burchak hosil qiladi?

A) 3 B) 2,4 va 0,9 C) 1 va 2 D) 1,1 va 4,1

1.2. Dinamika

Dinamikaning asosiy qonuni (Nyutonning ikkinchi qonuni)

$$F \cdot dt = d(m\vartheta)$$

tenglama bilan ifodalanadi.

Agar massa o'zgarmas bo'lsa, u holda

$$F = m \frac{d\vartheta}{dt} = m \cdot a$$

bu yerda, a – massasi m bo'lgan jismning F kuch ta'sirida olgan tezlanishi.

S masofani o'tishda F kuchning bajargan ishi quyidagi formula yordamida ifodalanadi:

$$A = \int_s F_s \cdot dS$$

bu yerda, F_s – kuchning siljish yo'nalishidagi proyeksiyasi, 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

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

ko'rinishida bo'ladi, bunda α – kuch F va siljish S orasidagi burchak.

Quvvat

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

formula bilan ifodalanadi. Quvvat o'zgarmas bo'lsa

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

bo‘ladi, bunda A – vaqt t ichida bajarilgan ish.

Xuddi shuningdek quvvat quyidagi formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$N = F \cdot \vartheta \cdot \cos \alpha$$

ya’ni, quvvat harakat tezligini kuchning harakat yo‘nalishiga bo‘lgan proyeksiyasining kattaligiga ko‘paytmasi bilan aniqlanadi.

ϑ tezlik bilan harakatlanayotgan m massali jismning kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$W_k = \frac{m\vartheta^2}{2}$$

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

Yopiq tizimdagi barcha jismlar harakat miqdorining vektor yig‘indisi o‘zgarmay qoladi, ya’ni:

$$m_1\vec{\vartheta}_1 + m_2\vec{\vartheta}_2 + \dots + m_n\vec{\vartheta}_n = \text{const}$$

Massalari m_1 va m_2 bo‘lgan ikki jismning bir to‘g‘ri chiziq bo‘ylab noelastik markaziy urilishidan keyingi ularning umumiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$u = \frac{m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2}{m_1 + m_2}$$

bu yerda, ϑ_1 va ϑ_2 – mos ravishda birinchi va ikkinchi jismlarning urilishdan avvalgi tezliklari.

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

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)\vartheta_1 + 2m_2\vartheta_2}{m_1 + m_2}$$

va ikkinchi jismning urilishdan keyingi tezligi

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)\vartheta_2 + 2m_1\vartheta_1}{m_1 + m_2}$$

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

Normal tashkil etuvchisi

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

markazga intilma kuchdan iboratdir. Bu yerda, ϑ – massasi m bo'lgan jismning chiziqli tezligi va R – trayektoriyaning berilgan nuqtadagi egrilik radiusidir.

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

$$F = k \cdot x$$

bu yerda, k – deformatsiya koeffitsiyenti bo'lib, bir birlikda deformatsiyalovchi kuchga miqdor jihatdan tengdir.

Elastik kuchlarning potensial energiyasi:

$$W_p = \frac{kx^2}{2}$$

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

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

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

Tortishish kuchining potensial energiyasi:

$$W_p = -G \frac{m_1 \cdot m_2}{R}$$

“Manfiy” 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.

Keplerning uchinchi qonuni quyidagi ko‘rinishga egadir:

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

bu yerda, T_1 va T_2 – planetalarning aylanish davri, R_1 va R_2 – planetalar orbitalarining katta o‘qlari. Orbita doiradan iborat bo‘lgan holda, katta o‘qlar rolini orbitaning radiusi o‘ynaydi.

Masala yechish namunalari

1. Harakatdagi liftning shiftidagi ipga $m_1 = 1 \text{ kg}$ massali yuk osilgan. Bu yukka $m_2 = 2 \text{ kg}$ massali ikkinchi yuk osilgan boshqa ip bog‘langan. Agar yuklar orasidagi ipning tarangligi $T_1 = 9,8 \text{ N}$ bo‘lsa, yuqoridagi ipning T_2 tarangligini toping.

Berilgan:

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

$$m_2 = 2 \text{ kg};$$

$$T_1 = 9,8 \text{ N};$$

$$T_2 = ?$$

Yechish:

Yukka ta’sir qiluvchi kuchlar 1.1 – rasmda ko‘rsatilgan. Unga ko‘ra harakat tenglamalari quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\begin{cases} m_1 a = T_2 - T_1 - P_1 \\ m_2 a = T_1 - P_2 \end{cases}$$

Bunda a – yukning tezlanishi (liftning tezlanishiga teng),

$$P_1 = m_1 g$$

va

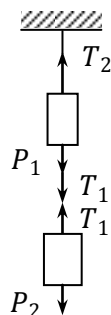
$$P_2 = m_2 g$$

– og‘irlik kuchlari. Tenglamalarni T_2 ga nisbatan yechib,

$$T_2 = \frac{m_1 + m_2}{m_2} \cdot T_1 = 14,7 \text{ N}$$

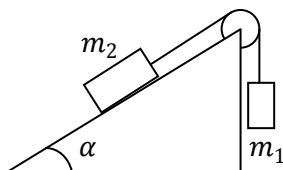
ni olamiz.

Javob: $T_2 = 14,7 \text{ N}$



1.1 – rasm

2. Ikki jism qiya tekislikka o‘rnatilgan vaznsiz blok orqali o‘tkazilgan yengil ip bilan bog‘langan (2.1 – rasm). Bu jismlar qanday tezlanish bilan harakat qilishini toping. Ishqalanishni hisobga olmang. Jismlarning massalari mos ravishda $m_1 = 10 \text{ g}$ va $m_2 = 15 \text{ g}$ ga teng. Qiya tekislik gorizont bilan $\alpha = 30^\circ$ burchak hosil qiladi.



2.1 – rasm

Berilgan:

$$\begin{aligned} m_1 &= 10 \text{ g} = 10^{-2} \text{ kg}; \\ m_2 &= 15 \text{ g} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ kg}; \\ \alpha &= 30^\circ; \end{aligned}$$

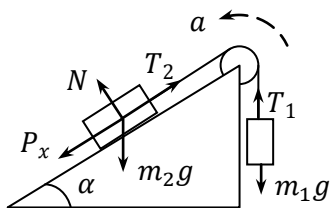
$$a = ?$$

Yechish:

Jismga 2.2 – rasmda tasvirlangan kuchlar ta’sir qiladi. Tizimni m_2 massali yuk tortib ketadi deb faraz qilinsa, yukning harakat tenglamalari quyidagicha bo‘ladi:

$$\begin{cases} m_1 a = T_1 - m_1 g \\ m_2 a = m_2 g \sin \alpha - T_2 \end{cases} \quad (2.1)$$

(2.1) tizimdan taranglik kuchlari $T_1 = T_2 = T$ ekanligini bilgan holda, bu kuchlarni yuqotib, tezlanishni topish mumkin:



2.2 – rasm

$$a = \frac{m_2 g \sin \alpha - m_1 g}{m_1 + m_2} = -0,98 \frac{m}{s^2}.$$

ni topamiz.

Manfiy ishora harakat haqiqatda biz faraz qilgan yoʻnalishga teskari yoʻnalishda sodir boʻlishini bildiradi.

Javob: $a = -0,98 \frac{m}{s^2}$.

3. Vertiklaga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida $v = 800 \text{ m/s}$ tezlikda uchib ketayotgan $m_1 = 50 \text{ kg}$ massali snaryad qum ortilgan platformaga tegib, unda ushlanib qoldi. Agar platformaning massasi $m_2 = 16 \text{ t}$ boʻlsa, snaryad tekkandan keyin platformaning tezligi qanday boʻlishini toping.

Berilgan:

$\alpha = 30^\circ$;

$v = 800 \text{ m/s}$;

$m_1 = 50 \text{ kg}$;

$m_2 = 16 \text{ t}$;

$u = ?$

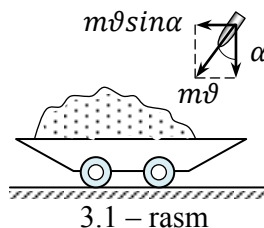
Yechish:

Snaryad harakat miqdori vektorining gorizontal yoʻnalishiga proyeksiyasi $v \sin \alpha$ ga teng (3.1 – rasm). Gorizontal yoʻnalish uchun harakat miqdorning saqlanish qonuni quyidagicha koʻrinishga ega boʻladi:

$$m_1 v \sin \alpha = (m_1 + m_2) u$$

Bundan platformaning tezligini topish mumkin:

$$u = \frac{m_1 v \sin \alpha}{m_1 + m_2} \approx 1,25 \frac{m}{s}$$



Javob: $u \approx 1,25 \frac{m}{s}$.

4. Vertikal jolashgan, bir-biriga parallel, bir xil uzunlikdagi ikkita prujinaga vaznsiz sterjen gorizontal holatda osilgan. Prujinalarning elastiklik koeffitsiyentlari mos ravishda $k_1 = 0,02 \text{ N/m}$ va $k_2 = 0,03 \text{ N/m}$. Prujinalar orasidagi masofa $L = 1 \text{ m}$. Sterjen gorizontal holatda qolishi uchun, uning qaysi nuqtasiga yuk osish kerak?

Berilgan:

$$k_1 = 0,02 \text{ N/m};$$

$$k_2 = 0,03 \text{ N/m};$$

$$L = 1 \text{ m};$$

$$a = ?$$

Yechish:

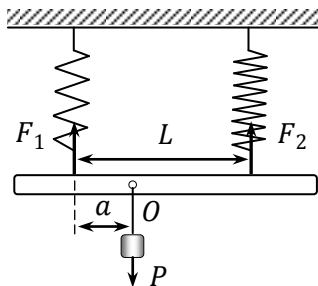
Prujinalar choʻzilishi bir xil boʻlsa, sterjen gorizontal holatda qoladi. Bu holda sterjenga prujinalar tomonidan quyidagi kuchlar taʼsir qiladi (4.1 – rasm):

$$F_1 = k_1 x \quad \text{va} \quad F_2 = k_2 x$$

bunda, x – prujining choʻzilish masofasi.

Yukning O mahkamlangan nuqtasi F_1 va F_2 kuchlarning O nuqta orqali oʻtgan oʻqqa nisbatan momentlari tengligi bilan aniqlanadi:

$$F_1 a = F_2 (L - a)$$



4.1 – rasm

bu yerda, a – O nuqtadan elastiklik koeffitsiyenti k_1 boʻlgan prujinagacha boʻlgan masofa. Bundan izlanayotgan masofa

$$a = L \frac{k_2}{k_1 + k_2} = 0,6 \text{ m}$$

Javob: $a = 0,6 \text{ m}$

5. Sutkasining uzunligi 6 soat boʻlgan planetaning oʻrtacha zichligi ρ ni aniqlang. Prujinali torozi planeta ekvatorida qutbidagidan 10 % kamroq ogʻirlikni koʻrsatadi. Gravitatsiya doimiysi $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ sm}^3/\text{g} \cdot \text{s}^2$.

Berilgan:

$$t = 6 \text{ soat};$$

$$T = 0,9P;$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{sm}^3}{\text{g} \cdot \text{s}^2};$$

$$\rho = ?$$

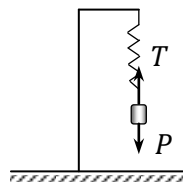
Yechish:

Jism tortilayotganda unga ikkita kuch taʼsir qiladi (5.1 – rasm): tortish kuchi P va prujining taranglik kuchi T . Har ikkala kuch planeta radiusi boʻylab yoʻnalgan. Ekvatorda jism aylana boʻylab $\vartheta = 2\pi R/t$ tezlik bilan harakat qiladi

Bunda R – planeta radiusi. Kuchlarning ayirmasi $P - T$ jismga markazga intilma tezlanish beradi. Nyutonning ikkinchi qonuniga ko‘ra

$$\frac{m\vartheta^2}{R} = \frac{4\pi^2 mR}{t^2} = P - T$$

Masalaning shartiga ko‘ra $T = 0,9P$. Planeta sirtida butun olam tortishish kuchi



5.1 – rasm

$$P = G \frac{mM}{R^2}$$

bunda, M – planetaning massasi.

Izlanayotgan zichlik

$$\rho = \frac{3}{4\pi} \frac{M}{R^3}$$

ni harakat tenglamasiga P va T kuchlarning ifodalarini qo‘yib topish mumkin:

$$\rho = \frac{3\pi}{0,1Gt^2} \approx 3,03 \frac{g}{sm^3}$$

Javob: $\rho \approx 3,03 \frac{g}{sm^3}$.

Mavzuga oid masalalar

1. Biror diametrli po‘lat sim 4400 N gacha yukka bardosh bera oladi. Bu simga 3900 N yuk osib, u uzilib ketmasligi uchun yukni qanday maksimal tezlanish bilan yuqoriga ko‘tarish kerak?

2. Relsda turgan vagon tekis tezlanuvchan harakat qilib, $S = 11\text{ m}$ yo‘lni $t = 30\text{ s}$ da o‘tishi uchun unga qanday kuch ta’sir qilishi kerak? Vagonning og‘irligi $P = 160\text{ kN}$. Harakat vaqtida unga, o‘z og‘irligining $0,05$ qismiga teng bo‘lgan ishqalanish kuchi ta’sir qiladi.

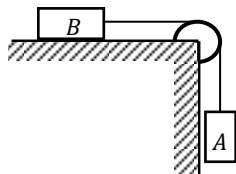
3. $0,5 \text{ kg}$ massali jism shunday to'g'ri chiziqli harakatlanadiki, u o'tgan S yo'lining t vaqtga bog'lanishi $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ tenglama bilan berilgan, bunda $C = 5 \text{ m/s}^2$ va $D = 1 \text{ m/s}^3$. Harakatning birinchi sekundining oxirida jismga ta'sir qilgan kuchning kattaligi topilsin.

4. $v = 600 \text{ m/s}$ tezlik bilan uchayotgan $m = 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ massali molekula normalga nisbatan idish devoriga 60° burchakda uriladi va shunday burchakda tezligini o'zgartirmay elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devoriga berilgan kuch impulsi topilsin.

5. Jism qiyaligi gorizont bilan 4° bo'lgan tekislikda yotibdi.

1) Jismning qiya tekislikda sirg'ana boshlashi uchun ishqalanish ko'effitsiyenti qanday chegaraviy qiymatga ega bo'lishi kerak? 2) Agar ishqalanish ko'effitsiyenti $0,03$ bo'lsa, jism qanday tezlanish bilan sirg'anadi? 3) shunday sharoitda jism 100 m yo'lni qancha vaqtda o'tadi? 4) Shu 100 m yo'lining oxirida jism qanday tezlikka erishadi?

6. Vaznsiz blok stolning qirrasiga mahkamlangan. Og'irliklari $P_1 = P_2 = 10 \text{ N}$ bo'lgan A va B toshlar bir-biriga ip bilan birlashtirilib, blokka osilgan. B toshning stolga ishqalanish ko'effitsiyenti $k = 0,1$ ga teng.



1) Toshlarning harakat tezlanishi, 2) ipning taranglik kuchi topilsin. Blokdagi ishqalanish hisobga olinmasin.

7. Og'irligi 200 kN bo'lgan vagon 6000 N ishqalanish kuchi ta'sirida tekis sekinlanuvchan harakat qiladi va ma'lum vaqt o'tgach to'xtaydi. Vagonning boshlang'ich tezligi 54 km/soat ga teng. 1) Ishqalanish kuchining ishi, 2) vagon to'xtaguncha o'tgan masofa topilsin.

8. Tosh gorizontga $\alpha = 60^\circ$ burchakda $v_0 = 15 \text{ m/s}$ tezlik bilan otilgan. Toshning 1) harakat boshlangandan bir sekund o'tgach, 2) harakat trayektoriyasining eng yuqori nuqtasidagi kinetik va

potensial energiyasi topilsin. Tosh massasi $m = 0,2 \text{ kg}$ ga teng. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

9. 8 km/soat tezlik bilan yugurib kelayotgan 600 N og'irlikdagi odam $2,9 \text{ km/soat}$ tezlik bilan ketayotgan 800 N og'irlikdagi aravachani quvib yetadi va unga sakrab chiqadi. 1) Shu payt aravacha qanday tezlik bilan harakat qiladi? 2) Agar odam qarshi tomondan kelib chiqsa, u qanday tezlik bilan harakat qiladi?

10. $5 \cdot 10^3 \text{ kg}$ massali to'pdan otilib chiqqan 1 kN og'irlikdagi snaryadning kinetik energiyasi $7,5 \cdot 10^6 \text{ J}$ ga teng. Orqaga tepish tufayli to'p qanday kinetik energiyaga ega bo'ladi?

11. Gorizonttal uchib kelayotgan o'q yengil qattiq sterjenga osilgan sharga tegdi va unda tiqilib qoldi. O'qning massasi $m_1 = 5 \text{ g}$ va sharning massasi $m_2 = 0,5 \text{ kg}$. O'qning tezligi $v_1 = 500 \text{ m/s}$. 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?

12. Harakatdagi m_1 massali jism qo'zg'almas m_2 massali jismga uriladi. Urilish elastik va markaziy bo'lsa, urilishda birinchi jism o'zining boshlang'ich kinetik energiyasining qancha qismini ikkinchi jismga beradi? Masala avval umumiy ko'rinishda yechilsin, keyin esa, 1) $m_1 = m_2$, 2) $m_1 = 9m_2$ hollarda ko'rib chiqilsin.

13. 25 sm uzunlikdagi ipga bog'langan 50 g massali tosh gorizonttal tekislikda aylanma chizadi. Toshning aylanma tezligi 2 ayl/s ga mos keladi. Ipning taranglik kuchi topilsin.

14. Ipga osilgan 10 N og'irlikdagi yuk 30° burchakka og'diriladi. Yuk muvozanat vaziyatidan o'tayotganda ipning taranglik kuchi topilsin.

15. Agar prujinaga ta'sir qiluvchi kuchning deformatsiyaga proporsionalligi va uni 1 sm siqish uchun $29,4 \text{ N}$ kuch kerakligi

ma'lum bo'lsa, bu prujinani 20 sm ga siqishda qancha ish bajariladi?

16. Parallel ikkita bir xil prujinaga og'irligi nazarga olinmasa bo'ladigan sterjen osilgan. Prujinalarning deformatsiya koeffitsiyentlari mos ravishda $k_1 = 20\text{ N/sm}$ va $k_2 = 30\text{ N/sm}$ ga teng. Sterjenning uzunligi prujinalarning oralig'i ($L = 10\text{ sm}$) ga teng. Sterjen gorizontaal vaziyatda qolishi uchun, yukni uning qayeriga osish kerak?

17. Kosmik kema Oyga tomon uchmoqda. Oy va Yer markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqlarning qaysi nuqtasida raketa Yerga ham, Oyga ham birday kuch bilan tortiladi?

18. Yerning sun'iy yo'ldoshi orbita bo'ylab 1) Yer sirtida (havo-niing qarshiligi hisobga olinmasin), 2) Yer sirtidan $h_1 = 200\text{ km}$ va $h_2 = 700\text{ km}$ balandliklarda qayday ϑ chiziqli tezlik bilan harakatlanadi? Shunday shartlarda Yerning sun'iy yo'ldoshining aylanish davri topilsin.

19. Jismni Yer sirtidan h chuqurlikka tushurgandagi og'irlik kuchi tezlanishining o'zgarishi topilsin. Qanday chuqurlikda og'irlik kuchining tezlanishi Yer sirtidagi og'irlik kuchi tezlanishining 25 % ini tashkil qiladi? Yerning zichligi o'zgarmas deb hisoblansin.

Ko'rsatma. Yer sirtidan h chuqurlikdagi jism o'zidan yuqorida yotgan h qalinlikdagi shar qatlamiga xech tortilmaydi, chunki shu qatlam ayrim qismlarining tortishish kuchlari o'zaro kompensatsiyalanadi.

20. r radiusli ingichga simdan qilingan halqa o'z o'qida, markazidan L masofada turgan m massali moddiy nuqtani qanday kuch bilan tortadi? Halqaning radiusi R ga, sim materialining zichligi ρ ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar **(Uyga vazifa)**

21. Yo'lovchilar bilan birga liftning og'irligi 800 N . Lift osilgan trosning tarangligi: 1) 1200 N va 2) 600 N bo'lsa, lift qanday tezlanish bilan va qanday yo'nalishda harakatlanadi?

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

23. $v = 500\text{ m/s}$ tezlik bilan uchayotgan $m = 4,65 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$ molekula idish devoriga tik uriladi va tezligini o'zgartirmasdan devordan elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devoriga berilgan kuch impulsi topilsin.

24. Qiyaligi har 25 m yo'lda 1 m balandlikka ko'tariladigan toqqa 1 m/s^2 tezlanish bilan chiqayotgan avtomobil motorining tortish kuchi topilsin. Avtomobilning og'irligi $9,8 \cdot 10^3\text{ N}$ va ishqalanish koeffitsiyenti $0,1$ ga teng.

25. Og'irliklari $P_1 = 20\text{ N}$ va $P_2 = 10\text{ N}$ bo'lgan toshlar bir-biriga ip bilan birlashtirilib, vaznsiz blokka osilgan. 1) Tosharning harakat tezlanishi, 2) ipning taranglik kuchi topilsin. Blokka bo'lgan ishqalanish hisobga olinmasin.

26. Muz ustida $v = 2\text{ m/s}$ tezlik bilan sirg'antirib yuborilgan tosh $S = 20,5\text{ m}$ masofada to'xtaydi. Toshning muzga ishqalanish koeffitsiyentini o'zgarmas deb hisoblab, uning qiymati topilsin.

27. Og'irligi 20 N bo'lgan tosh ma'lum balandlikdan Yerga $1,43\text{ s}$ da tushadi. Toshning yo'lining o'rta nuqtasidagi kinetik va potensial energiyasi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

28. Relsda turgan $P_1 = 100\text{ kN}$ og'irlikdagi platformaga $P_2 = 50\text{ kN}$ og'irlikdagi to'p o'rnatilgan bo'lib, undan rels bo'ylab o'q otiladi. Snaryadning og'irligi $P_3 = 1\text{ kN}$, uning to'pga nisbatan

boshlang'ich tezligi $v_0 = 500 \text{ m/s}$. Agar platforma 1) qo'zg'almay turgan, 2) o'q otilgan tomonga $v_1 = 18 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakat qilayotgan, 3) o'q otilishiga qarama-qarshi tomonga $v_1 = 18 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakat qilayotgan snaryad otilgan paytdagi platformaning tezligi v_x topilsin.

29. Avtomat minutiga 600 ta o'q chiqaradi. Har bir o'qning massasi 4 g, uning boshlang'ich tezligi 500 m/s. Otish vaqtidagi orqaga tepishning o'rtacha kuchi topilsin.

30. Gorizontal uchib kelayotgan o'q juda yengil qattiq sterjenga osilgan sharga tegadi va unga tiqilib qoladi. O'q massasi shar massasidan 1000 marta kichik. Sterjen osilgan nuqtadan sharning markazigacha bo'lgan oraliq 1 m. Agar o'q tekkandan keyin shar osilgan sterjen 10^0 burchakka og'sa, o'qning tezligi topilsin.

31. Harakatdagi m_1 massali jism qo'zg'almas m_2 massali jismga uriladi. 1) Birinchi jismning markaziy elastik urilishdagi tezligi 1,5 marta kamaygan bo'lsa, massalarning m_1/m_2 nisbati nimaga teng? 2) Agar birinchi jismning boshlang'ich W_1 kinetik energiyasi 1 kJ ga teng bo'lsa, ikkinchi jism qanday W_2 kinetik energiya bilan harakatlanadi?

32. 900 km/soat tezlik bilan uchayotgan samolyot "o'lim sirtmog'i"ni hosil qiladi. Uchuvchining o'tirgan stuliga siquvchi maksimal bosim kuchi 1) uchuvchining og'irligidan besh marta ortiq, 2) uning og'irligidan o'n marta ortiq bo'lganda "o'lim sirtmog'i"ning radiuslari qanday bo'ladi?

33. $l = 10 \text{ sm}$ uzunlikdagi vaznsiz sterjenga osilgan $m = 1 \text{ kg}$ massali jism vertikal tekislikda tebranadi. 1) Sterjen vertikalidan qanday α burchakka og'dirilganda, jismning eng pastki vaziyatidagi kinetik energiyasi $W_k = 2,45 \text{ J}$ ga teng bo'ladi? 2) Og'ish burchagi shunday bo'lganda sterjenning o'rta vaziyatidagi taranglik kuchidan necha marta katta bo'ladi?

34. Agar ressonaning o'rtasiga biror yuk qo'yilganda uning statik egilishi $x_0 = 2 \text{ sm}$ bo'lsa, o'sha yuk ta'sirida ressonaning eng katta egilishi topilsin. $h = 1 \text{ m}$ balandlikdan ressonaning o'rtasiga shu boshlang'ich tezliksiz tushsa, eng katta boshlang'ich egilish qanday bo'ladi?

35. $m = 0,1 \text{ kg}$ massali rezina koptok gorizontal yo'nalishda biror tezlik bilan uchib borib, qo'zg'almas vertikal devorga uriladi. Urilishda koptok $\Delta t = 0,01 \text{ s}$ vaqt ichida $\Delta x = 1,37 \text{ sm}$ ga siqiladi. Xuddi shu Δt vaqt ichida koptok oldingi shakliga kelib tiklansa, urilish vaqtida devorga ta'sir qilgan o'rtacha kuch topilsin.

36. Yerdan Oyga olib borilgan matematik mayatnikning tebranish davri qanday o'zgaradi? (Matematik mayatnikning tebranish davri $T = 2\pi\sqrt{l/g}$).

37. Yer sirtidan 200 km balandlikda aylana orbita bo'ylab harakatlanayotgan Yerning sun'iy yo'ldoshiga ta'sir qiluvchi markazga intilma tezlanishi topilsin.

38. Yerning sun'iy yo'ldoshi ekvator tekisligida aylana orbita bo'ylab g'arbdan sharqqa tomon harakatlanadi. Yo'ldosh kuzatuvchiga qo'zg'almas turgandek ko'rinishi uchun, u Yer sirtidan qanday balandlikda bo'lishi kerak?

39. Agar tog' cho'qqisida va shaxtaning tubida mayatnikning tebranish davri bir xil bo'lsa, tog'ning H balandligi bilan shaxtaning h chuqurligi orasidagi munosabat qanday?

40. 1 mm radiusli mis simdan qilingan halqa berilgan. Halqaning radiusi 20 sm ga teng. 1) Halqaning o'z o'qida, markazidan $L = 0; 5; 10; 15; 20 \text{ sm}$ va 50 sm masofada turgan 2 g massali moddiy nuqtani qanday F kuch bilan tortishi topilsin. F kuchning ifodalariga jadval tuzilsin va $F = f(L)$ bog'lanish grafigi chizilsin. 2) halqa markazidan qanday L masofada halqa bilan moddiy nuqta orasidagi o'zaro ta'sir kuchi maksimal bo'ladi? 3) Halqa bilan

moddiy nuqta orasidagi o'zaro maksimal ta'sir kuchining son qiymati topilsin.

41. 60 sm uzunlikdagi chilvirga bog'langan suv to'ldirilgan chelakcha vertikal tekislikda tekis aylantirilmoqda. 1) eng yuqori nuqtada chelakdagi suv to'kilib ketmasligi uchun, chelakcha aylanma harakatining eng kichik tezligi, 2) shunday tezlikda aylananing eng yuqori va pastki nuqtalaridagi chilvirning tarangligi topilsin. Suvli celakchaning massasi 2 kg.

Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. Kuch deb nimaga aytiladi?

- A) jismning inertlik xossasini xarakterlaydigan kattalik
- B) jismlarning o'zaro ta'sirini faqat miqdor jihatdan xarakterlaydigan kattalik
- C) jismlarning o'zaro ta'sirini faqat yo'nalishi jihatdan xarakterlaydigan kattalik
- D) jismlarning o'zaro ta'sirini miqdor va yo'nalishi jihatdan xarakterlaydigan kattalik

2. Agar 9,6 kg massali kubning qirrasi 2 marta qisqartirilsa, uning massasi necha kilogramm bo'ladi?

- A) 0,4 B) 0,5 C) 0,6 D) 1,2

3. Arqon tortishda to'rt kishi ishtirok etmoqda. Ulardan, ikkitasi arqonni 250 N va 200 N kuch bilan o'ng tomonga, qolgan ikkitasi 350 N va 50 N kuch bilan chap tomonga tortmoqda. Teng ta'sir etuvchi kuch nimaga teng. Arqon qaysi tomonga harakatlanadi?

- A) 50 N, o'ngga B) 450 N, o'ngga
- C) 350 N, chapga D) 100 N, chapga

4. Radiusi va massasi Yernikidan 2 marta katta bo'lgan planeta uchun birinchi kosmik tezlikni (km/s) aniqlang. Yerda birinchi kosmik tezlik 8 km/s ga teng.

- A) 16 B) 4 C) 8 D) $8\sqrt{2}$

5. m massali mayatnik vertikalidan α burchakka ogʻdirib, erkin quyib yuborildi. Mayatnik muvozanat vaziyatidan oʻtayotganda ipning taranglik kuchi qanday boʻladi?

- A) $mg\cos\alpha$ B) $mg(1 + \cos\alpha)$ C) $mg(1 - \cos\alpha)$ D) $mg(3 - 2\cos\alpha)$

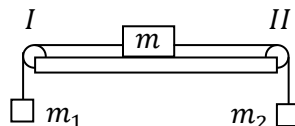
6. Stolning sirtida yotgan yogʻoch boʻlagiga (brusokka) 5 m/s tezlik berildi. Agar u ishqalanish kuchi taʼsirida 1 m/s^2 tezlanish bilan harakat qilayotgan boʻlcha, 6 s da bosib oʻtgan yoʻlini toping (m).

- A) 6 B) 12 C) 12,5 D) 18

7. Radiusi R va balandligi h boʻlgan silindr turgan qiya tekislikning qiyalik burchagi asta-sekin oshirilib borganda, silindr sirpanishi yoki yiqilishi mumkin. Bu ikkala hodisa bir paytda yuz berishi uchun ishqalanish koeffitsiyenti qanday boʻlishi kerak?

- A) $2R/h$ B) R/h C) h/R D) $h/2R$

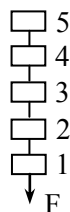
8. Rasmda koʻrsatilgan sistemadagi I va II iplarning taranglik kuchini toping (N). $m = 10 \text{ kg}$, $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$. Ishqalanish kuchini hisobga olmang.



- A) 54; 54 B) 44; 44 C) 44; 54 D) 50; 42

9. Beshta bir xil m massali yuk ogʻirlik kuchi maydonida pastga $F = 2mg$ qoʻshimcha kuch bilan tortilmoqda. 3- va 4- yuklar orasidagi ipning taranglik kuchi qanday?

- A) $12mg/5$ B) $9mg/5$ C) $2mg/5$
D) $4mg/5$ E) $18mg/5$



10. Massalari 5 va 3 kg boʻlgan jismlar qoʻzgʻalmas blokka osilgan. Blokning radiusi 2 sm boʻlsa, 12 s dan keyin uning aylanish chastotasi qancha boʻlishini toping (Hz). $\pi = 3$ deb oling.

- A) 144 B) 125 C) 260 D) 250

11. Asosining yuzi 1 m^2 va qalinligi 0,4 m boʻlgan muz boʻlagi suvda soʻzmoqda. Muz boʻlagini toʻliq, suvga botirish uchun qancha ish bajarish kerak boʻladi (J)?

- A) 10 B) 9 C) 8,5 D) 8

12. 2 sm qalinlikdagi taxtaga 4 sm uzunlikdagi mix shunday qoqildiki, mixning yarmi teshib chiqdi. Uni taxtadan sug'urib olish uchun 1000 N kuch qo'yish kerak. Mixni sug'urib olish uchun necha joul ish bajarish kerak bo'ladi?

A) 10 B) 15 C) 20 D) 30

13. 6 kg massali jismni tik 3 m balandlikka qanday tezlanish bilan ko'targanda, 234 J ish bajariladi (m/s^2)?

A) 3 B) 2 C) 6 D) 11

14. Berilgan yukni biror balandlikka o'zgarmas tezlik bilan ko'tarishda bajarilgan A_1 ish hamda 0,5g tezlanish bilan ko'tarishdagi A_2 ish orasidagi munosabatni ko'rsating.

A) $A_2 = 2A_1$ B) $A_2 = 0,5A_1$ C) $A_2 = 1,5A_1$ D) $A_1 = A_2$

15. Samolyotning massasi 1t, yugurish uzunligi 300 m, ko'tarilish tezligi 30 m/s, qarshilik koeffitsiyenti 0,03 bo'lsa, uning yugurish vaqtidagi o'rtacha foydali quvvatini toping (kVt).

A) 27 B) 30 C) 25 D) 22

16. Uzunligi 1 m va balandligi 0,6 m bo'lgan qiya tekislikning FIK ni toping. Unda jismni harakatlantirishdagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,1 ga teng.

A) 88 % B) 60 % C) 68 % D) 70 %

17. Po'lat sharcha ipga osilgan. Agar sharcha sovutilsa, uning potensial energiyasi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi

B) kamayadi

C) ortadi

D) ipning uzunligiga bog'liq

18. Jism l uzunlikdagi ipga osilgan. Jismga qanday gorizonta1 tezlik (m/s) berilganda, u to'liq aylanadi?

A) $\sqrt{gl}$ B) $\sqrt{2gl}$ C) $2\sqrt{gl}$ D) $\sqrt{5gl}$

19. Vertikal devorga gorizontal mahkamlangan, birligi k bo'lgan prujinaga m massali sharcha v tezlikda kelib urildi. Prujina deformatsiyasining kattaligini toping.

- A) $v\sqrt{k/m}$ B) $\sqrt{vk/m}$ C) $v\sqrt{m/k}$ D) $\sqrt{vm/k}$

20. Po'lat prujinaga mahkamlangan yukni x -masofaga cho'zib qo'yib yuborildi. Yuk muvozanat holatdan qanday uzoqlikda bo'lganda sistemaning kinetik va potentsial energiyalari o'zaro teng?

- A) $x/8$ B) $x/2$ C) $x/4$ D) $x/\sqrt{2}$

1.3. Qattiq jismlarnig aylanma harakati

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

$$M = F \cdot l$$

bu yerda, l – aylanish o'qidan kuch yo'nalgan to'g'ri chiziqqacha bo'lgan masofa.

Moddiy nuqtaning biror aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb

$$J = m \cdot r^2$$

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

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

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

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

1) Yaxlit silindrnig (diskning) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{1}{2}mR^2$$

bu yerda, R – silindrning radiusi va m – uning massasi.

2) Ichki radiusi R_1 va tashqi radiusi R_2 bo'lgan g'ovak silindrning (gardishining) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

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

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

$$J \cong mR^2$$

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

$$J = \frac{2}{5}mR^2$$

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

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

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

$$J = J_0 + md^2$$

bu yerda, m – jismning massasi va d – jism og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunining tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

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

bu yerda, M – inersiya momenti J ga teng bo‘lgan jismga qo‘yilgan kuch momenti; ω – jism aylanma harakatining burchak tezligi. Agar $J = \text{const}$ bo‘lsa, u holda

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

bu yerda, ε – aylantiruvchi kuch momenti M ning ta’sirida jismning olgan burchak tezlanishi.

Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi

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

bu yerda, J – jismning inersiya momenti va ω – uning burchak tezligi.

Ilgarilanma harakat dinamikasining tenglamalari bilan aylanma harakat dinamikasining tenglamalari quyidagi jadvalda taqqoslang.

Ilgarilanma harakat	Aylanma harakat
Nyutonning ikkinchi qonuni	
$F \cdot \Delta t = m\vartheta_2 - m\vartheta_1$ yoki $F = ma$	$M \cdot \Delta t = J\omega_2 - J\omega_1$ yoki $M = J\varepsilon$
Harakat miqdorining saqlanish qonuni	Harakat miqdori momentining saqlanish qonuni
$\sum m\vartheta = \text{const}$	$\sum J\omega = \text{const}$
Ish va kinetik energiya	
$A = F \cdot S = \frac{m\vartheta_1^2}{2} - \frac{m\vartheta_2^2}{2}$	$A = M \cdot \varphi = \frac{J\omega_1^2}{2} - \frac{J\omega_2^2}{2}$

Fizik mayatnikning tebranishlar davri

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

bu yerda, J – mayatnikning aylanish o‘qiga nisbatan inersiya momenti, m – mayatnikning massasi, d – aylanish o‘qidan og‘irlik markazigacha bo‘lgan masofa, g – og‘irlik kuchining tezlanishi.

Masala yechish namunalari

1. Radiusi $R = 10 \text{ sm}$ va massasi $m = 5 \text{ kg}$ bo‘lgan shar aylanish o‘qi bo‘ylab $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$ ($B = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$, $C = -0,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$) qonuniyat bo‘yicha aylanmoqda. $t = 3 \text{ s}$ dagi kuch momentini toping.

Berilgan:

$$R = 10 \text{ sm} = 0,1 \text{ m};$$

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

$$\varphi = A + Bt^2 + Ct^3;$$

$$B = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2};$$

$$C = -0,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2};$$

$$t = 3 \text{ s};$$

$$M = ?$$

Yechish:

Kuch momentini topish ifodasi

$$M = J\varepsilon \quad (1.1)$$

bu yerda, J – inersiya momenti, ε – burchak tezlanish

Sharining inersiya momenti

$$J = \frac{2}{5} mR^2; \quad \varepsilon = \frac{d\omega}{dt}; \quad \omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

ω – burchak tezlik.

Demak,

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d(A + Bt^2 + Ct^3)}{dt} = 2Bt + 3Ct^2 \\ \varepsilon &= \frac{d\omega}{dt} = \frac{d(2Bt + 3Ct^2)}{dt} = 2B + 6Ct \end{aligned}$$

Yuqoridagi natijaviy ifodalarni (1.1) ifodaga qo‘ysak,

$$M = \frac{2}{5} mR^2 \cdot (2B + 6Ct) = -0,1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Javob: $M = -0,1 \text{ N} \cdot \text{m}$

2. Yaxlit bir jinsli disk qilayigi α bo‘lgan tekislikdan sirpanishsiz dumalab tushmoqda. Disk markazidagi chiziqli tezlanishi toping.

Berilgan:

α ;

$a = ?$

Yechish:

Dumalab tushayotgan disk uchun Nyutonning II qonuni ifodasi quyidagicha bo‘ladi

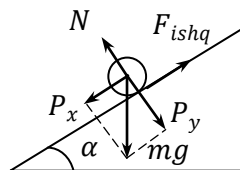
$$ma = P_x - F_{ishq} \quad (2.1)$$

$$P_x = mgsin\alpha$$

Kuch momenti quyidagi ifodalarga teng bo‘ladi

$$M = F_{ishq}R = J\varepsilon \quad (2.2)$$

bunda, $J = \frac{mR^2}{2}$ va $\varepsilon = \frac{a}{R}$



2.1 – rasm

$$F_{ishq} = \frac{J\varepsilon}{R} = \frac{mR^2a}{2R^2} = \frac{ma}{2} \quad (2.3)$$

(2.3) ni (2.1) ga qo‘ysak,

$$ma = mgsin\alpha - \frac{ma}{2} \quad (2.4)$$

(2.4) ifodadan a ni topamiz:

$$a = \frac{2}{3} gsin\alpha$$

Javob: $a = \frac{2}{3} gsin\alpha$.

3. Sharcha qiyaligi 30^0 bo'lgan tekislikdan sirpanishsiz dumalab tushmoqda. Agar shar massa markazi Yerdan 30 sm balandlikda bo'lgan bo'lsa, uning qiyalikdan tushish vaqtini toping.

Berilgan:

$$\alpha = 30^0;$$

$$h = 30 \text{ sm};$$

$$t = ?$$

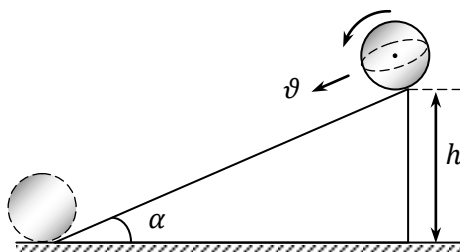
Yechish:

3.1 – rasmdagi tizim uchun energiyaning saqlanish qonuni quyidagich yoziladi:

$$mgh = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} \quad (3.1)$$

bu yerda, J – sharning inersiya momenti

$$J = \frac{2}{5}mR^2; \quad \omega = \frac{\vartheta}{R}$$



3.1 – rasm

Yuqoridagi ifodalarni (3.1) ifodaga qo'ysak,

$$mgh = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{2mR^2}{5} \cdot \frac{\vartheta^2}{2R^2} = \frac{7m\vartheta^2}{10}$$

Hosil bo'lgan tenglikdan ϑ ni topsak,

$$\vartheta = \sqrt{\frac{10gh}{7}}$$

Sharning bosib o'tgan yo'li

$$L = \frac{at^2}{2} = \frac{\vartheta t}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}$$

ekanligini inobatga olsak, u holda

$$t = \frac{2h}{v \sin \alpha} = \sqrt{\frac{7}{10gh}} \cdot \frac{2h}{\sin \alpha} = \frac{2}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{7h}{10g}}$$

Javob: $t = \frac{2}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{7h}{10g}}$.

4. Radiusi 20 sm boʻlgan shar radiusi 50 sm boʻlgan sfera sirtidan sirpanishsiz dumalab tushmoqda. Sharni sfera sirtidan ajralgandan keyingi burchak tezligini toping.

Berilgan:

$$r = 20 \text{ sm} = 0,2 \text{ m};$$

$$R = 50 \text{ sm} = 0,5 \text{ m};$$

$$\omega = ?$$

Yechish:

Sharhanning sfera sirtidan uzilish nuqtasida markazdan qochma kuch quyidagicha boʻladi (4.1 – rasm):

$$F_{m.q} = \frac{m v^2}{R+r} \quad (4.1)$$

Markazdan qochma kuch oʻz navbaida ogʻirlik kuchining shu yoʻnalishdagi proyeksiyasiga teng boʻladi:

$$\frac{m v^2}{R+r} = mg \cos \alpha \quad (4.2)$$

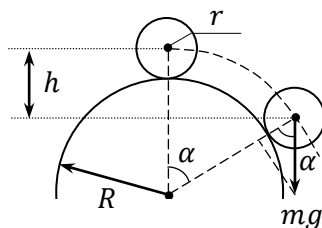
Energiyaning saqlanish qonuniga koʻra

$$mgh = \frac{m v^2}{2} + \frac{J \omega^2}{2} \quad (4.3)$$

Bunda,

$$h = (R + r) - (R + r) \cos \alpha$$

$$J = \frac{2}{5} m r^2; \quad v = \omega r$$



4.1 – rasm

Yuqoridagi ifodalarni (4.3) ifodaga qo‘ysak:

$$mg(R+r)(1-\cos\alpha) = \frac{mr^2\omega^2}{2} + \frac{2mr^2\omega^2}{5}$$

(4.2) ifodadan $\cos\alpha = \frac{v^2}{g(R+r)}$ ekanligini inobatga olsak,

$$mg(R+r)\left(1 - \frac{v^2}{g(R+r)}\right) = \frac{mr^2\omega^2}{2} + \frac{2mr^2\omega^2}{5}$$

tenglikni soddalashtirib, $g(R+r) = \frac{17}{10}\omega^2 r^2$ ni hosil qilamiz. Bu tenglikdan:

$$\omega = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{10}{17}g(R+r)}$$

Javob: $\omega = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{10}{17}g(R+r)}.$

5. Massasi 2 kg bo‘lgan bir jinsli yaxlit silindr shiftga vaznsiz ipga osilgan holda qo‘zg‘almas blokni hosil qiladi. Silindrni ikki tomonida vaznsiz ipga osilgan 0,35 va 0,55 kg dan bo‘lgan yuklar osilib turibdi. Ishqalanishni hisobga olmasdan, 1) yuklar tezlanishi, 2) taranlik kuchlaning nisbati T_2/T_1 aniqlansin.

Berilgan:

$$m = 2 \text{ kg};$$

$$m_2 = 0,35 \text{ kg};$$

$$m_1 = 0,55 \text{ kg};$$

$$a; T_2/T_1 = ?$$

Yechish:

5.1 – rasmdagi tizim uchun quyidagi tenglamalar o‘rinli bo‘ladi:

$$\begin{cases} m_1 a_1 = T_1 - m_1 g \\ m_2 a_2 = m_2 g - T_2 \\ (T_1 - T_2)R = J\varepsilon \end{cases} \quad (5.1)$$

(5.1) ifodadagi ba’zi kattaliklarni quyidagicha almashtirislarga o‘zgartiramiz:

$$J = mR^2/2, \quad \varepsilon = \frac{a}{R},$$

Yuqoridagi almashtirishlarni (5.1) ifodaga qo‘ysak,

$$(T_1 - T_2)R = \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{a}{R}$$

Bundan

$$T_1 - T_2 = \frac{ma}{2} \quad (5.2)$$

ekanligi kelib chiqadi.

(5.1) ifodadan T_1 va T_2 ni topib, ularning ayirmasi $T_2 - T_1$ ni aniqlaymiz:

$$T_2 - T_1 = m_2g - m_2a - m_1a - m_1g \quad (5.3)$$

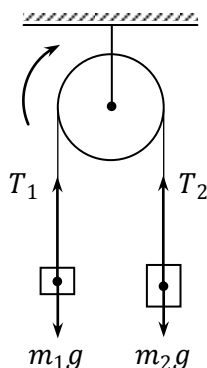
(5.2) va (5.3) tengliklarni tenglashtirib, a ni topamiz:

$$a = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2 + \frac{m}{2}} \cdot g$$

Taranglik kuclarining nisbati T_2/T_1 esa quyidagi tenglikka teng bo‘ladi:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{m_2(g - a)}{m_1(g + a)}$$

$$\textbf{Javob: } a = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2 + \frac{m}{2}} \cdot g; \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{m_2(g - a)}{m_1(g + a)}$$



5.1 – rasm

Mavzuga oid masalalar

1. $R = 0,2 \text{ m}$ radiusli bir jinsli diskning gardishiga urinma ravishda $F = 98,1 \text{ N}$ o‘zgarmas kuch ta’sir qiladi. Aylanma harakat qilayotgan diskka $M_{ishq} = 5 \text{ N} \cdot \text{m}$ ishqalanish kuchining momenti ta’sir qiladi. Agar disk o‘zgarmas $\varepsilon = 100 \text{ rad/s}^2$ burchak tezlanish bilan aylanayotgan bo‘lsa, diskning og‘irligi topilsin.

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

3. Inersiya momenti $245 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ga teng bo'lgan maxovik g'ildirak 20 ayl/s bilan aylanadi. Aylantiruvchi momentning ta'siri to'xtatilgandan bir minut o'tgach g'ildirak to'xtaydi. 1) Ishqalanish kuchining momenti, 2) aylantiruvchi moment ta'siri to'xtatilgandan boshlab to'g'ildirak to'xtaguncha uning aylanishlar soni topilsin.

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

5. $\vartheta = 9 \text{ km/soat}$ tezlik bilan ketayotgan velosipedchining kinetik energiyasi topilsin. Velosiped bilan velosipedchining birgalikdagi og'irligi $P = 780 \text{ N}$, ikkala g'ildirakning og'irligi $P_1 = 30 \text{ N}$ ga teng. Velosiped g'ildiraklari gardish deb hisoblansin.

6. G'ildirak tormozlanishi natijasida tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qilib, 1 minut davomida o'z tezligini 300 ayl/s dan 180 ayl/min gacha kamaytiradi. G'ildirakning inersiya momenti $2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, 1) G'ildirakning burchak tezlanishi, 2) tormozlovchi moment, 3) tormozlanish ishi, 4) g'ildirakning shu minut davomidagi aylanishlari soni topilsin.

7. $m = 5 \text{ kg}$ massali diskning gardishiga urinma $F = 20 \text{ N}$ o'zgarmas kuch qo'yilgan. Kuchning ta'siri boshlangandan keyin $t = 5 \text{ s}$ o'tgach disk qanday kinetik energiyaga ega bo'ladi?

8. 100 kg massali gorizonta platforma o'z og'irlik markazidan o'tuvchi vertikal o'q atrofida 10 ayl/min bilan aylanadi. Bunda 600 N og'irlikdagi odam platformaning chekkasida turadi. Agar odam platformaning chetidan markaziga o'tib olsa, platforma qanday tezlik bilan aylanadi? Platformani bir jinsli doiraviy disk deb, odamni esa moddiy nuqta deb hisoblansin.

9. Bir jinsli sterjen o'zining yuqori uchidan 10 sm oraliqdagi nuqtadan o'tuvchi gorizontal o'q atrofida, vertikal tekislikda kichik tebranma harakat qiladi. Sterjenning uzunligi $l = 0,5\text{ m}$ bo'lsa, sterjenning aylanish davri topilsin.

10. $56,5\text{ sm}$ diametrli chambarak devordagi mixga osilgan va devorga parallel tekislikda kichik tebranma harakat qiladi. Sterjenning tebranish davri topilsin.

Mustaqil yechish uchun masalalar (Uyga vazifa)

11. $R = 0,2\text{ m}$ radiusli va $P = 50\text{ N}$ og'irlikdagi disk o'z og'irlik markazidan o'tgan o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining vaqtga bog'lanishi $\omega = A + Bt$ tenglama orqali berilgan, bunda $B = 8\text{ rad/s}^2$. Disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin.

12. $R = 0,5\text{ m}$ radiusli va $m = 10\text{ kg}$ massali maxovik aylantiruvchi qayish bilan motorga ulangan. Sirg'alishsiz harakatlanayotgan qayishning taranglik kuchi o'zgarmas bo'lib, $T = 14,7\text{ N}$ ga teng. Harakat boshlanishidan $\Delta t = 10\text{ s}$ o'tgandan keyin maxovik sekundiga necha marta aylanadi? Maxovik bir jinsli disk deb hisoblansin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

13. 2 kg og'irlikdagi disk gorizontal tekislikda 4 m/s tezlik bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasi topilsin.

3.14. Bola gorizontal yo'lda chambarakni $7,2\text{ km/soat}$ tezlik bilan g'ildiratadi. Chambarak o'zining kinetik energiyasi hisobiga, har 100 m yo'lda 10 m ko'tariladigan qirga qancha masofada dumalab chiqadi?

3.15. Ventilyator 900 ayl/min ga mos tezlik bilan aylanadi. Ventilyator uchirilgandan keyin, tekis sekinlanuvchan harakatlanib, to'xtaguncha 75 marta aylanadi. Tormozlanish ishi $44,4\text{ J}$ ga teng.

1) Ventilyatorning inersiya momenti, 2) tormozlanish kuchining momenti topilsin.

16. Yuqori uchidan o'tuvchi o'qqa gorizontal osilgan bir jinsli sterjenning pastki uchi muvozanat vaziyatidan 5 m/s tezlik bilan o'tadigan bo'lishi uchun, sterjenni qanday burchakka og'dirish kerak? Sterjenning uzunligi 1 m .

17. Og'irligi 800 N va radiusi 1 m bo'lgan gorizontal platforma 20 ayl/min ga mos burchak tezlik bilan aylanadi. Platformaning markazida qo'llarini yoyib, toshlarni ushlagan odam turibdi. Agar odam qo'lini tushirib, o'zining inersiya momentini $2,94 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ dan $0,98 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ gacha kamaytirs, platformaning bir minutda aylanishlar soni qancha bo'ladi? Platforma bir jinsli doiraviy disk deb hisoblansin.

18. Vertikal sterjenning uchlariga ikkita yuk mahkamlangan. Bu yuklarning og'irlik markazi sterjenning o'rtasidan $d = 5 \text{ sm}$ pastda. Agar yuk mahkamlangan sterjen o'rtasidan o'tgan gorizontal o'q atrofida $T = 2 \text{ s}$ davr bilan kichik tebranma harakatlanayotgan bo'lsa, sterjenning uzunligi topilsin. Sterjenning og'irligi yukning og'irligiga nisbatan nazarga olinmasin.

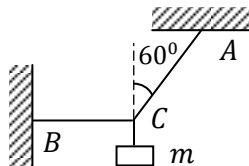
19. Ipga osilgan $d = 4 \text{ sm}$ diametrli sharchaning tebranishini topishda uning matematik mayatnik deb hisoblash uchun ipning L uzunligi eng kamida qancha bo'lishi kerak? Bu fazada xatolik 1% dan oshmasligi kerak.

20. Bir jinsli shar uzunligi sharning radiusiga teng bo'lgan ipga osilgan. Bu mayatnikning kichik tebranish davri uzunligi xuddi shunday aylanish o'qigan to og'irlik markazigacha masofaga teng bo'lgan matematik mayatnikning davridan necha marta katta bo'ladi?

Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. Massasi $m = 10$ kg bo'lgan yuk AC va BC iplarga rasmdagidek osilgan. AC ipning taranglik kuchini toping (N).

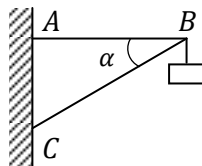
A) 200 B) 100 C) 10 D) 20 E) 50



2. Agar $\alpha = 60^\circ$ bo'lsa, massasi 3 kg bo'lgan jismning AB va BC sterjenlarga ta'sir etayotgan kuchlarini toping (N).

A) 17,3; 34,6 B) 10; 20

C) 20; 10 D) 34,6; 17,3



3. Agar l uzunlikdagi sterjenni 450 g massali yuk osilgan uchidan $l/5$ masofada tayanchga qo'ysak, u gorizontol holatda muvozanatda turadi. Sterjen massasi nimaga teng (g)?

A) 300 B) 75 C) 150 D) 200

4. Massasi 240 kg bo'lgan bir jinsli balkani B va C nuqtalarda ikkita tayanch ko'tarib turibdi. $AB = 2$ m va $BC = 8$ m bo'lsa, B nuqtadagi va C nuqtadagi reaksiya kuchini hisoblab toping (N).

A) 1500; 900 B) 1200; 1200 C) 720; 1680 D) 900; 1500



5. Rasmdagi brusokning L_1 uzunlikdagi qismi qalaydan, L_2 uzunlikdagi qismi yog'ochdan yasalgan. Agar $L_1 = 20$ sm bo'lsa, brusok muvozanatda qolishi uchun L_2 qancha bo'lishi kerak (sm)? Qalayning zichligi 7,2 va yog'ochning zichligi esa $0,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

A) 30 B) 60 C) 120 D) 90

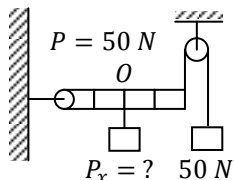


6. Uzunligi 4 m bo'lgan bir xil ko'ndalang kesimli balkaning teng yarmi qo'rg'oshin va qolgan yarmi temirdan iborat. Balkaning og'irlik markazi balka uchlaridan qanday masofada joylashadi (m)? $\rho_q = 11,3 \text{ g/sm}^3$, $\rho_t = 7,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

A) 1,8; 2,2 B) 1,7; 2,3 C) 2; 2 D) 1,5; 2,5

7. Rasmdagi bir uchi devorga sharnirli mahkamlangan og'irligi $P = 50 \text{ N}$ bo'lgan sterjenning ikkinchi uchiga og'irligi 50 N bo'lgan yuk qo'zg'almas blok orqali osib qo'yilgan. Sterjen gorizontol holatda muvozanatda turishi uchun O nuqtaga yana og'irligi qancha bo'lgan yuk osish kerak bo'ladi (N)?

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 50

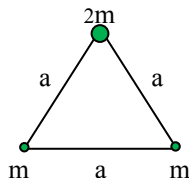


8. Uzunligi 2 m bo'lgan bir jinsli chizg'ichning og'irlik markazini 10 sm surish uchun uning bir uchidan qanday uzunlikdagi qismini kesib olish kerak (sm)?

- A) 10 B) 5 C) 90 D) 20

9. Rasmdagi tizimning og'irlik markazi 2m massali sharchadan qanday masofada yotadi?

- A) $a/2$ B) $\frac{a\sqrt{3}}{2}$ C) $\frac{a\sqrt{3}}{4}$
D) $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ E) $a/3$



10. Quyida berilgan jummalarning mazmuniga mos ravishda gaplarni to'ldiring.

- Muvozanat holatidan jism biroz chetlatilganda, muvozanat holatiga qaytaruvchi kuch paydo bo'lsa, uning muvozanati...
- Muvozanat holatidan jism biroz chetlatilganda, xech qanday qo'shimcha kuch paydo bo'lmasa, jismning muvozanati ...
- Muvozanat holatidan jism biroz chetlatilganda, muvozanat holatidan uzoqlashtiruvchi kuch hosil bo'lsa, jismning muvozanati ...

- A) turg'un, farqsiz, turg'unmas
B) turg'unmas, turg'un, farqsiz
C) farqsiz, turg'unmas, turg'un
D) turg'un, turg'unmas, farqsiz

1.4. Gazlar va suyuqliklar mexanikasi

Ideal siqilmaydigan suyuqliklarning harakatini aniqlash uchun Bernulli tenglamasi o‘rinlidir:

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

bu yerda, ρ – suyuqlikning zichligi, v – trubaning berilgan kesimidagi suyuqlik harakatining tezligi, h – truba kesimining biror sathdan balandligi va p – bosim. Kichik teshikdan oqib chiqayotgan suyuqlikning tezligi Bernulli tenglamasiga asosan $v = \sqrt{2gh}$ ga tengdir, bunda h – teshikdan suyuqlik sathigacha bo‘lgan balandlik. Trubaning ixtiyoriy ko‘ndalang kesimidan teng hajmda suyuqlik o‘tganligidan $S_1 v_1 = S_2 v_2$ bo‘ladi, bunda v_1 va v_2 – ko‘ndalang kesimining yuzi S_1 va S_2 bo‘lgan trubaning ikkita kesimidagi suyuqlikning tezligi.

Yopishqoq suyuqlikda (yoki gazda) tushayotgan kichik radiusli sharchaga ta’sir qiluvchi qarshilik kuchi Stoks formulasidan aniqlanadi:

$$F = 6\pi\eta r v$$

bu yerda, η – suyuqlik yoki gazning ichki ishqalanish koeffitsiyenti (dinamik yopishqoqligi), r – sharchaning radiusi, v – uning harakat tezligi.

Stoks qonuni faqat **laminar harakat** uchun o‘rinlidir. Radiusi r va uzunligi l bo‘lgan kapilyar trubadan t vaqt ichida laminar oqib o‘tgan suyuqlikning (gazning) hajmi Puazeyl formulasidan aniqlanadi:

$$V = \frac{\pi r^4 \cdot t \cdot \Delta p}{8l\eta}$$

bu yerda, η – suyuqlik (yoki gazning) dinamik yopishqoqligi, Δp – truba uchlaridagi bosimlarning farqi.

Suyuqlik (gaz) harakatining xarakteri Reynoldsning o'lchamsiz sonidan aniqlanadi:

$$R_e = \frac{D\vartheta\rho}{\eta} = \frac{D\vartheta}{\nu}$$

bu yerda, D – atrofida suyuqlik (gaz) oqib o'tayotgan jismning chiziqli o'lchamini xarakterlab beruvchi kattalikdir, ϑ – oqim tezligi, ρ – zichlik, η – suyuqlik (yoki gazning) dinamik yopishqoqligi.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

nisbatga kinematik yopishqoqlik deyiladi. Laminar harakatning turbulent harakatga o'tishidan aniqlanadigan Reynolds sonining kritik qiymati turli shakldagi jismlar uchun har xildir.

Masala yechish namunalari

1. Asosining yuzi 10 m^2 va hajmi 100 m^3 bo'lgan silindrsimon idish suv bilan to'ldirilgan. Agar idish tubida yuzasi 8 sm^2 bo'lgan doiraviy teshik hosil qilinsa, idishdagi suv qancha vaqtda to'laligicha oqib ketadi? Suyuqlikning ichki ishqalanishi hisobga olinmasin.

Berilgan:

$$S = 10 \text{ m}^2;$$

$$V = 100 \text{ m}^3;$$

$$S_1 = 8 \text{ sm}^2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2;$$

$$\tau = ?$$

Yechish:

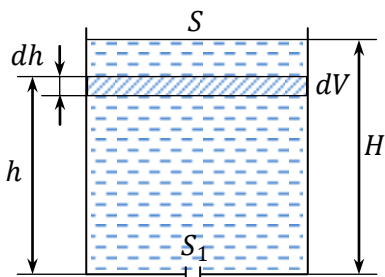
1.1 – rasmdagi silindrsimon idishning balandligi quyidagiga teng:

$$H = \frac{V}{S} \quad (1.1)$$

S_1 yuzadan dt vaqt davomida oqib chiquvchi suv hajmi

$$dV = -S_1\vartheta dt$$

bunda, $\vartheta = \sqrt{2gh}$ ga teng.



1.1 – rasm

$$dV = Sdh \quad (1.2)$$

(1.2) ifodadan

$$dh = \frac{dV}{S} = -\frac{S_1}{S} \sqrt{2gh} dt \quad (1.3)$$

(1.3) ifodadan dt ni topsak,

$$dt = -\frac{S_1}{S} \frac{dh}{\sqrt{2gh}}$$

$$\begin{aligned} \tau &= \int_0^t dt = -\frac{S_1}{S} \frac{1}{\sqrt{2g}} \int_H^0 \frac{dh}{\sqrt{h}} = -\frac{S}{S_1 \sqrt{2g}} (2\sqrt{h}) \Big|_H^0 = \\ &= \frac{S}{S_1 \sqrt{2g}} \sqrt{2H} = \frac{S}{S_1} \sqrt{\frac{2V}{gS}} = \frac{1}{S_1} \sqrt{\frac{2SV}{g}} \end{aligned}$$

$$\tau = \frac{1}{S_1} \sqrt{\frac{2SV}{g}} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-4}} \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 100}{10}} = 1,76 \cdot 10^4 \text{ s}$$

Javob: $\tau = 1,76 \cdot 10^4 \text{ s}$.

2. Diametri D bo'lgan silindrsimon idishning yon sirtida ichki deametri d va uzunligi l bo'lgan kapillyar naycha o'rnatilgan. Idishga dinamik yopishqoqligi η bo'lgan suyuqlik qo'yildi. Suyuqlikning oqish tezligi ϑ , kapillyar naychagacha bo'lgan suyuqlikning balandligi h ga qanday munosabatda ekanligini aniqlang.

Berilgan:

D ; d ; l ; η ; h

$\vartheta(h) = ?$

Yechish:

Kapillyar naychadan t vaqtda oqib o'tgan suyuqlikning hajmi Puazeyl formulasi orqali aniqlanadi (2.1 – rasm):

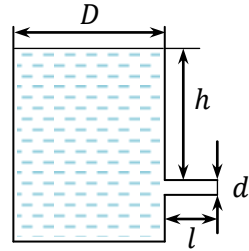
$$V = \frac{\pi r^4 \cdot t \cdot \Delta p}{8l\eta} \quad (2.1)$$

bunda, $\Delta p = \rho gh$ – naycha uchlaridagi bosimlar farqi.

Suyuqlik hajmini quyidagicha ham yozish mumkin:

$$V = S_1 \vartheta_1 t \quad (2.2)$$

bu yerda, S_1 – kapillyar naychanning ko'ndalang kesimining yuzi, ϑ_1 – naychadan oqib chiquvchi suyuqlikning tezligi.



2.1 – rasm

Quyidagi almashtirishlarni bajaramiz:

$$S_1 = \pi r^2; \quad r = d/2;$$

(2.1) ni (2.2) ifodaga tenglashtiramiz:

$$\frac{\pi r^4 \cdot t \cdot \Delta p}{8l\eta} = S_1 \vartheta_1 t$$

$$\frac{\pi d^4 \cdot t \cdot \Delta p}{16 \cdot 8l\eta} = \frac{\pi d^2}{4} \vartheta_1 t \text{ tenglikni hosil qilib, undan } \vartheta_1 \text{ ni topamiz:}$$

$$\vartheta_1 = \frac{d^2 \Delta p}{32\eta l} = \frac{d^2 \rho gh}{32\eta l} \quad (2.3)$$

Uzluksizlik tenglamasiga asosan, $\vartheta_1 S_1 = \vartheta S$ bo'ladi. U holda,

$$\vartheta = \vartheta_1 \frac{S_1}{S} = \vartheta_1 \frac{d^2}{D^2} \quad (2.4)$$

(2.3) ifodani (2.4) ga qo'ysak,

$$\vartheta = \frac{d^2 \rho gh}{32\eta l} \cdot \frac{d^2}{D^2} = \frac{d^4 \rho gh}{32\eta l D^2}$$

ga ega bo'lamiz.

$$\textbf{Javob: } \vartheta = \frac{d^4 \rho gh}{32\eta l D^2}.$$

3. Diametri 6 mm bo'lgan sharcha ($\rho_{sh} = 200 \text{ kg/m}^3$) kanakunjut moyi ($\rho_s = 960 \text{ kg/m}^3$) bilan to'ldirilgan idishda 15 sm/s tezlik bilan ko'tarilmoqda. Kanakunjut moyining dinamik yopishqoqligini toping.

Berilgan:

$d = 6 \text{ mm};$
 $\rho_{sh} = 200 \text{ kg/m}^3;$
 $\rho_s = 960 \text{ kg/m}^3;$
 $\vartheta = 15 \text{ sm/s} =$
 $= 0,15 \text{ m/s};$

$\eta = ?$

Yechish:

Sharchaning suyuqlik ichida ko'tarilish jarayoni uchun Nyutonning ikkinchi qonunini yozamiz (3.1 – rasm):

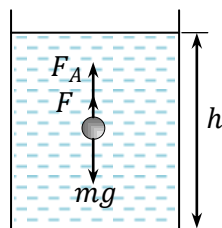
$$\begin{aligned} m\vec{a} &= \vec{F}_A + \vec{F} + \vec{P} \\ 0 &= F_A - F - mg \\ F_A &= F + mg \end{aligned} \quad (3.1)$$

Ba'zi almashtirishlarni amalga oshiramiz:

$$F_A = \rho_s g V_j = \frac{1}{6} g \rho_s \pi d^3$$

$$m = \frac{1}{6} \rho_{sh} \pi d^3$$

$$F = 3\pi\eta d\vartheta$$



3.1 – rasm

Almashtirishlarni (3.1) ifodaga qo'ysak:

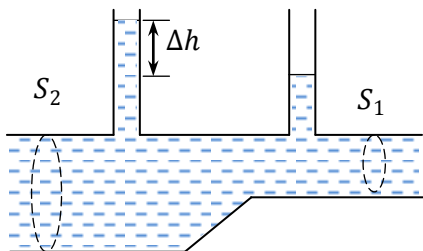
$$\frac{1}{6} \pi g \rho_s d^3 = \frac{1}{6} \rho_{sh} \pi d^3 g + 3\pi\eta d\vartheta$$

tenglikka erishamiz. Oxirgi ifodadan η ni topamiz:

$$\eta = \frac{1}{18} \frac{gd^2}{\vartheta} (\rho_s - \rho_{sh}) = 0,99 \text{ Pa}$$

Javob: $\eta = 0,99 \text{ Pa}$

4. Ko'ndalang kesim yuzalari $S_1 = 10 \text{ sm}^2$ va $S_2 = 20 \text{ sm}^2$ bo'lgan gorizontal joylashgan trubadan suv oqmoqda (4.1 – rasm). Vertikal joylashgan ikki naychalar balandliklarining farqi $\Delta h = 20 \text{ sm}$ ga teng. 1 sekund davomida trubadan oqib o'tuvchi suv hajmini aniqlang.



4.1 – rasm

Berilgan:

$$\begin{aligned} S_1 &= 10 \text{ sm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2; \\ S_2 &= 20 \text{ sm}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2; \\ \Delta h &= 20 \text{ sm} = 0,2 \text{ m}; \\ t &= 1 \text{ s}; \end{aligned}$$

$$V = ?$$

Yechish:

Bernulli tenglamasiga asosan,

$$\frac{\rho \vartheta_1^2}{2} + p_1 = \frac{\rho \vartheta_2^2}{2} + p_2 \quad (4.1)$$

Uzluksizlik tenglamasiga asosan,

$$\vartheta_1 S_1 = \vartheta_2 S_2 \quad (4.2)$$

S_1 yuzadan t vaqtda oqib o'tuvchi suv hajmi quyidagicha topiladi:

$$V = \vartheta_1 t S_1 \quad (4.3)$$

4.1 – rasmdagi ikki naycha bosimlarining farqi

$$p_2 - p_1 = \rho g \Delta h \quad (4.4)$$

(4.2) ifodadan ϑ_2 tezlikni topamiz:

$$\vartheta_2 = \vartheta_1 \frac{S_1}{S_2} \quad (4.5)$$

(4.1) va (4.5) ifodalarni (4.4) ifodaga moslashtirib quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$\frac{\rho \vartheta_1^2}{2} \left(1 - \frac{S_1^2}{S_2^2} \right) = \rho g \Delta h$$

Ushbu tenglikdan v_1 ni topamiz:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{1 - \frac{S_1^2}{S_2^2}}} \quad (4.6)$$

(4.6) ifodani (4.3) ga qo‘ysak,

$$V = S_1 t \sqrt{\frac{2g\Delta h}{1 - (S_1^2/S_2^2)}} = 2,29 \cdot 10^3 \text{ sm}^3.$$

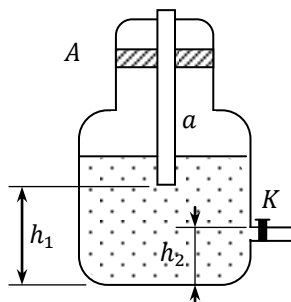
Javob: $V = 2,29 \cdot 10^3 \text{ sm}^3$.

Mavzuga oid masalalar

1. Silindrsimon idishning asosida $d = 1 \text{ sm}$ diametrli doiraviy teshik bor. Idishning diametri $D = 0,5 \text{ m}$. Idishda suv sathining pasayish tezligi v ning suv sathining balandligi h ga bog‘lanishi topilsin. $h = 0,2 \text{ m}$ balandlik uchun bu tezlikning son qiymati hisoblansin.

2. Suv to‘ldirilgan A idish (Mariott idishi) og‘ziga mahkamlangan a naycha orqali atmosfera bilan tutashtirilgan. Tubidan $h_2 = 2 \text{ sm}$ balandlikda idishning K jo‘mrangi bor. Truba a ning pastki uchi idish tubidan:

- 1) $h_1 = 2 \text{ sm}$; 2) $h_1 = 7,5 \text{ sm}$;
- 3) $h_1 = 10 \text{ sm}$



ga teng oraliqda bo‘lgan hollarda K jo‘mrakdan oqib chiqayotgan suvning tezligi topilsin.

3. Idishda har 1 s da $0,2 \text{ l}$ suv quyiladi. Bunda idishdagi suvning sathi $h = 8,3 \text{ sm}$ balandlikda o‘zgarmasdan qolishi uchun idish tubidagi teshikning d diametri qanday bo‘lishi kerak?

4. Shar zichligi materialining zichligidan 4 marta katta zichlikli suyuqlikning ichidan o'zgarmas tezlik bilan chiqib kelmoqda. Chiqib kelayotgan sharchaga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi, bu sharchaning og'irligidan necha marta katta?

5. 1 mm diametrli po'lat sharcha katta idishdagi kanakunjut moyiga 0,185 sm/s o'zgarmas tezlik bilan tusha boradi. Kanakun-jut moyining dinamik yopishqoqligini toping.

6. Pukakdan yasalgan 5 mm radiusli sharcha kanakunjut moy to'ldirilgan idishning tubidan 3,5 sm/s o'zgarmas tezlik bilan chiqib kelayotgan bo'lsa, tajriba shartiga asosan kanakunjut moyining dinamik va kinematik yopishqoqligini toping.

7. Po'lat sharcha keng idishdagi zichligi $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ va dinamik yopishqoqligi $\eta = 0,8 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$ bo'lgan transformator moyida tushib boradi. $R_e \leq 0,5$ bo'lganda (bunda R_e ni hisoblashda D kattalikning o'rnida sharning diametrini olish kerak) Stoks qonunini o'rinli hisoblab, shar diametrining chegaraviy qiymatini toping.

Mustaqil yechish uchun masalalar (Uyga vazifa)

8. Stol ustidagi suvli idishning yon sirtida idishning asosidan h_1 masofada va suvning sathidan h_2 masofada joylashgan teshigi bor. Idishdagi suvning sathi har doim o'zgarmas saqlanadi. Suv jarayoni stolga (gorizontal bo'ylab) qanday masofada tushadi? Masala 1) $h_1 = 25 \text{ sm}$ va $h_2 = 16 \text{ sm}$, 2) $h_1 = 16 \text{ sm}$ va $h_2 = 25 \text{ sm}$ hollar uchun yechilsin.

9. Balandligi $h = 1 \text{ m}$ bo'lgan silindrsimon bakka suv to'ldirilgan. 1) Bakning tubidagi teshikdan qancha vaqtda suv to'liq oqib chiqadi? Teshikning ko'ndalang kesim yuzidan 400 marta kichik. 2) Bu topilgan vaqttni, bakdagi suvning sathi teshikdan $h = 1 \text{ m}$ balandlikdan o'zgarmas holda saqlanganda (suv to'ldirib turilganda)

teshikdan o'shancha suv oqib tushguncha ketgan vaqt bilan solishtiring.

10. Agar buyoq pultidan 25 m/s tezlik bilan suyuq buyoq oqib chiqayotgan bo'lsa, kompressor buyoq pultida qanday bosim hosil qiladi? Buyoqning zichligi $0,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

11. Dinamik yopishqoqligi $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ g/sm} \cdot \text{s}$ ga teng havodagi $d = 0,3 \text{ mm}$ diametrli yomg'ir tomchisi eng ko'pi bilan qanday tezlikka erishadi?

12. 3 mm va 1 mm diametrli qo'rg'oshin pitralarining aralashmasi bakdagi 1 m chuqurlikdagi glitseringa tashlangan. Kichik diametrli pitralar katta diametrli pitralarga nisbatan bakning tubiga qancha keyin tushadi? Tajriba haroratsidagi glitserinning dinamik yopishqoqligi $14,7 \text{ g/sm} \cdot \text{s}$.

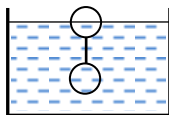
13. $R = 2 \text{ sm}$ radiusli silindrik idishning yon sirtiga ichki radiusi $r = 1 \text{ mm}$ va uzunligi $l = 2 \text{ sm}$ gorizontal kapillyar naycha o'rnatilgan. Idishga dinamik yopishqoqligi $\eta = 12 \text{ g/sm} \cdot \text{s}$ ga teng kanakunjut moyi quyilgan. Silindrik idishdagi kanakunjut moyi sathining θ pasayish tezligini kapillyardan moy sathigacha bo'lgan h balandlikka bog'lanishi topilsin. $h = 26 \text{ sm}$ bo'lganda, bu tezlikning son qiymati topilsin.

14. Yon sirtiga tubidan $h_1 = 5 \text{ sm}$ balandlikda gorizontal kapillyar naycha o'rnatilgan idish stolning ustida turibdi. Kapillyarning ichki radiusi $r = 1 \text{ mm}$, uzunligi $l = 1 \text{ sm}$. Idishga zichligi $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ va dinamik yopishqoqligi $\eta = 0,5 \text{ Ns/m}^2$ bo'lgan mashina moyi quyilgan. Idishdagi moyning sathi kapillyar-dan $h_2 = 50 \text{ sm}$ balandlikda o'zgarmas holda saqlanadi. Kapillyar-ning uchidan moy jarayoni stolga (gorizontal bo'ylab) qanday oraliqda borib tushishi topilsin.

Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. Silindrsimon idishga massalari teng bo'lgan simob va suv quyiladi. Bunda suyuqliklar ustunining umumiy balandligi 29,2 sm bo'ldi. Shu ustunning idish tubiga berayotgan bosimini toping (kPa). Simobning zichligi $13,6 \text{ gr/sm}^3$.
A) 29,2 B) 39,7 C) 5,44 D) 36,78
2. Toshkent shahri dengiz sathidan o'rtacha 407 m balandlikda joylashgan. Toshkent teleminorasining balandligi 385 m ga teng. Agar dengiz sathidagi atmosfera bosimi 760 mm sim.ust.ga teng bo'lsa, minoraning uchida barometr qancha bosimni (mm.sim.ust.) ko'rsatadi?
A) 704 B) 698 C) 714 D) 694
3. Suv quyilgan temir chelak yuqoriga 2 m/s^2 tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Agar chelakdagi suv ustunining balandligi 25 sm bo'lsa, suvning chelak tubiga bosimini aniqlang (kPa).
A) 3,6 B) 2,2 C) 1,1 D) 3
4. Hidravlik press kichik porshenining yuzi 8 sm^2 , katta porsheniniki 800 sm^2 . Kichik porshenga 600 N kuch berilganda katta porshendan 54 kN kuch olindi. Ishqalanish bo'lmaganda va ishqalanish bo'lganda shu press yordamida kuchni necha marta oshirish mumkin bo'ladi?
A) 100; 90 B) 90; 100 C) 67,5; 75 D) 75; 67,5
5. Kub shaklidagi yaxlit jism simobda 0,25V qismi botgan holda so'zmoqda. Agar bu idishga kub to'liq botguncha suv quyilsa, kubning qancha qismi simobda bo'ladi? $\rho_{\text{simob}} = 13,6 \text{ g/sm}^3$.
A) 0,4V B) 0,1V C) 0,3V D) 0,19V
6. Qandaydir buyum dinamometrغا bog'lanib kerosinga tushirilganda, dinamometr 15 N kuchni, suvga tushirilganda esa 12 N kuchni ko'rsatdi. Buyumning hajmini toping (m^3). $\rho_s = 1 \text{ gr/sm}^3$; $\rho_k = 0,8 \text{ gr/sm}^3$.
A) $1,2 \cdot 10^{-4}$ B) $1,5 \cdot 10^{-3}$ C) $3 \cdot 10^{-3}$ D) $3 \cdot 10^{-4}$

7. Hajmlari bir xil, zichliklari 3 marta farq, qiluvchi 2 ta shar rasmdagidek, ipga bogʻlangan holatda suvda turibdi. Agar sharlarning hajmlari 10 sm^3 dan boʻlsa, ipning taranglik kuchini hisoblang (N).



A) 0,1 B) 0,0125 C) 0,015 D) 0,12

8. Vodoprovod quvuridagi 5 mm^2 teshikdan suv yuqoriga tik otilib, 80 sm balandlikka koʻtarilmoqa. Teshikdan 10 soatda qancha suv oqib chiqadi (kg)?

A) 720 B) 1000 C) 820 D) 1200

9. Oʻzgarmas 4 m/s tezlik bilan ketayotgan katerdan toʻgʻri burchakli qilib egilgan quvur suvga shunday tushirilganki, uning suvga tushirilgan tomoni gorizontal boʻlib, ochiq uchi bilan harakat yoʻnalishi tomonga qaragan. Quvurdagi suv sathi koʻldagi suvga nisbatan qanday balandlikda boʻladi (m)?

A) 3,6 B) 1 C) 1,8 D) 0,8

10. Samolyot qanotining koʻtarish kuchining paydo boʻlishi qanday fizikaviy qonun asosida tushuntiriladi? Toʻgʻri javobni tanlang.

A) impulsning saqlanish qonuni asosida

B) Nyutonning uchinchi qonuni asosida

C) Arximed qonuni asosida

D) Bernulli qonuni asosida

II. MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

2.1. Molekulyar kinetik nazariya va termodinamikaning fizik asoslari

Ideal gazlar Mendeleyev – Klapayron holat tenglamasiga bo'ysunadi:

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

bu yerda, P – gazning bosimi, V – uning hajmi, T – absolyut harorat, μ – gazning molyar massasi, m – gazning massasi, R – universal gaz doimiysi, m/μ – nisbat kilomollar sonini beradi.

XBT birliklar tizimida gaz doimiysining son qiymati $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot K$ ga teng.

Dalton qonuniga ko'ra gaz aralashmasining bosimi ularning porsial 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 nazariyasining asosiy teglamasi quyidagi ko'rinishga egadir:

$$P = \frac{2}{3} n \bar{W}_0 = \frac{2}{3} n \frac{m \bar{v}^2}{2}$$

bu yerda, n – hajm birligidagi molekulalar soni, $\bar{W}_0$ – bitta molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi, m – molekulaning massasi va $\sqrt{\bar{v}^2}$ – molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi.

Bu kattaliklarni quyidagi formulalardan aniqlash mumkin.

Hajm birligidagi molekulalar soni

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

bu yerda, $k = R/N_A$ – Bolsman doimiysi, N_A – Avagadro soni.
 $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ va $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ bo'lgani uchun
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ bo'ladi.

Molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi:

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

Molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi:

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

shu bilan birga

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

Molekulalarning issiqlik energiyasi (gazning ichki energiyasi)

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

bu yerda, 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

$$C_V + C_P = R$$

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

$$C_V = 12,5 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$C_P = 20,8 \frac{J}{mol \cdot K}$$

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

$$C_V = 20,8 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$C_P = 29,1 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Uch va undan ko‘p atomli gazlar uchun $i = 6$ bo‘lib,

$$C_V = 24,9 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$C_P = 33,2 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Molekulalarning tezliklar bo‘yicha taqsimot qonuni (Maksvell qonuni), nisbiy tezliklari u dan $u + \Delta u$ gacha bo‘lgan intervalda yotgan molekulalar soni ΔN ni topishga imkon beradi:

$$\Delta N = \frac{4}{\pi} \cdot N \cdot e^{-u^2} \cdot u^2 \cdot \Delta u$$

bu yerda, $u = \vartheta/\vartheta_e$ – nisbiy tezlik bo‘lib, ϑ – berilgan tezlik va

$$\vartheta_e = \sqrt{2RT/\mu}$$

– ehtimolligi eng katta tezlik. Δu tezlik va u ga nisbatan kichik bo‘lgan, nisbat tezliklarning interval kattaligi.

Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot qonuniga masalalar yechishda har xil u uchun $\frac{\Delta N}{N \cdot \Delta u}$ ning qiymati berilgan quyidagi jadvaldan foydalanish qulaydir.

u	$\frac{\Delta N}{N \cdot \Delta u}$	u	$\frac{\Delta N}{N \cdot \Delta u}$	u	$\frac{\Delta N}{N \cdot \Delta u}$
0	0	0,9	0,81	1,8	0,29
0,1	0,02	1,0	0,83	1,9	0,22
0,2	0,09	1,1	0,82	2,0	0,16
0,3	0,18	1,2	0,78	2,1	0,12
0,4	0,31	1,3	0,71	2,2	0,09
0,5	0,44	1,4	0,63	2,3	0,06
0,6	0,57	1,5	0,54	2,4	0,04
0,7	0,68	1,6	0,46	2,5	0,03
0,8	0,76	1,7	0,36		

Molekulaning o'rtacha arifmetik tezligi

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$$

Ko'pchilik hollarda tezligi berilgan u tezlikning qiymatidan ortiq bo'lgan molekulalarning N_x sonini bilish muhimdir. Quyidagi jadvalda $\frac{N_x}{N} = F_x(u)$ ning qiymati berilgan, bunda N – molekula-larning umumiy soni.

u	$\frac{N_x}{N}$	u	$\frac{N_x}{N}$
0	1,000	0,8	0,734
0,2	0,994	1,0	0,572
0,4	0,957	1,25	0,374
0,5	0,918	1,5	0,213
0,6	0,868	2,0	0,046
0,7	0,806	2,5	0,0057

Barometrik formula gaz bosimining og'irlik kuchi maydonida balandlikka qarab kamayishini ifodalaydi:

$$P_h = P_0 l^{-\frac{\mu g h}{RT}}$$

bu yerda, P_h – gazning h balandlikdagi bosimi, P_0 – gazning $h = 0$ balandlikdagi bosimi, g – og'irlik kuchining tezlanishi. Bu formula taqribiydir, chunki balandliklarning farqi katta bo'lganda T haroratni bir xil deb bo'lmaydi.

Gaz molekulasiining erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi

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

bu yerda, $\bar{v}$ – o'rtacha arifmetik tezlik, $\bar{z}$ – har bir molekulaning qolgan molekulalar bilan vaqt birligi ichida to'qnashishlar soni, σ – molekulaning effektiv diametri va n – hajm birligidagi molekulalar soni.

Barcha molekulalarni vaqt birligi ichida bir birlik hajmda umumiy to'qnashishlar soni quyidagiga teng:

$$Z = \frac{1}{2} \bar{z} n$$

Diffuziya natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan massa m quyidagiga tenglamadan aniqlanadi:

$$m = -D \frac{\Delta \rho}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

bu yerda, $\frac{\Delta \rho}{\Delta x}$ – yuza ΔS ga tik yo'nalishdagi zichlik gradiyenti va D – diffuziya koeffitsiyenti bo'lib, quyidagiga teng:

$$D = \frac{1}{2} \bar{v} \bar{\lambda}$$

bu yerda, $\bar{v}$ – oʻrtacha tezlik, $\bar{\lambda}$ – molekula erkin yugurish yoʻlining oʻrtacha uzunligi.

Gazning Δt vaqt ichida koʻchirilgan harakat miqdori gazdagi ichki ishqalanishning kuchi F ni aniqlaydi:

$$F = -\eta \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot \Delta S$$

bu yerda, $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ – yuz ΔS ga tik yoʻnalishdagi gaz oqimining tezlik gradiyenti, η – ichki ishqalanish koeffitsiyenti (dinamik yopishqoqlik)

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

Issqlik oʻtkazuvchanlik natijasida Δt vaqt ichida kuchirilgan issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$Q = -K \frac{\Delta T}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

bu yerda, $\frac{\Delta T}{\Delta x}$ – yuza ΔS ga tik yoʻnalishdagi harorat gradiyenti, K – issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti, u:

$$K = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda} C_v \rho$$

ga teng.

Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi koʻrinishda yozilishi mumkin:

$$dQ = dW + dA$$

bu yerda, dQ – gazning olgan issiqlik miqdori, dW – gaz ichki energiyasining oʻzgarishi va $dA = p dV$ gazning hajmi oʻzgarganda uning bajargan ishi. Gazning ichki energiyasining oʻzgarishi:

$$dW = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} R dT$$

bu yerda, dT – haroratning o‘zgarishi.

Gazning hajmi o‘zgarganda bajarilgan to‘la ish

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

Gazning hajmi izotermik o‘zgarganda bajarilgan ish,

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

Adiabatik jarayonda gaz bosimi bilan hajmining o‘zaro bog‘lanishi Puasson tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$PV^\chi = \text{const}$$

ya’ni

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\chi$$

bunda

$$\chi = \frac{C_P}{C_V}$$

Puasson tenglamasini quyidagi ko‘rinishda ham yozish mumkin

$$TV^{\chi-1} = \text{const}$$

ya’ni

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\chi-1}$$

Bunda

$$T \cdot P^{\frac{\chi-1}{\chi}} = \text{const}$$

ya’ni

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{\chi-1}{\chi}} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1-\chi}{\chi}}$$

Gazning hajmi adiabatik o'zgarganda bajarilgan ish quyidagi formuladan topiladi:

$$A = \frac{RT_1}{\chi - 1} \cdot \frac{m}{\mu} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\chi-1} \right] = \frac{RT_1}{\chi - 1} \cdot \frac{m}{\mu} \left[1 - \frac{T_2}{T_1} \right] =$$

$$= \frac{P_1 V_1 (T_1 - T_2)}{(\chi - 1) T_1}$$

bu yerda, P_1 va V_1 – gazning T_1 temperaturadagi bosimi va hajmi.

Politropik jarayonning tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$PV^n = \text{const}$$

yoki

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$$

bunda n – politrop ko'rsatkichi ($1 < n < \chi$).

Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti

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

bu yerda, Q_1 – ishchi jismga berilgan issiqlik miqdori va Q_2 – sovitgichga berilgan issiqlik miqdori.

Karnoning ideal sikli uchun foydali ish koeffitsiyenti (F.I.K.)

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

bu yerda, T_1 – isitgichning haroratsi, T_2 – sovitgichning haroratsi.

B va A ikkita holatdagi entropiya $S_A - S_B$ farqi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$S_A - S_B = \int_A^B \frac{dQ}{T}$$

Masala yechish namunalari

1. Miqdori $m = 0,01 \text{ kg}$ bo'lgan kislorodning harorati $t_1 = 10^\circ\text{C}$ va bosimi $p = 3 \text{ atm}$. O'zgarmas bosimda qizdirish natijasida kengaygandan so'ng kislorod $V_2 = 10 \text{ l}$ hajmni egalladi. a) Gazning kengayishgacha hajmi V_1 ni; b) gazning kengaygandan keyingi harorati t_2 ni; c) gazning kengayguncha va kengaygandan keyingi zichliklari ρ_1 va ρ_2 ni aniqlang.

Berilgan:

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

$$t_1 = 10^\circ\text{C};$$

$$p = 3 \text{ atm} = 3,039 \cdot 10^5 \text{ Pa};$$

$$V_2 = 10 \text{ l} = 10^{-2} \text{ m}^3;$$

$$V_1; t_2; \rho_1; \rho_2 = ?$$

Yechish:

a) Kislorodning dastlabki holatiga Mendeleyev – Klapeyron tenglamasini qo'llaymiz:

$$pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$$

bu yerda, $T_1 = t + 273 = 283 \text{ K}$ – kislorod qiziguncha absolyut harorat; $\mu = 32 \text{ kg/mol}$ – kislorodning massasi; $R = 8,31 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}}$ – universal gaz doimiysi. U holda,

$$V_1 = \frac{mRT_1}{\mu p} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

b) Kislorod izobarik qizdirilgani uchun Gey–Lyussak qonunini qo'llash mumkin:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

bu yerda, T_2 – kislorodning qizdirilgandan keyingi absolyut harorati. U holda,

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = 1180 \text{ K}; \quad t_2 = 907^\circ\text{C}.$$

c) Mendeleyev – Klapeyron tenglamasidan kelib chiqadigan formula asosan

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

Shuning uchun

$$\rho_1 = \frac{p\mu}{RT_1} = 4,13 \frac{kg}{m^3};$$

va

$$\rho_2 = \frac{p\mu}{RT_2} = 0,99 \frac{kg}{m^3};$$

Javob: $V_1 = 2,4 \cdot 10^{-3} m^3$; $t_2 = 907^\circ C$; $\rho_1 = 4,13 \frac{kg}{m^3}$;
 $\rho_2 = 0,99 \frac{kg}{m^3}$

2. $V = 1 sm^3$ hajmdagi vodorod molekulalarining soni n_0 ni toping. Bosimi $p = 2,66 kPa$, molekulalarining berilgan sharoitdagi oʻrtacha kvadratik tezligi esa $\bar{v} = 2400 m/s$.

Berilgan:

$$V = 1 sm^3 = 10^{-6} m^3;$$

$$p = 2,66 kPa;$$

$$\bar{v} = 2400 m/s;$$

$$n_0 = ?$$

Yechish:

Kinetik nazariyaning asosiy tenglamasiga muvofiq,

$$p = \frac{1}{3} n_0 m \bar{v}^2$$

bu yerda, m – vodorod molekulasi massasi boʻlib, vodorodning kilomol massasi $\mu = 2 kg/mol$ va Avagadro soni $N = 6,025 \cdot 10^{26} kmol^{-1}$ bilan $m = \mu/N$ munosabatda bogʻlangan. Shuning uchun

$$n_0 = \frac{3pN}{\mu \bar{v}^2} = 4,15 \cdot 10^{18} m^{-3}.$$

Javob: $n_0 = 4,15 \cdot 10^{18} m^{-3}$.

3. $t = 10^\circ C$ haroratdagi $m = 20 g$ kislorod molekulalarining issiqlik harakati energiyasi W_i nimaga teng? Bu energiyaning qanday qismi molekulalarning ilgarilanma harakatiga va qanday qismi ularning aylanma harakatiga toʻgʻri keladi?

Berilgan:

$$t = 10\text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$m = 20\text{ g} = 0,02\text{ kg};$$

$$W_i; W_{il}; W_{ayl} = ?$$

Yechish:

Molekulalarning issiqlik energiyasi

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

bu yerda, $\mu = 32 \cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$ – kislorodning molyar massasi, $i = 5$ uning molekulalarining erkinlik darajalari soni, $T = t + 273 = 283\text{ K}$ – gazning absolyut harorati. Shuning uchun

$$W_i = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} RT = 3,68 \cdot 10^3\text{ J}.$$

Ikki atomli molekulada ilgarilanma harakatga uch erkinlik darajasi, aylanma harakatga ikki erkinlik darajasi to‘g‘ri kelgani uchun energiyaning izlanayotgan qismlari 3:2 nisbatda bo‘ladi. Binobarin ilgarilanma harakatga

$$W_{il} = \frac{3}{5} W_i = 2,21 \cdot 10^3\text{ J}.$$

va aylanma harakatga

$$W_{ayl} = \frac{2}{5} W_i = 1,47 \cdot 10^3\text{ J}.$$

energiya to‘g‘ri keladi.

$$\textbf{Javob: } W_i = 3,68 \cdot 10^3\text{ J}; W_{il} = 2,21 \cdot 10^3\text{ J}; W_{ayl} = 1,47 \cdot 10^3\text{ J}.$$

4. Biror miqdor gazni o‘zgarmas bosimda $\Delta T_1 = 50\text{ K}$ qizdirish uchun $\Delta Q_1 = 160\text{ J}$ issiqlik sarf qilishi kerak. Xuddi shu miqdor gazni o‘zgarmas hajmda $\Delta T_2 = 100\text{ K}$ sovitishda $\Delta Q_2 = 240\text{ J}$ issiqlik ajralgan. Bu gaz molekulalarining erkinlik darajalari soni i qancha?

Berilgan:

$$\Delta T_1 = 50 \text{ K};$$

$$\Delta Q_1 = 160 \text{ J};$$

$$\Delta T_2 = 100 \text{ K};$$

$$\Delta Q_2 = 240 \text{ J};$$

$$i = ?$$

Yechish:

O'zgarmas bosimda gazni qizdirish uchun sarflangan energiya quyidagiga teng:

$$\Delta Q_1 = \frac{m}{\mu} C_p \Delta T_1 \quad (4.1)$$

bu gazning o'zgarmas hajmda soviganida ajralgan energiya

$$\Delta Q_2 = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T_2 \quad (4.2)$$

ga teng, bu yerda m – gaz massasi, μ – kilomol gazning massasi, C_p va C_v – gazning o'zgarmas bosimdagi va o'zgarmas hajmdagi mol issiqlik sig'implari.

(4.1) tenglikni (4.2) tenglikka hadma-had bo'lib quyidagi nisbatni hosil qilamiz:

$$\frac{\Delta Q_1}{\Delta Q_2} = \frac{C_p}{C_v} \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

bunda, $C_p = \frac{i+2}{2} R$ va $C_v = \frac{i}{2} R$ ekanligini hisobga olsak,

$$\frac{\Delta Q_1}{\Delta Q_2} = \frac{i+2}{i} \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

ni hosil qilamiz. U holda,

$$i = \frac{2 \cdot \Delta Q_2 \cdot \Delta T_1}{\Delta Q_1 \cdot \Delta T_2 - \Delta Q_2 \cdot \Delta T_1} = 6$$

Javob: $i = 6$.

5. Karno sikli bo'yicha ishlayotgan ideal issiqlik mashinasi bir sikl davomida $A = 7,35 \cdot 10^4 \text{ J}$ ish bajaradi. Isitgichning harorati 373 K, sovitgichning harorati esa 273 K. Mashinaning foydali ish koeffitsiyenti η , mashinaning bir sikl davomida isitgichdan olgan

Issiqlik miqdori Q_1 va bir sikl davomida sovitgichga beradigan issiqlik miqdori Q_2 ni toping.

Berilgan:

$$A = 7,35 \cdot 10^4 \text{ J};$$

$$T_1 = 373 \text{ K};$$

$$T_2 = 273 \text{ K};$$

$$\eta; Q_1; Q_2 = ?$$

Yechish:

Ideal issiqlik dvigatelining foydali ish koeffitsienti quyidagi ifodaga teng:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100 \% = 26,8 \ %.$$

Bir sikl davomida ideal issiqlik mashinasining bajargan ishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$A = Q_1 - Q_2$$

Biroq foydali ish koeffitsiyenti hisoblashning quyidagi ko'rinishiga asosan,

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

Shuning uchun

$$Q_1 = \frac{A}{\eta} = -27,4 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

U holda, $Q_2 = Q_1 - A = 20,05 \cdot 10^4 \text{ J}.$

Javob: $\eta = 26,8 \ %; Q_1 = -27,4 \cdot 10^4 \text{ J}; Q_2 = 20,05 \cdot 10^4 \text{ J}.$

Mavzuga oid masalalar

1. Og'zi mahkam berkitilgan shishadagi havoning 7°C haroratda bosimi 1 atm . Shisha isitilganda havo bosimi $1,3 \text{ atm}$ ga yetganda tiqin otilgan. Shisha qanday haroratgacha isitilganligi topilsin.

2. Gaz solingan 10 m^3 hajmli ballonda 17°C harorat va $720 \text{ mm. sim. ust.}$ bosimda qancha miqdorda kilomol gaz bo'ladi?

3. 10 g kislorod 10°C harorat va 3 atm . bosimda turibdi. U o'zgarmas bosimda qizdirilgandan so'ng kengayib, 10 l hajmni

egallaydi. Gazning 1) kengaygandan oldingi, 2) kengaygandan keyingi harorati, 3) kengayishdan oldingi zichligi va 4) kengaygandan keyingi zichligi topilsin.

4. 500 m/s tezlik bilan uchib kelayotgan argon molekulasini idish devoriga elastik uriladi. Molekula tezligining yo'nalishi bilan idish devoriga o'tkazilgan normal orasidagi burchak 60° ni tashkil qiladi. Urilish vaqtida idish devorining olgan kuch impulsi topilsin.

5. Havoning bir kilomolining massasi $\mu = 29 \text{ g/kmol}$ ga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb hisoblab, 17°C haroratda havo molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi topilsin.

6. 7°C haroratda 1 kg dagi azot molekularining aylanma harakatining kinetik energiyasi nimaga teng?

7. Agar biror ikki atomli gazning normal sharoitda zichligi $1,43 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, bu gazning C_V va C_P solishtirma issiqlik sig'implari nimaga teng?

8. 40 g kislorodni 16°C dan 40°C gacha isitish uchun 150 kal ($1 \text{ kal} = 4,19 \text{ J}$) issiqlik sarf bo'lgan. Gaz qanday sharoitda isitilgan? (O'zgarmas hajmdami yoki o'zgarmas bosimda?)

9. Normal sharoitda 2 l hajmli yopiq idishda m gramm azot va m gramm argon bor. Bu gaz aralashmasi 100°C ga isitish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak?

10. Kaliy atomlarining ionizatsiya ishi $10^5 \text{ kkal/kg} \cdot \text{atom}$ ($1 \text{ kal} = 4,19 \text{ J}$) ga teng. Ilgarilanma harakatdagi molekulari 10% ining energiyasi kaliyning bitta atomini ionizatsiyalash uchun zarur bo'lgan energiyadan qanday haroratda katta bo'lishi topilsin.

11. Agar 100°C haroratda korbonat angidrid molekularining o'rtacha erkin yugurish yo'li $8,7 \cdot 10^{-2} \text{ sm}$ ga teng bo'lsa, molekularning 1 s dagi o'rtacha to'qnashishlari soni topilsin.

12. Agar biror gaz molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li $5 \cdot 10^{-4} \text{ sm}$ va o'rtacha kvadratik tezligi 500 m/s bo'lsa, shunday sharoitda gaz molekulasining 1 s dagi o'rtacha to'qnashishlar soni topilsin.

13. $0,3 \text{ mm}$ diametrli yomg'ir tomchisi qanday eng katta tezlikka erisha oladi? Havo molekulasining diametrini $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ga, havoning haroratsini -0°C ga teng deb olinsin. Yomg'ir tomchisi uchun Stoks qonuni o'rinli deb hisoblansin.

14. Teskari Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi, har bir siklda $3,7 \cdot 10^4 \text{ J}$ ga teng ish bajaradi. Bunda mashina -10°C haroratli jismdan issiqlik olib, $+17^\circ \text{C}$ haroratli jismga issiqlik beradi. 1) Siklning F.I.K., 2) bir siklda sovuq jismdan olingan issiqlik miqdori, 3) bir siklda issiqlik jismga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

Mustaqil yechish uchun masalalar **(Uyga vazifa)**

15. Ballonda 10^7 N/m^2 bosimli 10 kg gaz bo'lgan. Ballonda bosim $2,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ ga teng bo'lishi uchun ballonda qancha miqdor azotni olish kerak? Azotning haroratsi o'zgarmas deb hisoblansin.

16. 4 l hajmli yopiq 20°C haroratli 5 g azot 40°C haroratgacha isitilgan. Gazning isitilishdan oldingi va keyingi bosimi topilsin.

17. $V_1 = 3 \text{ l}$ sig'imli A idishda $P'_0 = 2 \text{ atm}$ bosimda gaz bor. $V_2 = 4 \text{ l}$ sig'imli B idishda $P''_0 = 1 \text{ atm}$ bosimda xuddi o'shancha gaz bor. Ikkala idishda ham haroratlar bir xil. Ikkala idish naycha bilan tutashtirilsa, gaz bosimi qanday bo'ladi?

18. 600 m/s tezlik bilan uchib kelayotgan argon molekulasi idish devoriga normal ravishda urilib, undan tezligini yo'qotmasdan elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devorining olgan kuch impulsi topilsin.

19. Biror gazning zichligi $6 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^3$ ga, molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 500 m/s ga teng. Gazning idish devoriga ta'sir qilgan bosimi topilsin.

20. 1) $V = \text{const}$ va 2) $P = \text{const}$ bo'lganda kislorodning solishtirma issiqlik sig'imi topilsin.

21. $3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ argon va $2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ azotdan iborat bo'lgan gaz aralashmasining o'zgarmas bosimda solishtirma issiqlik sig'imi topilsin.

22. 3 l hajmli yopiq idishda 3 atm bosim 27°C haroratli azot bor. Isitilgandan keyingi idishdagi bosim 25 atm . gacha ko'tarilgan. 1) Isitilgandan keyingi azotning haroratsi, 2) azotga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

23. 0°C da kislorod molekularining qancha qismi 100 m/s dan 110 m/s gacha oraliqda tezliklarga ega bo'ladi?

25. Qanday balandlikda gaz dengiz sathidagi zichligining 50 % zichligidek zichlikka ega bo'ladi? Haroratni o'zgarmas va 0°C ga teng deb hisoblansin. Masalani: 1) havo va 2) vodorod uchun yeching.

26. 17°C harorat va 10^4 N/m^2 bosimda azot molekularining o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin.

27. Agar geliyning 0°C harorat va 760 mm.sim.ust bosimida ichki ishqalanish koeffitsiyenti (dinamik yopishqoqligi) $1,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g}\cdot\text{s}}{\text{sm}}$ ga teng bo'lsa, shunday sharoitda geliy molekulasi o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin.

28. Korbyuratorli uchki yonuv dvigatelning politrop ko'rsatkichi 1,33 ga va siqish darajasi 1) $V_1/V_2 = 4$; 2) $V_1/V_2 = 6$; 3) $V_1/V_2 = 8$ ga teng bo'lsa, uning F.I.K. topilsin.

Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. Molekulalar tezligiga tegishli ushbu $\bar{v}_x^2 = \frac{1}{3}\bar{v}^2$ ifoda quyidagi mulohazalarning qaysi biriga asosan to'g'ri deb qabul qilinishi natijasida yuzaga kelgan?

- A) molekulalar o'zaro (elastik) to'qnashadi
- B) molekulalar soni kam
- C) molekulalar xaotik, tartibsiz harakat qiladi
- D) molekulalar shar shaklida

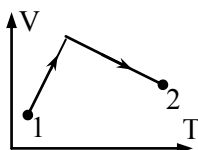
2. 20 m chuqurlikdagi ko'lining tubidan havo pufakchasi suv sirtiga ko'tarilganda, uning hajmi necha marta ortadi?

- A) 20 B) 10 C) 7 D) 3

3. Gaz temperaturasini izobarik ravishda 4 °C ga oshirilganda, gaz hajmi dastlabki qiymatining 1/450 qismi qadar oshdi. Gazning dastlabki haroratini (°C) toping.

- A) 1527 B) 1800 C) 1600 D) 1537

4. Gaz 1-holatdan 2-holatga o'tganda, ideal gazning bosimi qanday o'zgaradi?



- A) o'zgarmaydi
- B) ortadi
- C) kamayadi
- D) Bunday jarayon yo'q

5. Agar yopiq idishdagi gazning haroratini 1 °C ga qizdirganda, uning bosimi dastlabki bosimidan 0,4 % ortiq bo'lsa, gazning dastlabki harorati qancha bo'lgan bo'ladi?

- A) -25 °C B) -23 °C C) 0 °C D) -24 °C

6. Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi parametrlarning qaysi biriga bog'liq?

- A) issiqlik miqdoriga B) modda massasiga
- C) boshlang'ich temperaturaga D) xech biriga bog'liq emas

7. Harakat tezligi 36 km/soat bo'lgan 4,8 t massali avtomobil tormoz berib to'xtaganida, qancha issiqlik miqdori ajraladi (kJ)?

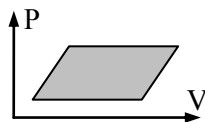
- A) 240 B) 250 C) 270 D) 200

8. Massalari m va $2m$ bo'lgan ikkita sharcha 2ϑ va 2ϑ tezliklar bilan bir-biriga tomon harakatlanib, noelastik to'qnashdi. Sharchalarning solishtirma issiqlik sig'imi C ga teng bo'lsa, ularning harorati qanchaga o'zgargan?

- A) $\frac{\vartheta^2}{9C}$ B) $\frac{\vartheta^2}{8C}$ C) $\frac{9\vartheta^2}{8C}$ D) $\frac{25\vartheta^2}{9C}$

9. Rasmdagi bo'yalgan yuzaning fizik ma'nosi nimadan iborat bo'ladi?

- A) bajarilgan ishga teng
B) temperaturaning o'zgarishiga teng
C) bosimning o'zgarishiga teng
D) fizik ma'nosi yo'q



10. Ideal gaz isitilganda, uning p bosimi o'zgarmay, dastlabki hajmi V 30 % ga oshsa, u qancha ish bajaradi?

- A) $30pV$ B) $3pV$ C) $0,7pV$ D) $0,3pV$

11. Termodinamikaning birinchi qonuni nimani tavsiflaydi?

- A) mexanik energiyaning saqlanishini
B) elastik deformatsiya energiyasini
C) issiqlik muvozanatini
D) energiyaning saqlanish qonunini

12. Termodinamikaning birinchi qonuni issiqlik jarayonlarida ... ning qo'llanishidir.

- A) Boyle-Mariott qonuni
B) Nyutonning ikkinchi qonuni
C) impulsning saqlanish qonuni
D) energiyaning saqlanish qonuni

13. Qaysi qonun tabiatdagi jarayonlarning yo'nalishini ko'rsatadi?

- A) termodinamikaning II qonuni

- B) termodinamikaning I qonuni
- C) energiyaning saqlanish qonuni
- D) zaryad miqorining saqlanish qonuni

14. Doimiy hajmli ballonda T_0 temperatura va bosim ostida turgan bir atomli ideal gazga Q issiqlik mikdori berilganda, gazning temperaturasi qanday bo'ladi?

- A) $T_0 \left(2 + \frac{p_0 V_0}{3Q}\right)$ B) $T_0 \frac{p_0 V_0}{2Q}$ C) $T_0 \left(1 + \frac{Q}{p_0 V_0}\right)$ D) $T_0 \left(1 + \frac{2Q}{3p_0 V_0}\right)$

15. Quyida berilgan tenglamalar orasidan izobarik jarayon tenglamasini, shu jarayon uchun termodinamikaning 1-qonuni va bajarilgan ish ifodalarini toping.

- 1) $\frac{V}{T} = \text{const}$ 2) $\frac{P}{T} = \text{const}$ 3) $PV = \text{const}$ 4) $PV = \nu RT$
 5) $Q = A + \Delta U$ 6) $Q = \Delta U$ 7) $Q = A$ 8) $Q = 0$ 9) $A = P\Delta V$
 10) $A = 0$ 11) $A = Q$ 12) $A = -\Delta U$
 A) 1; 5; 9 B) 2; 6; 11 C) 3; 7; 8 D) 4; 6; 10; 12

16. Isitkichining temperaturasi T_1 sovutkichining temperaturasi T_2 bo'lgan issiqlik mashinasi berilgan. T_1 ni ΔT ga orttirib, T_2 ni o'zgartirmagan va T_2 ni ΔT ga kamaytirib, T_1 ni o'zgartirmagan hollardagi F.I.K larning nisbatini toping.

- A) $\frac{T_1}{T_1 + \Delta T}$ B) $\frac{T_1 + \Delta T}{T_1 + \Delta T}$ C) $\frac{T_1 - \Delta T}{T_1}$ D) $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$

17. Ideal mashina isitkichining harorati 427°C bo'lib, sovutkich harorati 127°C ga teng. Issiqlik mashinasi bir siklda 600 J issiqlik olib sovutkichga 400 J issiqlik, beradi. Real mashinaning F.I.K ideal mashinaning F.I.K ning qancha qismini tashkil etishini toping.

- A) $1/2$ B) $6/7$ C) $7/9$ D) $7/8$

18. Qanday holatda jismning zichligi harorat ortishi bilan ortadi?

- A) to'yinmagan bug' holatida
- B) suyuq holatda
- C) qattiq holatda
- D) to'yingan bug' holatidagi

19. Quyidagi jummlarning qaysi biri noto'g'ri ekanligini aniqlang.

A) To'yingan bug' Mendeleev-Klapeyron qonuniga bo'ysinadi.

B) To'yingan bug'ning elastikligi o'zgarmas temperaturada bug' egallab turgan hajmga bog'liq emas.

C) Harorat qancha yuqori bo'lsa to'yingan bug'ning elastikligi shuncha katta bo'ladi.

D) O'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug' to'yingan bug' deyiladi.

20. Agar havoning nisbiy namligi 50 %, temperaturasi 16 °C bo'lsa, absolyut namlik nimaga teng bo'ladi (kg/m^3)? 16 °C temperaturada to'yingan bug' zichligi $\rho_t = 13,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$.

A) $4,8 \cdot 10^{-3}$ B) $6,8 \cdot 10^{-4}$ C) $8,8 \cdot 10^{-4}$ D) $6,8 \cdot 10^{-3}$

III. ELEKTR

3.1. Elektrostatika

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

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

formula bilan aniqlanadi, bunda q_1 va q_2 – jismlarning elektr zaryadlari, r – ular orasidagi masofa, ϵ – muhitning nisbiy dielektrik kirituvchanligi va ϵ_0 – elektrik doimiy bo'lib, $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ga teng.

Elektr maydon kuhlanganligi

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

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 maydonning (masalan dipol maydonining) kuchlanganligi geometrik qo'shish qoidasi bo'yicha topiladi.

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

$$N_E = \frac{1}{\epsilon_0\epsilon} \sum_{i=1}^n q_i$$

ga teng, bundan $\sum_{i=1}^n q_i$ – shu sirt ichidagi zaryadlarning algebraik yig‘indisi. Mos ravishda ixtiyoriy yopiq sirt orqali o‘tgan elektr induksiyasi oqimi

$$N_D = \sum_{i=1}^n q_i$$

ga teng.

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

Zaryadlangan cheksiz uzun ip maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$$

ga teng, bunda τ – 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 uzoqlikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau \sin \theta}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$$

ga teng bo‘lib, bunda θ – ipga o‘tkazilgan normal yo‘nalishi bilan tekshirilayotgan nuqtadan ip uchiga tushirilgan radius-vektor orasidagi burchak.

Zaryadlangan cheksiz tekislik maydonining kuchlanganligi

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

ga teng, bunda σ – tekislikdagi zaryadning sirt zichligi.

Agar tekislik R radiusli disk shaklida bo‘lsa, u holda disk markazidan unga o‘tgazilgan perpendikulyar chiziqda a uzoqlikda yotgan nuqtadagi maydon 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

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

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 $r > R$.

Maydonning D elektrostatik induksiyasi

$$D = \varepsilon_0\varepsilon E = \sigma$$

tenglikdan topiladi.

Elektr maydonining 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 nuqttagacha bo‘lgan oraliq masofada.

Elektr maydoni kuchlanganligi va potensial 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 quyidagicha bog'langan:

$$q = CU$$

bu yerda, C – o'tkazgichning sig'imi.

Yassi kondensatorning sig'imi

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

bu yerda, S – kondensator har bir plastinkasining yuzi.

Sferik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon rR}{r - R}$$

ga teng, bunda r – ichki sferaning radiusi va R – tashqi sferaning radiusi. Xususiy holda, $R = \infty$ bo'lsa

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

yakkalangan shar sig'imi bo'ladi.

Silindrik kondensatorning sigʻimi

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon L}{\ln(R/r)}$$

ga teng, bunda L – koaksial (oʻqi umumiy boʻlgan) silindrlarning balandligi, r va R – mos ravishda ichki va tashqi silindrlarning radiuslari.

Kondensatorlar tizimining sigʻimi quyidagilarga teng:

a) kondensatorlar parallel ulanganda

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

b) kondensatorlar ketma-ket ulanganda

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

Zaryadlangan yakka oʻtkazgichning energiyasi quyidagi uch formuladan bittasi orqali topilishi mumkin:

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

yassi kondensator boʻlgan xususiy holda,

$$W = \frac{\epsilon_0\epsilon SU^2}{2d} = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2 Sd}{2} = \frac{\sigma^2 Sd}{2\epsilon_0\epsilon}$$

bu yerda, S – har bir plastinkaning yuzi, σ – plastinkalar zaryadining sirt zichligi, U – plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi.

$$W_0 = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2}{2} = \frac{ED}{2}$$

kattalik elektr maydon energiyasining hajmiy zichligi deyiladi.

Yassi kondensator plastinkalarining tortishish kuchi

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

Masala yechish namunalari

1. Zichligi 800 kg/m^3 bo'lgan kerosinga bir xil uzunlikdagi ipga osilgan ikki zaryadlangan sharcha tushirildi. Kerosinda iplar orasidagi burchak havodagi kabi o'zgarmasdan saqlanishi uchun, sharchalarning zichligi qanday bo'lishi kerak? Kerosinning dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng.

Berilgan:

$$\rho_k = 800 \text{ kg/m}^3;$$

$$\varepsilon = 2;$$

$$\rho = ?$$

Yechish:

Masala shartiga ko'ra sharchalar kerosinda 1.1 – rasmdagi kabi joylashishadi. Bunda o'zaro ta'sir kuchi (Kulon kuchi)

$$F_k = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2} \quad (1.1)$$

Kerosindagi sharchalarga ta'sir qiluvchi Arximed kuchi quyidagiga teng bo'ladi:

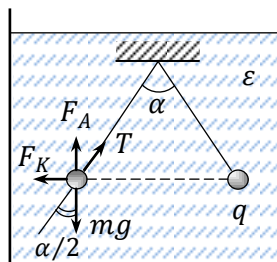
$$F_A = \rho_k g V \quad (1.2)$$

Kerosinda sharchalarni tutib turuvchi kuch

$$F' = mg - F_A \quad (1.3)$$

U holda,

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{F_k}{F'} = \frac{F_k}{mg - F_A} \quad (1.4)$$



1.1 – rasm

Havoda sharchalar uchun quyidagi ifodalar o'rinli:

$$F = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}; \quad (1.5)$$

$$tg \frac{\alpha}{2} = \frac{F}{P} = \frac{F}{mg} \quad (1.6)$$

(1.4) va (1.6) ifodalarni tenglashtirsak,

$$\frac{F_k}{mg - F_A} = \frac{F}{mg}$$

Bu tenglikka (1.1), (1.2) va (1.5) ifodalarni joylashtirib, m ni topamiz:

$$m = \frac{\rho_k \varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot V$$

ni hosil qilamiz. $m/V = \rho$ ekanligini hisobga olsak, u holda

$$\rho = \frac{\rho_k \varepsilon}{\varepsilon - 1} = 1600 \frac{kg}{m^3}.$$

Javob: $\rho = 1600 \frac{kg}{m^3}.$

2. Ikkita parallel uzun bir xil ishorali zaryad bilan zaryadlangan o'tkazgich tola bir-biridan $r = 0,1 m$ masofada joylashgan. Zaryadning tolalaridagi chiziqli zichligi bir xil va $\rho = 10^{-5} Kl/m$ ga teng. Har bir toladan $a = r = 0,1 m$ masofadagi nuqtaning E najaviy elektr maydoni kuchlanganligi kattaligini va yo'nalishini aniqlang.

Berilgan:

$$r = 0,1 m;$$

$$\rho = 10^{-5} Kl/m;$$

$$a = r = 0,1 m;$$

$$E = ?$$

Yechish:

Tolalarning berilgan C nuqta orqali ko'ndalang kesimining (ABC) tasvirlaymiz, bu tolalar elektr maydonlarining kuchlanganliklarini E_1 va E_2 bilan hamda natijaviy elektr maydonining kuchlanganligini E bilan tasvirlaymiz (2.1 – rasm).

$\triangle ABC$ teng tomonli va tolalarning zaryadlari bir xil, shuning uchun $E_1 = E_2 = E$ esa (CE_1EE_2) rombning diagonalini, romb diagonalining $\angle E_1CE = 30^\circ$. Romb diagonalari o'zaro perpendikulyar va bir-birini teng ikkiga bo'linishini hisobga olgan holda quyidagini yozish mumkin:

$$\frac{E}{2} = E_1 \cos 30^\circ$$

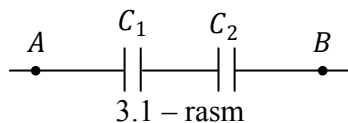
Biroq, $E_1 = \frac{\rho}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r}$ formulaga muvofiq, bu yerda $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$,

$\epsilon = 1$ (vakuum uchun). U holda,

$$E = 2E_1 \cos 30^\circ = \frac{\rho \cos 30^\circ}{\pi\epsilon\epsilon_0 r} = 3,13 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

Javob: $E = 3,13 \cdot 10^6 \text{ V/m}$.

3. A va B nuqtalar orasidagi kuchlanish $U = 9 \text{ V}$ (3.1 – rasm). Nuqtalar orasidagi kondensatorlar mos ravishda $C_1 = 3 \mu\text{F}$ va $C_2 = 6 \mu\text{F}$. Har bir kondensatordagi zaryad miqdori va kuchlanishlarining qiymatlarini aniqlang.



Berilgan:

$$U = 9 \text{ V};$$

$$C_1 = 3 \mu\text{F} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ F};$$

$$C_2 = 6 \mu\text{F} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F};$$

$$q_1; q_2; U_1; U_2 = ?$$

Yechish:

Ketma-ket ulangan kondensatorlar uchun

$$U = U_1 + U_2$$

$$q_1 = q_2 = q = \text{const}$$

ifodalar o'rinli.

Zaryadlar mos ravishda $q_1 = C_1 U_1$ va $q_2 = C_2 U_2$ ga teng. U holda, $C_1 U_1 = C_2 U_2$ bo'ladi.

$$U_2 = \frac{C_1}{C_2} U_1$$

Demak, $U = U_1 + \frac{C_1}{C_2} U_1$. Bundan, $U_1 = \frac{UC_2}{C_1 + C_2} = 6 \text{ V}$ va $U_2 = U - U_1 = 3 \text{ V}$.

Zaryadlar esa, $q_1 = q_2 = C_1 U_1 = 18 \cdot 10^{-6} \text{ Kl}$ ga teng bo'ladi.

Javob: $U_1 = 6 \text{ V}$; $U_2 = 3 \text{ V}$; $q_1 = q_2 = 18 \cdot 10^{-6} \text{ Kl}$.

4. Massasi $m = 1 \text{ g}$ va zaryadi $q = 10^{-8} \text{ Kl}$ bo'lgan sharcha potentsiali $\varphi_A = 600 \text{ V}$ li A nuqtadan $\varphi_B = 0$ potentsialli B nuqtaga harakatlanmoqda. Agar sharchaning B nuqtadagi tezligi $\vartheta_B = 20 \text{ m/s}$ ga teng bo'lgan bo'lsa, uning A nuqtadagi tezligi qanday bo'lgan?

Berilgan:

$m = 1 \text{ gr} = 10^{-3} \text{ kg}$;

$q = 10^{-8} \text{ Kl}$;

$\varphi_A = 600 \text{ V}$;

$\varphi_B = 0 \text{ V}$;

$\vartheta_B = 20 \text{ m/s}$;

$\vartheta_A = ?$

Yechish:

Musbat zaryadlangan sharcha elektr maydonida katta potentsialdan kichik potentsialga tomon (ya'ni maydon bo'ylab) harakatlanib, maydon kuchlari ta'sirida tezlashadi va uning kinetik energiyasi ortadi. Energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonunidan sharcha kinetik energiyasining ortishi ΔW

maydon kuchlari bajargan ishga teng bo'lishi kerak:

$$\Delta W = A$$

Biroq, $\Delta W = W_B - W_A = \frac{m\vartheta_B^2}{2} - \frac{m\vartheta_A^2}{2}$, bu yerda W_B va W_A sharchaning mos ravishda B va A nuqtalardagi kinetik energiyasi. Shu bilan birga $A = q(\varphi_A - \varphi_B)$. Shuning uchun

$$\frac{m\vartheta_B^2}{2} - \frac{m\vartheta_A^2}{2} = q(\varphi_A - \varphi_B)$$

bundan

$$v_A = \sqrt{v_B^2 - \frac{2q}{m}(\varphi_A - \varphi_B)} = 0,167 \text{ m/s}$$

Javob: $v_A = 0,167 \text{ m/s}$

5. Ikki yassi plastinkalar orasiga dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon = 7$ bo'lgan shisha joylashtirilgan. Kondensator uchlariga kuchlanish berilganda plastinkalarni shishaga ko'rsatgan bosimi 1 kPa ga teng bo'ldi. Quydagilarni toping: a) plastinkalar sirtidagi zaryadlarning sirt zichligi; b) elektrostatik maydon kuchlanganligini; c) maydonning energiya zichligi W_0 topilsin.

Berilgan:

$$\varepsilon = 7;$$

$$P = 1 \text{ kPa};$$

$$\sigma; E; W_0 = ?$$

Yechish:

Yassi kondensator plastinkalarining tortishish kuchi

$$F = \frac{\sigma^2 S}{2\varepsilon_0 \varepsilon} \quad (5.1)$$

Plastinkalarning bosimi

$$p = \frac{F}{S} = \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_0 \varepsilon} \quad (5.2)$$

$$(5.2) \text{ ifodadan } \sigma = \sqrt{2\varepsilon_0 \varepsilon p} = 11,1 \cdot 10^{-6} \text{ Kl/m}^2$$

Elektrostatik maydon kuchlanganligini

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} = 179 \cdot \frac{10^6 \text{ V}}{\text{m}}$$

Elektrostatik maydon energiyasining hajmiy zichligi

$$W_0 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} = 0,992 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$\textbf{Javob: } \sigma = 11,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2}; \quad E = 179 \cdot \frac{10^6 \text{ V}}{\text{m}}; \quad W_0 = 0,992 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}.$$

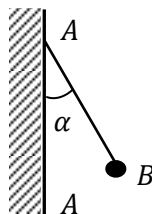
Mavzuga oid masalalar

1. Havoda bir-biridan 20 sm uzoqlikda turgan ikkita nuqtaviy zaryad biror kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. Yog'da bu zaryadlar shunday kuch bilan o'zaro ta'sir qilishi uchun, ularni qanday uzoqlikda joylashtirish kerak?

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

3. $q_1 = \frac{22,5}{3} \cdot 10^{-9}\text{ C}$ va $q_2 = -\frac{44,0}{3} \cdot 10^{-9}\text{ C}$ bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryadning oraliq 5 sm . Musbat zaryaddan 3 sm va manfiy zaryaddan 4 sm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi topilsin.

4. Rasmda AA – zaryadlangan cheksiz tekislik bo'lib, zaryadning sirt zichligi $4 \cdot 10^{-9}\text{ C/sm}^2$ va B – massasi 1 g va zaryadi 10^{-9} C bo'lgan (bu zaryad bilan tekislik zaryadining ishorasi bir xil) zaryadlangan sharcha. Sharcha osilgan ip AA tekislik bilan qanday burchak tashkil qiladi?



5. Diametri 1 sm bo'lgan mis shar yog' ichiga joylashtirilgan. Yog'ning zichligi $\rho = 800\text{ kg/m}^3$. Agar bir jinsli elektr moydonida shar yog' ichida muallaq bo'lsa, sharning zaryadi qancha bo'ladi?

Elektr maydoni vertikal yuqoriga yo'nalgan bo'lib, uning kuchlanganligi $E = 36000\text{ V/sm}$.

6. Zaryadlangan diskdan (uning markazida normal bo'yicha) $a = 5\text{ sm}$ uzoqlikda joylashgan A nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligini topish talab qilinadi. 1) A nuqtadagi elektr maydoni cheksiz katta tekislik elektr maydoniga nisbatan 2% dan ortmasligi uchun diskning radiusi qanday chekli qiymatga ega bo'lishi mumkin? 2) Diskning R radiusi a masofadan 10 marta katta bo'lsa, A nuqtadagi maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi?

3) Bu nuqtadagi topilgan kuchlanganlik cheksiz katta tekislik maydon kuchlanganligidan necha marta kichik bo'ladi?

7. Zaryadlari $q_1 = \frac{20}{3} \cdot 10^{-9} \text{ C}$ va $q_2 = \frac{40}{3} \cdot 10^{-9} \text{ C}$ bo'lgan ikkita sharcha bir-biridan $r_1 = 40 \text{ sm}$ uzoqlikda turibdi. Ular bir-biriga $r_2 = 25 \text{ sm}$ gacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarish kerak?

8. Zaryadlangan cheksiz uzun ipdan $r_1 = 4 \text{ sm}$ oraliqda $q_1 = \frac{2}{3} \cdot 10^{-9} \text{ C}$ nuqtaviy zaryad turibdi. Maydon ta'sirida zaryad $r_2 = 2 \text{ sm}$ oraliqqa siljiydi, bunda $A = 50 \text{ erg}$ ish bajariladi. Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin.

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

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

11. Elektron yassi gorizontaal kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda $v_x = 10^7 \text{ m/s}$ tezlik bilan uchib kiradi. Kondensatordagi maydon kuchlanganligi $E = 100 \text{ V/sm}$, kondensator uzunligi $l = 5 \text{ sm}$. Elektron kondensator ichidan uchib chiqayotgandagi tezligining kattaligi va yo'nalishi topilsin.

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

13. Koaksial kabel ingichka simlarining radiusi $1,5 \text{ sm}$, qobig'ining radiusi $3,5 \text{ sm}$. Ingichka simlar va qobiq orasiga 2300 V potentsiallar ayirmasi berilgan. Kabel o'qidan 2 sm uzoqlikdagi elektr maydoni kuchlanganligi hisoblansin.

14. Havo oraliqli sferik kondensator ichki sharining radiusi $R_1 = 1 \text{ sm}$, tashqi sharining radiusi esa $R_2 = 4 \text{ sm}$. Sharlarga $U = 3000 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi berilgan. Sharlar markazidan $x = 3 \text{ sm}$ uzoqlikdagi elektr maydonining kuchlanganligi topilsin.

15. 1 m radiusli shar 30000 V potentsialgacha zaryadlangan. Zaryadlangan sharning energiyasi topilsin.

16. Har birining yuzi 100 sm^2 bo'lgan kondensator plastinkalari potentsiallarining ayirmasi 280 V . Plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi $4,95 \cdot 10^{-11} \text{ C/sm}^2$. 1) kondensator ichidagi maydonning kuchlanganligi, 2) plastinkalar oralig'i, 3) elektronning kondensatorning bir plastinkadan to ikkinchisigacha bo'lgan masofani o'tishdagi olgan tezligi, 4) kondensatorning energiyasi, 5) kondensator sig'imi, 6) kondensator plastinkalarining o'zaro tortishish kuchi topilsin.

Mustaqil yechish uchun masalalar (Uyga vazifa)

17. Ikkita nuqtaviy zaryad o'zaro ta'sir kuchining ular orasidagi masofaga bog'lanish grafigi chizilsin. Grafik $2 \leq r \leq 10 \text{ sm}$ intervalda 2 sm oraliq bilan chizilsin. Zaryadlar miqdori mos ravishda $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ va $3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

18. Har biri uchida $7/3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ zaryad turgan kvadratning markaziga manfiy zaryad joylashtirilgan. Agar har zaryadga ta'sir etuvchi natijaviy kuch nolga teng bo'lsa, markazdagi zaryadning miqdori qancha?

19. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirtlari bir-biriga tegib turadi. Sharchalarga $q_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ zaryad berilgandan keyin sharchalar o'zaro

itarishib, bir-biridan 60° burchakka uzoqlashadi. Osilish nuqtasidan to sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 20 sm . Sharchaning og'irligi topilsin.

20. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirtlari bir-biriga tegib turadi. Osilish nuqtasidan sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 10 sm . Har bir sharchaning og'irligi $5 \cdot 10^{-3}\text{ kg}$. Iplarning tarangligi $0,098\text{ N}$ ga teng bo'lishi uchun sharchalarga qancha zaryad berish kerak?

21. Bir xil ishorada zaryadlangan va bir xil $3 \cdot 10^{-8}\text{ C/sm}^2$ sirt zichlikka ega bo'lgan ikkita cheksiz tekislik (yuza birligida) qanday kuch bilan itarishadi?

22. Zaryadlangan diskning diametri 25 sm ga teng. Diskdan uning markazidan normal bo'ylab qanday eng qisqa oraliqda elektr maydonini cheksiz katta tekislik maydoni deb qarash mumkin? Bunday faraz qilishda xatolik 5% dan ortmasligi kerak.

Ko'rsatma. Qilingan xato $\delta = \frac{E_2 - E_1}{E_2}$, bunda E_1 – diskning elektr maydon kuchlanganligi, E_2 – cheksiz tekislikning maydon kuchlanganligi.

23. 1 sm radiusli, $4 \cdot 10^{-8}\text{ C}$ zaryadli shar yog' ichiga joylash-tirilgan. Shar sirtidan $x = 1, 2, 3, 4, 5\text{ sm}$ uzoqlikdagi maydon nuqtalaridagi $U = f(x)$ bog'lanish grafigi chizilsin.

24. Musbat zaryadlangan cheksiz uzun ip elektr maydoni hosil qilgan. Shu maydon ta'sirida α – zarracha ipdan $x_1 = 1\text{ sm}$ uzoqlikdagi nuqtadan $x_2 = 4\text{ sm}$ uzoqlikdagi nuqtaga qarab harakatlanib o'z tezligini $2 \cdot 10^5\text{ m/s}$ dan $3 \cdot 10^6\text{ m/s}$ ga o'zgartirdi. Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin.

25. Plastinkaning oralig'i $d = 1\text{ sm}$ bo'lgan gorizontol holda turgan yassi kondensator ichidagi zaryadlangan yog' tomchisi bor. Elektr maydon bo'lmaganda tomchi $\vartheta_1 = 0,011\text{ m/s}$ tezlik bilan pastga tushadi. Plastinkalarga $U = 150\text{ V}$ potensiallar ayirmasi berilsa,

tomchi $\vartheta_2 = 0,043 \text{ m/s}$ tezlik bilan tushadi. Tomchining radiusi va uning zaryadi topilsin. Havoning yopishqoqlik koeffitsiyenti $\eta = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$, yog'ning zichligi tomchi tushayotgan gaz zichligidan $\Delta\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ ga kattadir.

26. Bir jinsli elektr maydonida elektron 10^{14} sm/s^2 tezlanish oladi. 1) Elektr maydon kuchlanganligi, 2) boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgandagi elektronning 10^{-6} s da olgan tezligi, 3) bu vaqt ichida elektr maydon kuchining bajargan ishi hamda 4) bunda elektronning o'tgan potentsiallar ayirmasi topilsin.

27. Bir xil tezlik bilan harakatlanayotgan proton va α – zarrachasi yassi kondensator plastinkalari orasiga parallel ravishda uchib kiradi. Kondensator maydoni ta'sirida protonning chetlanishi α – zarracha chetlanishidan qancha ortiq bo'ladi?

28. Har bir plastinkaning yuzi 1 m^2 bo'lgan yassi havo oraliqli kondensator plastinkalarining oralig'i $1,5 \text{ mm}$. Kondensator 300 V potentsialgacha zaryadlangan. Kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

29. Silindrik kondensator 3 mm radiusli ichki silindr, ikki qatlam izolyator va $R = 1 \text{ sm}$ radiusli tashqi silindrdan iborat. $d_1 = 3 \text{ mm}$ qalinlikdagi birinchi izolyator qatlami ichki silindrga tegib turadi. Qatlamlardagi potentsiallar tushishining nisbati topilsin.

30. Havo oraliqli sferik kondensator ichki sharining radiusi $R_1 = 1 \text{ sm}$, tashqi sharining radiusi esa $R_2 = 4 \text{ sm}$. Sharlarga $U = 3000 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi berilgan. Sharlar markaziga $r_1 = 3 \text{ sm}$ uzoqlikdan $r_2 = 2 \text{ sm}$ uzoqlikkacha yaqinlashayotgan elektron qanday tezlikka erishadi?

31. $20 \mu\text{F}$ sig'imli kondensator 100 V potentsialgacha zaryadlangan. Shu kondensatorning energiyasi topilsin.

32. Plastinkalar oralig'i 2 sm bo'lgan yassi havo oraliqli kondensator 3000 V potentsialgacha zaryadlangan. Elektr quvvati

manbaini uzmasdan turib plastinkalarni bir-biridan 5 sm gacha uzoqlashtirsak, kondensator maydonining kuchlanganligi qanday bo'ladi? Kondensatorning plastinkalari surilishidan oldingi va surilishdan keyingi energiyasi topilsin. Har bir plastinkaning yuzi 100 sm^2 .

Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. O'zaro ta'sirlashayotgan ikkita bir xil nuqtaviy zaryad orasidagi masofaning o'rtasiga q zaryad kiritilsa, o'zaro ta'sir kuchi necha marta ortadi?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 1,5

2. Agar NaCl kristallidagi ikkita qo'shni ion orasidagi o'rtacha masofa $3 \cdot 10^{-18}\text{ sm}$ bo'lsa, ular qanday kuch (nN) bilan ta'sirlashishini toping.

A) 1 B) 1,28 C) 5,5 D) 2,56

3. Quyidagilar orasidan elektr maydon kuchlanganligi ta'rifini to'g'ri mazmunda tulating javobni aniqlang.

Elektr maydonning biror nuqtadagi kuchlanganligi deb, miqdor jihatidan ... maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuchga teng bo'lgan fizikaviy kattalikka aytiladi.

- A) shu nuqtaga kiritilgan bir birlik musbat zaryadga
- B) shu nuqtaga kiritilgan zaryadga
- C) shu nuqtaga kiritilgan sinov zaryadiga
- D) shu nuqtaga kiritilgan bir birlik manfiy zaryadga
- E) shu nuqtaga kiritilgan manfiy zaryadga

4. Havoda 1 nKl dan bo'lgan ikkita bir xil nuqtaviy zaryad bir-biridan 5 sm masofada joylashgan. Birinchi zaryaddan 3 sm , ikkinchi zaryadsan 4 sm masofada joylashgan nuqtada maydon kuchlanganligi nimaga teng (V/m)?

A) 100 B) 112 C) 56 D) 50

5. Ikki sharcha bir xil uzunlikdagi iplar yordamida bir nuqtaga osilgan va bir manbadan zaryadlangan. Sharchalar zichligi ρ va

dielektrik singdiruvchanligi ε bo'lgan suyuqlikka botirilganda iplar orasidagi burchak o'zgarmasligi uchun sharchalarning zichligi qanday bulishi kerak?

- A) $\frac{\rho\varepsilon}{\rho-1}$ B) $\frac{\rho(\varepsilon-1)}{\varepsilon}$ C) $\rho\varepsilon(\varepsilon-1)$ D) $\rho(\varepsilon+1)$

6. Radiusi 7 sm bo'lgan metall sharga 25 nKl zaryad berilgan. Shar markazidan 5 sm uzoqlikdagi nuqtada kuchlanganlik qanchaga teng bo'ladi (kV/m)?

- A) 450 B) 90 C) 0,9 D) 0

7. Quyidagilar orasidan elektr maydon potensialining to'g'ri va to'la ta'rifini aniqlab belgilang.

- A) potensial – birlik musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuchni xarakterlaydi
B) potensial – shu nuqtadagi birlik musbat zaryadning potensial energiyasiga son jihatidan teng kattalik
C) potensial – zaryadni ko'chirishda bajarilgan ishga teng kattalik
D) potensial – kuchlanishni ifodalaydi

8. Ma'lum masofada joylashgan ikkita bir xil nuqtaviy zaryad o'rtasidan o'tgan ekvipotensial sirtning shakli qanday bo'ladi?

- A) yassi tekislik B) silindr C) sfera D) konus sirt

9. Vakuumda $q_1 = -10$ nKl va $q_2 = 20$ nKl nuqtaviy zaryadlar o'zaro ta'sirlashmoqda. Ularni tutashtiruvchi to'g'ri chiziqli ikkinchi zaryaddan qanday masofalarda maydon potentsiali nolga teng bo'ladi (sm)? Zaryadlar orasidagi masofa 42 sm ga teng.

- A) 28; 84 B) 15; 42 C) 20; 54 D) 30; 42

10. Havoda tomonlari a bo'lgan teng tomonli uchburchak uchlariga 3 ta bir xil q nuqtaviy zaryadlar joylashgan. Maydonning uchburchak markazidagi potentsiali hisoblab topilsin.

- A) $\frac{3\sqrt{3}}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{a}$ B) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{a}$ C) $\frac{3\sqrt{3}}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q^2}{a^2}$ D) $\frac{\sqrt{3}}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{a^2}$

11. Dielektrikni elektrostatik maydonga kiritilsa, qanday hodisa ro'y beradi?

- A) dielektrik qutblanadi va tashqi maydonni kuchaytiradi
 B) dielektrik qutblanadi va uning ichidagi maydon kuchlanganligi nolga teng bo'ladi
 C) dielektrik qutblanadi va tashqi maydonni susaytiradi
 D) dielektrik qutblanadi va uning ichidagi maydon kuchlanganligi tashqi maydon kuchlanganligiga teng bo'ladi

12. To'liq zaryadlangan va tok manbaidan uzilgan kondensator plastinkalari F kuch bilan tortiladi. Agar plastinkalar orasi dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng bo'lgan modda bilan to'ldirilsa, plastinkalar orasidagi tortishish kuchi nimaga teng bo'ladi?

- A) F B) $F/2$ C) $2F$ D) $F/4$

13. R radiusli shar φ potentsialgacha, $2R$ radiusli shar 2φ potentsialgacha zaryadlandi. Agar sharlar bir-biriga tekkizilsa, ikkinchi shardagi zaryad miqdori qanday o'zgaradi?

- A) 1,4 marta oshadi B) 1,2 marta oshadi
 C) 1,2 marta kamayadi D) o'zgarmaydi

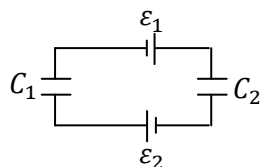
14. Agar bir xil zaryadlangan C va $2C$ sig'imli kondensatorlar o'zaro parallel ulansa, birinchi kondensatordagi kuchlanish qanday o'zgaradi?

- A) 1,5 marta kamayadi B) o'zgarmaydi
 C) 1,5 marta ortadi D) 3 marta kamayadi

15. Rasmda tasvirlangan sxemadagi kondensatorlar kuchlanishni aniqlang (V).

$C_1 = 3 \mu\text{F}$; $C_2 = 7 \mu\text{F}$, $\varepsilon_1 = 12 \text{ V}$, $\varepsilon_2 = 13 \text{ V}$.

- A) 17,5; 7,5 B) 7; 18 C) 18; 7 D) 24; 1



16. Yassi kondensator plastinkalarning yuzasi S , plastinkalar orasidagi masofa L . Plastinkalar orasiga qalinligi d bo'lgan metall plastinka kondensator plastinkalariga tekkizmasdan kiritilgan. Kondensatorning sig'imini aniqlang.

- A) $\frac{\varepsilon_0 S}{l-d}$ B) $\frac{\varepsilon_0 S}{l+d}$ C) $\frac{\varepsilon_0 S}{2(l-d)}$ D) $\frac{2\varepsilon_0 S}{l-d}$

17. Zaryadlangan va kuchlanish manbandan uzilgan W energiyali kondensatordan uni to'ldirib turgan ε dielektrik singdiruvchanlik plastinani chiqarib olish uchun qanday ish bajarish kerak?

- A) $\varepsilon \cdot W$ B) W/ε C) $(\varepsilon - 1) \cdot W$ D) $(\varepsilon - 1)W/\varepsilon$

18. Manbaga ulangan C sig'imli kondensatorga $2C$ sig'imli kondensator ketma-ket ulansa, C kondensator energiyasi o'zgaradi?

- A) 2,25 marta kamayadi B) 9 marta kamayadi
C) 2,25 marta ortadi D) 9 marta ortadi

19. Agar manbadan uzilgan zaryadlangan havo kondensatori qoplamalari orasiga $\varepsilon = 16$ ga teng bo'lgan modda bilan to'ldirilsa, kondensator energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta kamayadi B) 4 marta ortadi
C) 16 marta kamayadi D) 16 marta ortadi

20. Sig'imi C bo'lgan kondensatorning boshlang'ich zaryadi q_1 . Agar o'tkazgich orqali razryadlanish natijasida kondensator zaryadi q_2 ga kamaysa, zanjirda qancha issiqlik miqdori ajraladi?

- A) $\frac{q_1^2 + q_2^2}{2C}$ B) $\frac{q_1^2 + q_2^2}{C}$ C) $\frac{q_1^2 - q_2^2}{2C}$ D) $\frac{q_1^2 - q_2^2}{C}$

3.2. Elektr toki

Tok kuchi I son jihatdan o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tgan elektr miqdoriga teng:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Agar $I = \text{const}$ bo'lsa, u holda

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

Elektr tokining zichligi

$$j = \frac{I}{S}$$

bunda, S – o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi.

Bir jinsli o'tkazgich kesimidan o'tayotgan tok kuchi Om qonuniga bo'ysunadi:

$$I = \frac{U}{R}$$

bunda, U – o'tkazgich qismining uchlaridagi potentsiallar ayirmasi, R – shu qismining qarshiligi.

O'tkazgich qarshiligi

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma S}$$

bunda, ρ – o'tkazgichning solishtirma qarshiligi, σ – solishtirma o'tkazuvchanligi yoki elektr o'tkazuvchanligi, l – uzunligi, S – ko'ndalang kesimining yuzi.

Metallarning solishtirma qarshiligi haroratga quyidagicha bog'lanadi:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t)$$

bunda, ρ_0 – harorat 0°C bo'lgandagi solishtirma qarshiligi va α – qarshilikning harorat koeffitsiyenti.

Zanjirning bir qismida elektr tokining bajargan ishi quyidagicha topiladi:

$$A = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$$

Berk zanjir uchun Om qonuni quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

bunda, ε – generatorning EYUK., R – tashqi qarshilik va r – ichki qarshilik (generator qarshiligi).

Zanjirdagi to'la quvvat

$$P = \varepsilon I$$

Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgofning ikkita qonuni mavjud.

Birinchi qonuni: “Tugunda uchrashuvchi tok kuchlarining algebraik yig‘indisi nolga teng”:

$$\sum I = 0$$

Ikkinchi qonuni: “Har qanday berk konturda zanjirning ayrim qismlaridagi potentsiallar tushishining algebraik yig‘indisi, shu konturdagi EYUK larning algebraik yig‘indisiga teng”:

$$\sum IR = \sum \varepsilon$$

Kirxgof qonunidan foydalanganda quyidagi qoidalarga amal qilish kerak: sxemada tegishli qarshiliklardagi toklarning yo‘nalishini ixtiyoriy ravishda strelkalar bilan ko‘rsatiladi. Konturni ixtiyoriy yo‘nalish bo‘yicha aylantirilganda, yo‘nalish aylanish yo‘nalishiga mos bo‘lgan toklarni musbat, yo‘nalishi aylanish yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘nalishda bo‘lgan toklarni manfiy deb hisoblaymiz. Aylanish yo‘nalishi bo‘yicha potentsiallarni orttiruvchi EYUK ni musbat deb olamiz, ya’ni generator ichida minusdan plusga tomon yurilsa, EYUK musbat bo‘ladi. Tuzilgan tenglamalarni yechish natijasida aniqlangan miqdor manfiy chiqishi mumkin. Agar toklar aniqlansa, uning manfiy qiymati zanjir bo‘ylab haqiqiy yo‘nalishiga teskari yo‘nalishda ekanligini ko‘rsatadi. Qarshilik aniqlanganda esa manfiy qiymati noto‘g‘ri natija berishini ko‘rsatadi (chunki Om qarshiligi har vaqt musbat bo‘ladi). Bunday holda berilgan qarshilikda tokning yo‘nalishini o‘zgartirish va masalani shu shartga muvofiq yechish zarur.

Elektrolitlardagi elektr toki uchun Faradeyning qonunini qo‘llash o‘rinlidir.

Faradeyning birinchi qonuni bo‘yicha elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi

$$m = kIt = kq$$

bunda, q – elektrolitdan o'tgan elektr miqdori, k – moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti.

Faradeyning ikkinchi qonuni bo'yicha elektrokimyoviy ekvivalenti kimyoviy ekvivalentga proporsionaldir, ya'ni

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z}$$

bunda, A – bir kilogram atom massasi, Z – valentlik va F – Faradey soni bo'lib, u son jihatdan

$$F = e \cdot N_A = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$$

Elektrolitlarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \alpha \cdot C \cdot n \cdot F(u_+ + u_-)$$

bunda, α – dissosatsiya darajasi, C – konsentratsiya, ya'ni hajm birligidagi kilomollar soni, Z – valentlik, F – Faradey soni, u_+ va u_- – ionlarning harakatchanligi. Bunda $\alpha = \frac{nD}{n}$ hajm birligidagi dissosatsiyalangan molekularlar sonining shu hajm birligidagi eritilgan modda molekularining umumi soniga bo'lgan nisbatidir. $\eta = CZ$ ekvivalent konsentratsiya deyiladi. U holda

$$\Lambda = \sigma/\eta$$

ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik bo'ladi.

Gazdan o'tayotgan tok zichligi j uncha katta bo'lmaganda Om qonuni quyidagicha yozish mumkin:

$$j = qn(u_+ + u_-)E = \sigma E$$

bunda, E – maydonning kuchlanganligi, σ – gazning solishtirma o‘tkazuvchanligi, q – ion zaryadi, u_+ va u_- – ionlarning harakatchanligi va n – gaz hajm birligidagi har ikki ishorali ionlar soni juft ionlar soni (juft ionlar soni). Bunda

$$n = \sqrt{\frac{N}{\gamma}}$$

bo‘lib, N – ionlashtiruvchi moddaning vaqt birligida hosil qilgan juft ionlar soni, γ – molizatsiya koeffitsiyenti.

Gazda to‘yinish toki mavjud bo‘lsa, bu tokning zichligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$j_T = Nqd$$

bunda, d – elektrodlar oralig‘i.

Elektron metallardan uzilib chiqishi uchun kinetik energiyasi quyidagicha bo‘lishi kerak:

$$\frac{m\vartheta^2}{2} \geq A$$

bunda, A – elektronlarning metallardan chiqishda bajargan ishi.

Termoelektron emissiya (solishtirma emissiya) bo‘lganda to‘yinish tokining zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = BT^2 e^{-\frac{A}{kT}}$$

bunda, T – katodning absolyut harorati, A – chiqish ishi, k – Bolsman doimiysi, va B – har xil metallar uchun har xil bo‘lgan o‘zgarmas miqdor (emissiya doimiysi).

Masala yechish namunalari

1. Agar koʻndalang kesimining yuzi $1,6 \text{ mm}^2$ boʻlgan oʻtkazgichdan 2 sekund davomida $2 \cdot 10^{19}$ ta oʻtsa, tok zichligini aniqlang.

Berilgan:

$$S = 1,6 \text{ mm}^2 = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2;$$

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

$$N = 2 \cdot 10^{19} \text{ ta};$$

$$j = ?$$

$$q = eN - \text{zaryad miqdori}$$

U holda,

$$j = \frac{eN}{St} = 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$$

Javob: $j = 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}.$

Yechish:

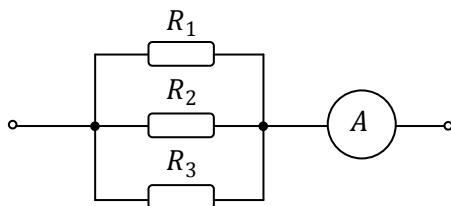
Tok zichligi

$$j = \frac{I}{S} \quad (1.1)$$

bu yerda, $I = q/t$ – tok kuchi,

2. Rasmda tasvirlangan zanjirda ampermetr $I = 1,5 \text{ A}$ tok kuchini koʻrsatmoqda. R_1 qarshilikdan oʻtuvchi tok $I_1 = 0,5 \text{ A}$ ga teng.

R_2 va R_3 qarshiliklar mos ravishda 2 va 6 Om ga teng boʻlsa, ulardan oʻtuvchi I_2 va I_3 tok kuchlari va R_1 qarshilikni toping.



Berilgan:

$$I = 1,5 \text{ A};$$

$$I_1 = 0,5 \text{ A};$$

$$R_2 = 2 \text{ Om};$$

$$R_3 = 6 \text{ Om};$$

$$R_1; I_2; I_3 = ?$$

Yechish:

Rasmdagi zanjirdagi qarshiliklar ketma-ket ulangani uchun,

$$I = I_1 + I_2 + I_3; \quad (2.1)$$

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \text{const} \quad (2.2)$$

$$U_1 = I_1 R_1 \quad (2.3)$$

R_2 va R_3 qarshiliklar uchun

$$U = (I_1 + I_2) \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \quad (2.4)$$

tenglik o'rinli bo'ladi, bundan $U = U_1$ ekanligini inobatga olsak,

$$I_1 R_1 = (I_1 + I_2) \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \quad (2.5)$$

(2.1) ifodadan $I_2 + I_3 = I - I_1$ tenglikni (2.5) tenglikka qo'yib, R_1 ni topamiz:

$$R_1 = \frac{(I - I_1)}{I_1} \cdot \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 3 \text{ Om}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{I_1 R_1}{R_2} = 0,75 \text{ A}; \quad I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{I_1 R_1}{R_3} = 0,25 \text{ A}$$

Javob: $R_1 = 3 \text{ Om}; I_2 = 0,75 \text{ A}; I_3 = 0,25 \text{ A}.$

3. Tashqi zanjirda tok kuchi 4 A bo'lganda, quvvat 10 Vt, tok kuchi 2 A da esa 8 Vt qiymatga ega bo'lgan bo'lsa, manbaning EYUK va ichki qarshiligini aniqlang.

Berilgan:

$$I_1 = 4 \text{ A};$$

$$P_1 = 10 \text{ Vt};$$

$$I_2 = 2 \text{ A};$$

$$P_2 = 8 \text{ Vt};$$

$$\varepsilon; r = ?$$

Yechish:

To'liq zanjir uchun Om qonuni

$$\varepsilon = I(R + r) \quad (3.1)$$

(3.1) tenglikni har ikki tomonini I ga ko'paytirib,

$$\varepsilon I = I^2 R + I^2 r$$

hosil qilamiz. Bu ifodadan $I^2 R = P$ ekanligidan

$$\varepsilon I = P + I^2 r \quad (3.2)$$

(3.2) ifodadan 1 – hol uchun quvvat quyidagiga teng:

$$P_1 = \varepsilon I_1 - I_1^2 r \quad (3.3)$$

bundan

$$r = \frac{\varepsilon I_1 - P_1}{I_1^2} \quad (3.4)$$

2 – hol uchun

$$P_2 = \varepsilon I_2 - I_2^2 r \quad (3.5)$$

(3.4) ifodani (3.5) ga qo'yib,

$$P_2 = \varepsilon I_2 - \frac{I_2^2}{I_1^2} (\varepsilon I_1 - P_1) = \varepsilon I_2 - \varepsilon \frac{I_2^2}{I_1} + P_1 \frac{I_2^2}{I_1^2}$$

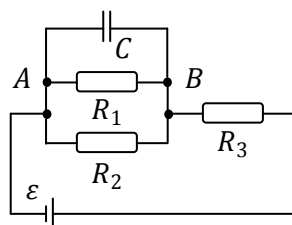
ni hosil qilamiz. Bundan

$$\varepsilon = \left(P_2 - P_1 \frac{I_2^2}{I_1^2} \right) / \left(I_2 - \frac{I_2^2}{I_1} \right) = 5,5 \text{ V} \quad (3.6)$$

$$r = \frac{\varepsilon}{I_1} - \frac{P_1}{I_1^2} = 0,75 \text{ Om} \quad (3.7)$$

Javob: $\varepsilon = 5,5 \text{ V}$; $r = 0,75 \text{ Om}$.

4. Rasmda $R_1 = R_2 = 50 \text{ Om}$, $R_3 = 100 \text{ Om}$, $C = 50 \text{ nF}$. Agar kondensatordagi zaryad $q = 2,2 \mu\text{Kl}$ bo'lsa, manbaning EYUK ni toping. Manbaning ichki qarshiligi hisobga olimasin.



Berilgan:

$$R_1 = R_2 = 50 \text{ Om};$$

$$R_3 = 100 \text{ Om};$$

$$C = 50 \text{ nF} =$$

$$= 5 \cdot 10^{-8} \text{ F};$$

$$q = 2,2 \mu\text{Kl} =$$

$$= 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ Kl};$$

$$\varepsilon = ?$$

U holda,

Yechish:

Rasmdagi kondensatorda kuchlanish tushuvi

$$U = U_C = \frac{q}{C}$$

R_1 va R_2 qarshiliklar parallel ulanganluga sababli,

$$U = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{q(R_1 + R_2)}{CR_1R_2}$$

R_3 qarshilikdagi kuchlanish tushuvi

$$U_3 = IR_3 = \frac{q(R_1 + R_2)R_3}{CR_1R_2}$$

ga teng.

Manbaning EYUK esa,

$$\varepsilon = U + U_3 = \frac{q}{C} \left(1 + \frac{(R_1 + R_2)R_3}{CR_1R_2} \right) = 220 \text{ V}.$$

Javob: $\varepsilon = 220 \text{ V}$.

5. Qarshiliklari teng bo'lgan ikkita termistor o'zgaras kuchlanish manbaiga ketma-ket ulandi. Termistorlardan birini sovitish natijasida undagi kuchlanishning tushuvi 1,5 marta ortgan bo'lsa, uning qarshiligi necha marta ortgan?

Berilgan:

$$R_1 = R_2 = R;$$

$$U'_1 = 1,5U_1;$$

$$R_x = ?$$

Yechish:

a) Dastlab $R_1 = R_2 = R$ desak (5.1 – rasm), tok kuchi

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{U}{2R}$$

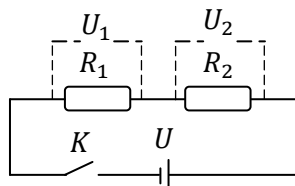
Umumiy kuchlanish esa,

$$U = U_1 + U_2 \quad (5.1)$$

Qarshiliklar ketma-ket ulanganligi uchun

$$I_1 = I_2$$

U holda,



5.1 – rasm

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

bunda, $R_1 = R_2 = R$ ekanligidan, $U_1 = U_2$ kelib chiqadi.

(5.1) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$U = U_1 + U_2 = 2U_1$$

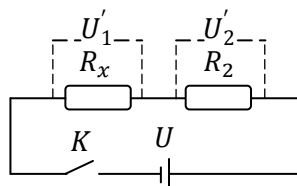
bu yerdan,

$$U_1 = U/2 \quad (5.2)$$

b) Shartga asosan qarshiliklarni biri ortganda, $U'_1 = 1,5U_1$ bo'ladi (5.2 – rasm).

5.2 – rasmdagi zanjir uchun umumiy kuchlanish

$$U = U'_1 + U'_2 \quad (5.3)$$



5.2 – rasm

Qarshiliklar ketma-ket ulanganligi uchun

$$\frac{U'_1}{R_x} = \frac{U'_2}{R_2}$$

bundan,

$$U'_2 = \frac{U'_1}{R_x} R$$

U holda, (5.3) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$U'_1 + \frac{U'_1}{R_x} R = U$$

bundan,

$$U'_1 = \frac{UR_x}{R_x + R} \quad (5.4)$$

Masala shartiga ko'ra, $U'_1 = 1,5U_1$ ekanligidan, (5.2) va (5.4) ifodalarni shartga muvofiq yozsak,

$$\frac{UR_x}{R_x + R} = 1,5 \frac{U}{2}$$

bundan, $R_x = 3R$ kelib chiqadi.

Javob: Qarshilik 3 marta ortgan.

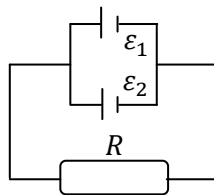
Mavzuga oid masalalar

1. Qarshiligi 40 Om bo'lgan pech yasash uchun, radiusi $2,5 \text{ sm}$ li chinni silindrga diametri 1 mm li nixrom simdan necha qavat o'rash keak?

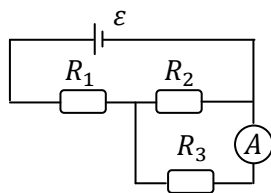
2. Mis simli g'altak cho'lg'amining qarshiligi 14°C da 10 Om ga teng. Tokka ulangandan keyin qarshiligi $12,2 \text{ Om}$ ga teng bo'lib qoladi. Cho'lg'am qancha haroratgacha qiziydi? Mis qarshiligining harorat koeffitsiyenti $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ } 1/\text{K}$ ga teng.

3. Elementning elektr yurituvchi kuchi 6 V ga teng, tashqi qarshilik $1,1 \text{ Om}$ bo'lganda zanjirdagi tok kuchi 3 A ga teng. Element ichidagi potensialning tushishi va uning qarshiligi topilsin.

4. Rasmdagi qarshilik $R_1 = 0,5 \text{ Om}$, ε_1 va ε_2 ikkita element bo'lib, har birining EYUK 2 V ga teng. Bu elementlarning ichki qarshiligi tegishlicha $r_1 = 1 \text{ Om}$ va $r_2 = 1,5 \text{ Om}$. Har bir element qisqichlaridagi potensiallar ayirmasi topilsin.



5. Rasmdagi sxemada ampermetr ko'rsatgan tok kuchi aniqlansin. Berk konturda element qisqichlaridagi kuchlanish $2,1 \text{ V}$ ga teng: $R_1 = 5 \text{ Om}$, $R_2 = 6 \text{ Om}$ va $R_3 = 3 \text{ Om}$. Ampermetrning qarshiligi hisobga olinmasin.

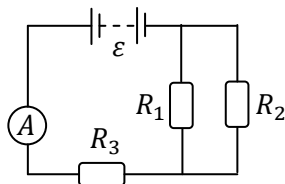


6. 10 A tokka mo'ljallangan, qarshiligi 0,18 Ω va shkalasi 100 ga bo'lingan ampermetr berilgan. 1) shu ampermetr 100 A gacha bo'lgan tokni o'lchash uchun qanday qarshilik olish va uni qanday ulash kerak? 2) bunda ampermetr shkalasi bo'linmalarining qiymati qanday o'zgaradi?

7. Batareyaning EYUK 240 V, qarshiligi 1 Ω , tashqi qarshilik 23 Ω . Batareyaning 1) umumiy quvvati, 2) foydali quvvati va 3) F.I.K. topilsin.

8. Elementni oldin $R_1 = 2 \Omega$ li tashqi qarshilikka so'ng $R_2 = 0,5 \Omega$ li tashqi qarshilikka ulanadi. Bu hollarning har birida tashqi zanjirda olinadigan quvvat bir xil va 2,54 Vt ga teng bo'lsa, elementning EYUK va uning ichki qarshiligi topilsin.

9. Rasmda EYUK 120 V bo'lgan ε batareya hamda $R_1 = 25 \Omega$, $R_2 = R_3 = 100 \Omega$ bo'lgan qarshiliklar berilgan. R_1 qarshilikda ajralgan quvvat topilsin. Batareyaning qarshiligi hisobga olinmasin.

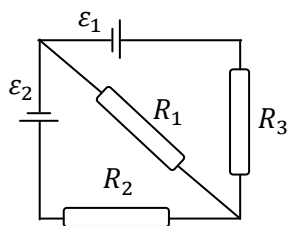


10. Quvvati 0,5 kVt bo'lgan plita ustida ichiga 16 °C haroratli 1 l suv quyilgan choynak turibdi. Choynakdagi suv plita tokka ulangandan 20 minut o'tgach qaynadi. Bunday choynakning isishi, nurlanish va hakazo uchun qancha issiqlik yo'qolgan bo'ladi?

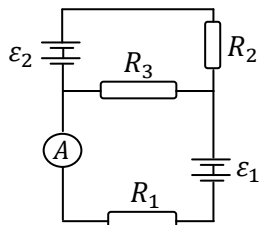
11. Isitgich 23 °C haroratdagi 4,5 l suvni qaynatguncha 0,5 kVt — soat energiya sarflangan. Isitgichning F.I.K topilsin.

12. Ko'ndalang kesimining yuzi $S_1 = 3 \text{ mm}^2$ bo'lgan mis simdan iborat zanjirga ko'ndalang kesimining yuzi $S_2 = 1 \text{ mm}^2$ bo'lgan qo'rg'oshin simdan saqlagich ulangan. Bu saqlagich zanjirda qisqa tutashuv bo'lganda o'tkazgichlarning harorati qancha ko'tarilishi uchun mo'ljallangan? Qisqa tutashuv tufayli kam vaqtli protsessda ajralgan hamma issiqlik zanjirni isitishga ketadi deb hisoblansin. Saqlagichning boshlang'ich haroratsi $t_0 = 17 \text{ °C}$ ga teng.

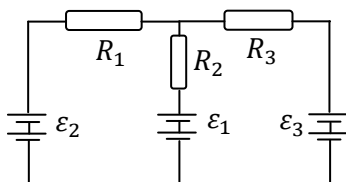
13. Rasmdagi sxemada birining EYUK $2,1\text{ V}$, ikkinchisi $1,9\text{ V}$ bo'lgan ikkita element hamda $R_1 = 45\text{ Om}$, $R_2 = 10\text{ Om}$ va $R_3 = 10\text{ Om}$ qarshiliklar berilgan. Zanjirning hamma qismidagi tok kuchi topilsin. Elementlarning ichki qarshiliklari hisobga olinmasin.



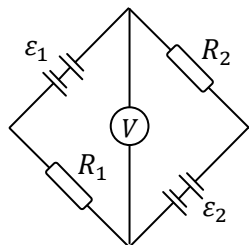
14. Rasmdagi sxemada $\varepsilon_1 = 110\text{ V}$, $\varepsilon_2 = 220\text{ V}$ hamda $R_1 = R_2 = 100\text{ Om}$, $R_3 = 500\text{ Om}$ qarshiliklar berilgan. Ampermetrning ko'rsatishi aniqlansin. Batareyalar va ampermetrning ichki qarshiligi hisobga olinmasin.



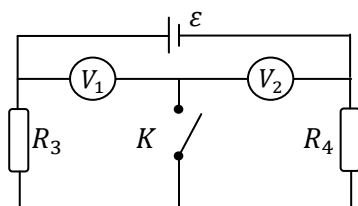
15. Rasmda sxemada $\varepsilon_1 = 2\text{ V}$, $\varepsilon_2 = 4\text{ V}$, $R_1 = 4\text{ Om}$, $R_2 = 6\text{ Om}$ va $R_3 = 8\text{ Om}$. Zanjirning hamma qismidagi tok kuchi topilsin. Elementlarning qarshiligi hisobga olinmasin.



16. Ramda sxemada $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 110\text{ V}$ hamda $R_1 = R_2 = 200\text{ Om}$ qarshiliklar berilgan. Voltmetrning qarshiligi 1000 Om . Uning ko'rsatishi topilsin. Batareyaning qarshiligi hisobga olinmasin.



17. Rasmdagi sxemada qarshiliklari $R_1 = 3000\text{ Om}$ va $R_2 = 2000\text{ Om}$ bo'lgan ikkita voltmeter, V_1 va V_2 berilgan; $R_3 = 3000\text{ Om}$ va $R_4 = 2000\text{ Om}$, $\varepsilon = 200\text{ V}$. 1) Kalit K ulanmagandagi va 2) kalit K ulangan-



dagi voltmترلarning ko'rsatishi topilsin. Batareyaning qarshiligi hisobga olinmasin. Masalani Kirxgof qonunlarini qo'llab yeching.

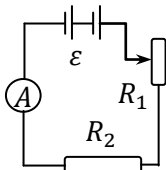
Mustaqil yechish uchun masalalar (Uyga vazifa)

18. Lampali reostat parallel ulangan beshta elektr lampochkadan iborat. 1) Hamma lampochka yonganidagi, 2) a) bitta lampochka buralib o'chirilgandagi, b) ikkita o'chirilgandagi, c) uchta o'chirilgandagi, d) to'rtta o'chirilgandagi reostat qarshiligi topilsin. Har bir lampochkaning qarshiligi $350\ \Omega$.

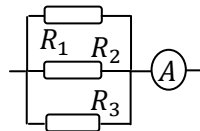
19. Elektr yurituvchi kuchi $1,1\ V$, ichki qarshiligi $1\ \Omega$ bo'lgan element $9\ \Omega$ li tashqi qarshilikka ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchi, 2) tashqi zanjirdagi potensiallarning tushishi, 3) elementning ichidagi potensialning tushishi, 4) element qanday F.I.K bilan ishlashi topilsin.

20. Element, reostat va ampermetr ketma-ket ulangan. Elementning EYUK $2\ V$ va ichki qarshiligi $0,2\ \Omega$. Ampermetr $1\ A$ ni ko'rsatadi, elementning F.I.K topilsin.

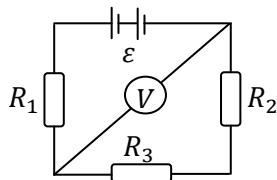
21. Rasmdagi sxemada EYUK $20\ V$ ga teng bo'lgan ε batareya hamda R_1 va R_2 reostatlar berilgan. R_1 reostat ulanmaganda ampermetr $8\ A$ ni ko'rsatadi, R_1 ulanganda esa $5\ A$ ni ko'rsatadi. Reostatlarning qarshiligi va R_1 reostat to'la ulanganda potensiallarning tushishi topilsin. Batareya va ampermetr qarshiligi hisobga olmasin.



22. Rasmdagi sxemada $R_2 = 20\ \Omega$, $R_3 = 15\ \Omega$ va R_2 qarshilikdan o'tayotgan tok kuchi $0,3\ A$ ga teng. Ampermetr $0,8\ A$ ni ko'rsatib turgan bo'lsa, R_1 qarshilik qancha bo'ladi?



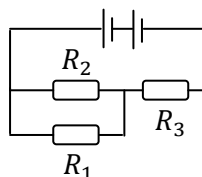
23. Rasmdagi sxemada $R_1 = R_2 = R_3 = 200\ \Omega$, voltmetrning ko'rsatishi $100\ V$, voltmetrning qarshiligi $R_V = 1000\ \Omega$ bo'lgandagi batareyaning EYUK topilsin. Batareya qarshiligi hisobga olinmasin.



24. Uzunligi va diametri bir xil bo'lgan mis hamda po'lat simlar zanjirga parallel ulangan. 1) Bu simlardan ajralgan issiqlik miqdorlarining nisbati va 2) kuchlanishlar tushishining nisbati topilsin.

25. EYUK ε va ichki qarshiligi r bo'lgan element tashqi qarshilik R ga ulangan. Tashqi zanjirdagi eng ko'p quvvat $9 Vt$ ga teng. Bu holda zanjirdan o'tayotgan tok kuchi $3 A$ ga teng. ε va r ning qiymati topilsin.

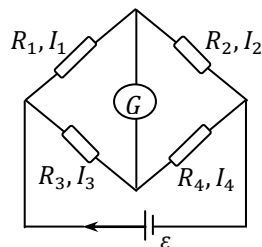
26. Rasmda qarshilik $R_1 = 100 Om$, shu qarshilikda ajralgan quvvat $P = 16 Vt$. Generatorning F.I.K. 80% . R_3 qarshilikdagi potensialning tushishi $40 V$ ga teng bo'lsa, generatorning EYUK topilsin.



27. Elektr choynakning ikkita chulg'ami bor. Chulg'amlardan bittasi ulanganda choynakdagi suv 15 minutda, ikkinchisi ulanganda 30 minutda qaynadi. Ikkala chulg'am ketma-ket ulanganda choynakdagi suv qancha vaqtda qaynaydi? Parallel ulanganda-chi?

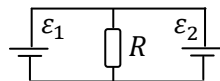
28. $1 l$ sig'imga ega bo'lgan suvli termostatning haroratsi $26 Vt$ quvvatli isitgich yordamida o'zgarmas holda saqlanadi, shu quvvatning 80% suvni isitishga sarf bo'ladi. Isitgichni uzib qo'yilsa, 10 minutda termostatdagi suvning harorati qancha gradusga pasayadi?

29. Uitston ko'prigidagi generatorning EYUK $2 V$, $R_1 = 30 Om$, $R_2 = 45 Om$ va $R_3 = 200 Om$. Galvanometrda o'tayotgan tok kuchi nolga teng. Har bir tarmoqdagi tok kuchi topilsin. Generatorning qarshiligi hisobga olinmasin.

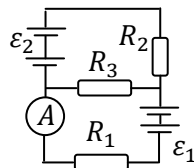


30. Rasmdagi sxemada ichki qarshiliklari $r_1 = r_2 = 0,5 Om$, EYUK lari $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 4 V$ dan berilgan. ε_1 dan o'tayotgan tok kuchi $2 A$ ga teng bo'lsa, tashqi R qarshilik qanchaga teng bo'ladi?

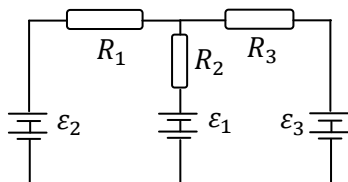
ε_2 dan o'tayotgan I_2 tok kuchi topilsin. R qarshilikdan o'tayotgan I_R tok kuchi topilsin.



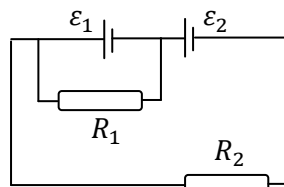
31. Rasmdagi sxemada $\varepsilon_1 = 2\text{ V}$, $\varepsilon_2 = 4\text{ V}$, $R_2 = 20\text{ Om}$ va $R_3 = 10\text{ Om}$. Ampermetrdan 1 A tok o'tadi. R_1 qarshilik topilsin. Batareya va ampermetr qarshiliklari hisobga olinmasin.



32. Rasmdagi sxemada $\varepsilon_1 = 25\text{ V}$, R_1 qarshilikdagi potensialning tushishi 10 V ga teng bo'lib, bu R_3 qarshilikdagi potensialning tushishiga teng va R_2 qarshilikdagi potensialning tushishidan ikki marta ko'pdir. ε_2 va ε_3 larning qiymati topilsin. Batareyalar qarshiligi hisobga olinmasin.

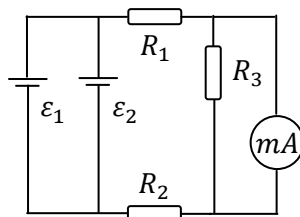


33. Rasmdagi sxemada EYUK lari va ichki qarshiliklari bir xil bo'lgan ikkita element ε_1 va ε_2 hamda $R_2 = 1\text{ Om}$ qarshilik berilgan. ε_1 element qisqichlaridagi potentsiallarining tushishi 2 V bo'lib, u ε_2 element qisqichlaridagi



potentsiallari tushishishidan ikki marta ko'p. R_2 qarshilikdagi potentsiallar tushishi ε_2 elementdagi potentsiallar tushishiga teng. Elementlarning EYUK va ishki qarshiligi topilsin.

34. Rasmdagi sxemada $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 1,5\text{ V}$, $r_1 = r_2 = 0,5\text{ Om}$, $R_1 = R_2 = 2\text{ Om}$ va $R_3 = 1\text{ Om}$ berilgan. Milliampmetr mA ning ko'rsatishi topilsin. Milliampmetrning qarshiligi 3 Om ga teng.



Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. Metallar o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasiga ko'ra j/en ifoda qaysi kattalikni beradi? (j – tok zichligi, e – elektron zaryadi, n – elektronlarning konsentratsiyasi)

- A) solishtirma qarshilik B) qarshilik C) tok kuchi
D) elektronlar tartibli harakatining o'rtacha tezligi

2. Agar diametri 2 mm bo'lgan o'tkazgichdan 6,28 A tok o'tayotgan bo'lsa, tok zichligi nimaga teng bo'ladi (A/m^2)?

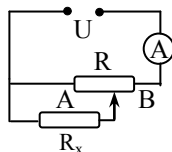
- A) $6 \cdot 10^6$ B) $2 \cdot 10^6$ C) $1 \cdot 10^6$ D) $4 \cdot 10^6$

3. Elektr qarshiligi 324 Om bo'lgan o'tkazgichni nechta teng bo'lakka bo'lib, ularni ustma-ust taxlasak umumiy qarshilik 9 Om ga teng bo'ladi?

- A) 6 B) 12 C) 4 D) 24

4. Chizmadagi reostatning surgichi A nuqtadan B nuqtaga ko'chirilganda ampermetrning kursatishi 1,25 marta oshdi. R_x qarshilik R qarshilikdan necha marta katta?

- A) 1,5 B) 1/2 C) 1/3 D) 4



5. Uzunligi 10 m, solishtirma qarshiligi $5 \cdot 10^{-7}$ Om·m, bo'lgan o'tkazgichga 10 V kuchlanish berilgan. O'tkazgichdagi tokning zichligi nimaga teng (A/m^2)?

- A) 10^3 B) 10^4 C) $2 \cdot 10^6$ D) 10^5

6. Quyidagi qaysi qatorda, faqat vektor fizik kattaliklar keltirilgan?

- A) maydon kuchlanganligi, EYUK, tok kuchi
B) kuch, maydon kuchlanganligi, tok zichligi
C) kuch, EYUK, maydon kuchlanganligi
D) kuch, tok kuchi, tok zichligi

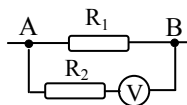
7. Akkumulyatorni zaryadlashdagi tok kuchining qiymati 4 A va klemmalaridagi kuchlanish 12,8 V, razryadlashdagi tok kuchi esa 6 A va klemmalardagi kuchlanish 11,1 V. Akkumulyatorning ichki qarshiligini aniqlang (Om).

- A) 1,7 B) 17 C) 0,17 D) 170

8. Agar o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulangan R qarshilikka $2R$ qarshilik ketma-ket ulansa, R qarshilikdagi kuchlanishning tushuvi necha marta kamayadi?

- A) 3 marta B) 2 marta C) 1,5 marta D) o'zgarmaydi

9. Agar $R_1 = 800 \text{ Om}$, $R_2 = 1000 \text{ Om}$ va shu zanjirning umumiy qarshiligi 480 Om bo'lsa, zanjirga ulangan voltmerning o'lchash chegarasi necha marta oshirilgan? A) 4 B) 5 C) 6 D) 3



10. Vagon ketma-ket ulangan 10 ta lampochka bilan yoritiladi. Agar vagonii 8 ta lampochka bilan yoritiladigan qilinsa, elektr energiya sarfi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi B) kamayadi
C) ortadi D) lampochkalarining quvvatiga bog'liq

11. P va $2P$ quvvatga ega bo'lgan, bir xil kuchlanishga mo'ljallangan ikkita lampochka tarmoqqa ketma-ket ulansa, zanjirning umumiy quvvati qancha bo'ladi?

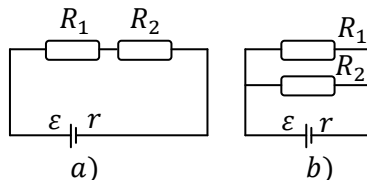
- A) $P/3$ B) $P/9$ C) $2P/3$ D) $P/2$

12. Agar tok kuchi 30 A bo'lganda, tashqi zanjirda quvvat 180 Vt ; tok kuchi 10 A bo'lganda esa quvvat 120 Vt ga teng bo'lsa, tok manbaining EYUK qancha bo'ladi (V)?

- A) 15 B) 14 C) 10 D) 13

13. $R_1 = R_2 = r$ ekanligi ma'lum bo'lsa, a) sxemadan b) sxemaga o'tganda, zanjirning tashqi qismi-dagi quvvat qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta oshadi
B) 2 marta kamayadi
C) 4 marta kamayadi
D) o'zgarmaydi



14. Quyida berilgan jumlaning mazmuniga mos ravishda gapni davom ettiring: «Elektrolitdan tok o'tganda, katodda ajralib chiqqan modda massasi ...»

1) elektrolitdan o'tgan zaryad miqsoriga to'g'ri proporsional bo'lib, moddaning turiga ham bog'liq bo'ladi. 2) elektrolitdan o'tgan tok kuchi va moddaning elektrokimyoviy ekvivalentining ko'paytmasiga teng. 3) elektrolitdan o'tgan tok kuchiga va tok o'tish vaqtining ko'paytmasiga teng bo'ladi.

A) 1 B) 2 C) 3 D) 1, 2, 3

15. Sirtining yuzi 10 sm^2 bo'lgan temir qoshiqni qalinligi 80 mkm bo'lgan kumush bilan qoplash uchun kumush tuz eritmasi orqali qancha zaryad o'tkazish kerak (Kl)? $\rho_{\text{kum}} = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $k_{\text{kum}} = 1,12 \text{ mg/Kl}$. A) 7500 B) 750 C) 75000 D) 7550

16. Termoelektron emissiya nima?

A) qizdirilgan qattiq jism yuzasidan musbat ionlarning nurlanishi

B) qizdirilgan qattiq jism yuzasidan elektronlarning nurlanishi

C) atom yadrosining parchalanishi

D) atomning elektron va ionga ajralishi

17. Diodda anod kuchlanishi 250 V ga teng. Anodga nechta elektron yetib borganda, elektr maydoni $1,6 \text{ J}$ ish bajaradi?

A) $4 \cdot 10^{16}$ B) $6,4 \cdot 10^{16}$ C) $3 \cdot 10^{19}$ D) $5 \cdot 10^{16}$

18. Yarim o'tkazgichlarda akseptor aralashmasi bo'lganda, ... soni ortadi. Mazkur jumladagi nuqtalar o'rnatish to'ldiring.

A) kovaklar B) erkin elektronlar

C) protonlar D) erkin neytronlar

19. Qarshilikning termik koeffisienti qanday moddalar uchun manfiy?

A) elektrolitlar, metallar B) elektrolitlar, yarim o'tkazgichlar

C) metallar D) dielektriklar

20. Qarshiliklari teng bo'lgan ikkita fotorezistor o'zgarmas kuchlanish manbaiga ketma-ket ulandi. Fotorezistorlardan birini yoritish natijasida zanjirda tok kuchi $1,5$ marta oshgan bo'lsa, uning qarshiligi necha marta kamaygan?

A) $1,5$ B) 2 C) 3 D) $4,5$

IV. TEBRANISH VA TO'LQINLAR

4.1. Mexanik tebranma harakatlar va to'lqinlar

Garmonik tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right) = A \sin(2\pi \nu t + \varphi) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda, x – nuqtaning muvozanatlik vaziyatidan siljishi (u turli vaqt paytlari uchun turlicha bo'ladi), A – amplituda, T – davr, φ – boshlang'ich faza, ν – tebranishlar chastotasi, ω – burchak chatotasi.

Tebranyotgan nuqtaning tezligi

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi A}{T} \cos\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right)$$

va tezlanishi

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{4\pi^2 A}{T^2} \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right)$$

ga teng.

m massali nuqtani garmonik tebrantirayotgan kuch

$$F = ma = -\frac{4\pi^2 A}{T^2} m \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right)$$

bunda, $k = \frac{4\pi^2 A}{T^2} m$, bundan

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

bu yerda, T esa $F = -kx$ kuch ta'sirida tebranayotgan nuqtaning tebranish davri; k – deformatsiya koeffitsiyenti bo'lib, son jihatdan 1 ga teng siljishni vujudga keltiruvchi kuchga teng.

Tebranayotgan nuqtaning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{m\dot{x}^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \cos^2 \left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi \right)$$

va potensial energiyasi

$$W_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \sin^2 \left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi \right)$$

To'la energiyasi

$$W = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2}$$

Mayatnikning kichik tebranishlari garmonik tebranma harakatlarga misol bo'lishi mumkin. Matematik mayatnikning tebranish davri

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

ga teng, bunda l – mayatnikning uzunligi va g – og'irlik kuchining tezlanishi.

Bir xil davrga ega, bir tomonga yo'nalgan ikki garmonik tebranishlar qo'shilganda, davri o'zgarmagan

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

amplitudali va boshlang'ich fazasi

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

tenglamadan aniqlanadigan garmonik tebranish hosil bo‘ladi. A_1 va A_2 – qo‘shiluvchi tebranishlar amplitudalari, φ_1 va φ_2 – ularning boshlang‘ich fazalari.

Birday davrli o‘zaro perpendikulyar ikki tebranishlar qo‘shilganda natijaviy harakat trayektoriyasining tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

m massali moddiq nuqtaga elastik kuch $F = -kx$ dan tashqari ishqalanish kuchi $F_{ishq} = -r\vartheta$ ham (bunda r – ishqalanish koeffitsiyenti va ϑ – tebranayotgan nuqta tezligi) ta’sir etayotgan bo‘lsa, nuqtaning tebranish so‘na boradi.

So‘nuvchi tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$x = Ae^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda, δ – so‘nish koeffitsiyenti. Bunda, $\delta = r/2m$ va $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$, formuladagi ω_0 – xususiy tebranishning burchak chastotasi. $\aleph = \delta T$ kattalik so‘nishning logarifmik dekrementi deb ataladi.

Tebranishi $x_1 = Ae^{-\delta t} \sin \omega_0 t$ ko‘rinishda berilgan m massali moddiy nuqtaga tashqi davriy $F = F_0 \sin \omega t$ kuch ta’sir etayotgan bo‘lsa, u holda nuqtaning tebranishi majburiy bo‘ladi va uning harakat tenglamasi quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$x_2 = A \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda

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

va

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Majburiy tebranishlar chastotasi ω xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 va soʻnish koeffitsiyenti δ bilan quyidagi munosabatda bogʻlanganda rezonans vujudga keladi:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}$$

Soʻnmaydigan tebranishlar nur deb ataluvchi muayyan yoʻnalish boʻylab c tezlikda tarqalayotganida shu nur yotuvchi va tebranishlar manbaidan l masofada turgan har qanday nuqtaning siljishi quyidagi tenglama bilan beriladi:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$$

bunda, A – tebranayotgan nuqtalarning amplitudasi, λ – toʻlqin uzunligi. Chunonchi $\lambda = cT$. Nurda tebranishlar manbaidan l_1 va l_2 masofada yotuvchi ikki nuqtaning fazalar ayirmasi quyidagicha

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \frac{l_2 - l_1}{\lambda}$$

Toʻlqinlar interferensiyasida quyidagi shartda maksimum amplituda hosil boʻladi.

$$l_2 - l_1 = 2n \frac{\lambda}{2} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

bunda, $l_2 - l_1$ – nurlar yurish yoʻlining farqi.

$$l_2 - l_1 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

shartda amplituda minimum boʻladi.

Masala yechish namunalari

1. Amplitudasi $A = 15 \text{ sm}$, tebranayotgan nuqtaning maksimal tezligi $v_{max} = 30 \text{ sm/s}$ va boshlang'ich fazasi $\varphi = 10^0$ bo'lsa, tebranayotgan nuqtaning harakat tenglamasini yozing.

Berilgan:

$$A = 15 \text{ sm} = 0,15 \text{ m};$$

$$v_{max} = 30 \frac{\text{sm}}{\text{s}} = 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$\varphi = 10^0;$$

$$x = ?$$

Yechish:

Garmonik tebranma harakat tenglamasi

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (1.1)$$

(1.1) ifodadan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosila olsak,

$$v = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

ega bo'lamiz. U holda,

$$v_{max} = A\omega \quad (1.2)$$

(1.2) dan $\omega = v_{max}/A$ va $\varphi = \pi/18$ ekanligini hisobga olsak, (1.1) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$x = A \sin\left(\frac{v_{max}}{A} t + \frac{\pi}{18}\right) = 0,15 \sin\left(2t + \frac{\pi}{18}\right) \text{ m}.$$

Javob: $x = 0,15 \sin\left(2t + \frac{\pi}{18}\right) \text{ m}.$

2. Tebranayotgan nuqtaning amplitudasi $A = 10 \text{ sm}$, tebranish davri $T = 5 \text{ s}$ bo'lsa, uning maksimal tezligi va maksimal tezlanishini aniqlang.

Berilgan:

$$A = 10 \text{ sm};$$

$$T = 5 \text{ s};$$

$$v_{max}; a_{max} = ?$$

Yechish:

Garmonik tebranma harakat tenglamasi

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (2.1)$$

(2.1) ifodadan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosila olsak,

$$\vartheta = A\omega \cos(\omega t + \varphi) \quad (2.2)$$

(2.2) ifodada $A\omega = \vartheta_{max}$, bunda $\omega = 2\pi/T$ ekanligini inobatga olsak,

$$\vartheta_{max} = A\omega = \frac{2\pi A}{T} = 0,126 \text{ m/s}$$

(2.1) ifodadan ikkinchi tartibli hosila olsak,

$$x'' = a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) \quad (2.3)$$

(2.3) ifodada $A\omega^2 = a_{max}$. U holda,

$$a_{max} = A\omega^2 = \frac{4\pi^2 A}{T^2} = 0,158 \text{ m/s}^2$$

Javob: $\vartheta_{max} = 0,126 \text{ m/s}$; $a_{max} = 0,158 \text{ m/s}^2$.

3. $m = 0,016 \text{ kg}$ massali moddiy nuqtaning tebranish tenglamasi $x = 0,1 \sin\left(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ m}$. a) Bu nuqtaga ta'sir qilayotgan maksimal F_{max} kuchni; b) tebranayotgan nuqtaning W to'liq energiyasini toping.

Berilgan:

$$m = 0,016 \text{ kg};$$

$$x = 0,1 \sin\left(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ m};$$

$$F_{max}; W = ?$$

Yechish:

Berilgan nuqtaning tebranish tenglamasini garmonik tebranish tenglamasi

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

bilan solishtirib, nuqtaning tebranish amplitudasi $A = 0,1 \text{ m}$; boshlang'ich fazasi $\varphi = \pi/4$ va doiraviy chastotasi $\omega = \pi/8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ekanini topamiz, bunda $T = 16 \text{ s}$.

F_{max} kuch tezlanish qiymati maksimal bo'lgan nuqtaga ta'sir qiladi. Shuning uchun Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan

$$F_{max} = ma_{max} \quad (3.1)$$

bunda, $a_{max} = A\omega^2$ ekanidan

$$F_{max} = mA\omega^2 = 2,46 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

b) Tebranayotgan nuqtaning to'liq energiyasi

$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = 1,23 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

Javob: $F_{max} = 2,46 \cdot 10^{-4} \text{ N}$; $W = 1,23 \cdot 10^{-5} \text{ J}$.

4. Quyidagi tenglamalar bilan berilgan, bir xil yo'nalishga ega bo'lgan ikki $x_1 = 2 \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ m}$ va $x_2 = 2 \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ m}$ tebranishlarning qo'shilishidan hosil bo'lgan garmonik tebranishning B amplitudasi va boshlang'ich fazasi φ ni toping.

Berilgan:

$$x_1 = 2 \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ m};$$

$$x_2 = 2 \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ m};$$

$$B; \varphi = ?$$

Yechish:

Qo'shilayotgan tebranishlarning amplitudasi va boshlang'ich fazalari mos ravishda

$$A_1 = A_2 = A = 2 \text{ m};$$

$$\varphi_1 = \frac{\pi}{2} \quad \text{va} \quad \varphi_2 = \frac{\pi}{4}$$

Masalaning sharti bir tomonga yo'nalgan, doiraviy chastotalari va amplitudalari bir xil, biroq fazalari turlicha bo'lgan tebranishlarni qo'shishga mos keladi. Shuning uchun natijaviy tebranishlarning

boshlang'ich fazalaridan bu fazalar farqining yarmiga farq qilishi kerak, ya'ni

$$\varphi = \varphi_2 + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{3\pi}{8} \text{ rad.}$$

U holda, natijaviy tebranishning B amplitudasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$B = 2A \cos \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \approx 3,7 \text{ m.}$$

Javob: $\varphi = \frac{3\pi}{8} \text{ rad}; B \approx 3,7 \text{ m.}$

5. Garmonik tebranayotgan nuqtaning to'la energiyasi $W = 10 \text{ mJ}$, nuqtaga ta'sir qilayotgan maksimal kuch $F_{\max} = -0,5 \text{ mN}$. Agar bu nuqtaning tebranish davri $T = 4 \text{ s}$ va boshlang'ich fazasi $\varphi = \pi/6$ bo'lsa, uning harakat tenglamasini yozing.

Berilgan:

$$W = 10 \text{ mJ} = 10^{-2} \text{ J};$$

$$F_{\max} = -0,5 \text{ mN} = -5 \cdot 10^{-4} \text{ N};$$

$$T = 4 \text{ s};$$

$$\varphi = \pi/6;$$

$$x(t) = ?$$

Yechish:

Garmonik tebranayotgan nuqtaning to'la energiyasi

$$W = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} = \frac{A^2 \omega^2 m}{2} \quad (5.1)$$

Maksimal ta'sir kuchi esa,

$$|F_{\max}| = mA\omega^2 \quad (5.2)$$

(5.1) tenglikni (5.2) orqali ifodalasak,

$$W = \frac{|F_{\max}|A}{2}$$

ifodaga ega bo'lamiz, bundan

$$A = \frac{2W}{|F_{max}|} = 0,04 \text{ m}$$

Garmonik tebranayotgan nuqta harakatining

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

bunda, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}$ ekanligidan

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) = 0,04 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$$

Javob: $x = 0,04 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right).$

Mavzuga oid masalalar

1. Amplitudasi $0,1 \text{ m}$, davri 4 s va boshlang'ich fazasi nolga teng bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing.
2. Tebranishlarning boshlang'ich fazasi: 1) 0 , 2) $\pi/2$, 3) π , 4) $3\pi/2$, 5) 2π bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. Tebranishlar amplitudasi 5 sm va tebranishlar davri 8 s . Bu hollarning hammasi uchun tebranishlar grafigini chizing.
3. Nuqta garmonik tebranadi. Tebranishlar davri 2 s , amplitudasi 50 mm , boshlang'ich fazasi nolga teng. Nuqtaning muvozanat vaziyatidan 25 mm ga siljigan paytdagi tezligini toping.
4. Vaqtning 1) $t = T/12 \text{ s}$, 2) $t = T/8 \text{ s}$, 3) $t = T/6 \text{ s}$ paytlari uchun garmonik tebranayotgan nuqta kinetik energiyasining uning potensial energiyasiga bo'lgan nisbati nimaga teng? Tebranishning boshlang'ich fazasi nolga teng.
5. Prujinaga 1 kg yuk osilgan. Prujina 1 N kuch ta'sirida $1,5 \text{ sm}$ cho'zilishi ma'lum bo'lsa, yukning vertikal tebranish davrini aniqlang.

6. $x_1 = 0,02 \sin(5\pi t + \pi/2)$ m va $x_2 = 0,03 \sin(5\pi t + \pi/4)$ m tenglamalar bilan berilgan, bir tomonga yo'nalgan tebranishlarni qo'shishdan hosil bo'lgan garmonik tebranish amplitudasi va boshlang'ich fazasini toping.

7. Nuqta bir vaqtda ikki $x = 2 \sin \omega t$ m va $y = 2 \sin \omega t$ m o'zaro perpendikulyar bo'lgan tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning harakati trayektoriyasini toping.

8. Matematik mayatnikning so'nish logarifmik dekrementi 0,2 ga teng. Mayatnikning bir marta to'la tebranishida amplitudasi necha marta kamayishini toping.

9. Chastotasi $\nu = 50$ Hz va amplitudasi $A = 0,25$ mm bo'lgan tovush tebranishi havoda tarqalayapti. To'lqin uzunligi $\lambda = 70$ sm.
1) Tebranishning tarqalish tezligini 2) havo zarrachalarining maksimal tezligini toping.

10. $t = T/6$ payt uchun tebranish manbaidan $l = \lambda/12$ masofadagi nuqtaning muvozanat vaziyatidan qanchaga siljishi aniqlansin. Tebranish amplitudasi $A = 0,05$ sm.

Mustaqil yechish uchun masalalar (Uyga vazifa)

11. Garmonik tebranishlar amplitudasi 50 mm, davri 4 s va boshlang'ich fazasi $\pi/4$. 1) Mazkur tebranishning tenglamasini yozing. 2) $t = 0$ va $t = 1,5$ s bo'lganda tebranayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatidan siljishini toping.

12. $x = 7 \sin 0,5\pi t$ tenglama bo'yicha tebranma harakat qilayotgan nuqta harakat boshlanganidan qancha vaqt o'tgach, muvozanat vaziyatidan maksimal siljishga qadar yo'lni o'tadi?

13. Nuqtaning harakat tenglamasi $x = \sin \frac{\pi}{6} t$ ko'rinishida berilgan. Maksimal tezlik va tezlanishlarga erishiladigan vaqt paytlarini toping.

14. Massasi 10 g bo'lgan moddiy nuqta $x = 5 \sin \left(\frac{\pi t}{5} + \frac{\pi}{4} \right) \text{ sm}$ tenglama bo'yicha tebranadi. Nuqtaga ta'sir etuvchi maksimal kuchni va tebranayotgan nuqtaning to'la energiyasini toping.

15. Uzunligi 2 m bo'lgan ipga osilgan sharchani 40° burchakka og'dirilib, tebranishi kuzatiladi. Tebranishni so'nmaydigan garmonik tebranish deb faraz qilib, sharcha muvozanat vaziyatidan o'tayotgandagi tezligini toping. Mexanika tenglamalaridan sharchaning muvozanatlik vaziyatidan o'tish tezligini topib, olingan yechimni tekshirib ko'ring.

16. Prujinaga yuk osilgan. Yuk tebranishning maksimal kinetik energiyasi 1 J ekanligi ma'lum bo'lsa, prujinaning deformatsiya koeffitsiyentini toping. Tebranish amplitudasi 5 sm .

17. Og'irligi $P = 0,02\text{ N}$ bo'lgan areometr suyuqlikda qalqimoqda. Areometrni suyuqlikka bir oz botirib, so'ngra qo'yib yuborilsa, u $T = 3,4\text{ s}$ davr bilan tebrana boshlaydi. Tebranishni so'nmaydigan deb hisoblab, shu tajriba ma'lumotlariga asoslanib areometr qalqib yurgan suyuqlikning zichligi ρ ni toping. Areometrning vertikal silindrik naychasining diametri $d = 1\text{ sm}$.

18. 1) $x_1 = 4 \sin \pi t \text{ sm}$ va $x_2 = 3 \sin(\pi t + \pi/2) \text{ sm}$ tenglamalar bilan berilgan, bir tomonga yo'nalgan tebranishlarni qo'shishdan hosil bo'lgan garmonik tebranish amplitudasi va boshlang'ich fazasini toping. 2) Natijaviy tebranish tenglamasini yozing. 3) Amplitudalarni qo'shishning vektor diagrammasini chizing.

19. $\nu_1 = \nu_2 = 5\text{ Hz}$ bir xil chastota va $\varphi_1 = \varphi_2 = 60^\circ$ bir xil boshlang'ich fazali o'zaro perpendikulyar ikki tebranishlarni qo'shish natijasida olinadigan natijaviy tebranish tenglamasini

yozing. Tebranishlardan birining amplitudasi $A_1 = 0,1 \text{ m}$, ikkinchisining amplitudasi $A_2 = 0,05 \text{ m}$ ga teng.

20. 1 minutda tebranish amplitudasi ikki marta kamaysa, matematik mayatnikning soʻnish logarifmik dekrementi qanchaga teng boʻladi? Mayatnikning uzunligi 1 m .

21. Soʻnmaydigan tebranish $x = 10 \sin 0,5\pi t \text{ sm}$ tenglama koʻrinishida berilgan. 1) Tebranishning tarqalish tezligi 300 m/s boʻlsa, toʻlqin tenglamasini toping. 2) Tebranish manbaidan 600 m masofada turuvchi nuqta uchun tebranish tenglamasini yozing va grafik ravishda tasvirlang. 3) Tebranish boshlanganidan $t = 4 \text{ s}$ oʻtgandan keyin toʻlqin nuqtalari uchun tebranish tenglamasini yozing va grafik ravishda tasvirlang.

22. Soʻnmaydigan tebranish $x = \sin 2,5\pi t \text{ sm}$ tenglama koʻrinishida berilgan. Tebranish boshlanganidan $t = 1 \text{ s}$ oʻtgandan keyin tebranishlar manbaidan 20 m masofadagi nuqtaning muvozanat vaziyatidan siljishini, tezligi va tezlanishini toping. Tebranishning tarqalish tezligi 100 m/s .

Mavzuni mustahkamlash uchun testlar

1. Matematik mayatnik tebranish chastotasi nimalarga bogʻliq?

1) mayatnik massasiga; 2) tebranish amplitudasiga; 3) erkin tushish tezlanishiga; 4) mayatnik uzunligiga

A) 3, 4 B) 1, 4 C) 2, 3 D) 2, 4

2. Matematik mayatnikning uzunligi $2,5 \text{ m}$, unga osilgan sharchaning massasi 100 g . Tebranish davrini hisoblang (s). $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 3,14 B) 2,5 C) 1,57 D) 1,25

3. Teng vaqt oraligʻida biri 10 marta, ikkinchisi esa 30 marta tebranadigan matematik mayatniklarning uzunliklari necha marta farq qiladi?

A) 3 B) 4 C) 7 D) 9

4. Qanday sharoitda matematik mayatnikning tebranish davri cheksiz katta bo‘ladi?

- A) bunday bo‘lishi mumkin emas
- B) ekvatorida
- C) qutbda
- D) vaznsizlikda

5. Ipga osilgan sharchani 5 sm balandlikka og‘dirib qo‘yib yuborsak, muvozanat vaziyatidan o‘tayotgandagi tezligi qancha bo‘ladi (m/s)?

- A) 1 B) 0,5 C) 1,5 D) 2,5

6. Bikrligi k_1 ga teng bo‘lgan prujinaga, osilgan yuk ω_1 chastota bilan tebranca, bikrligi $k_2 = 4k_1$ bo‘lgan prujinaga osilgan o‘sha yukning o‘zi qanday ω_2 chastota bilan tebranadi?

- A) $\omega_2 = 2\omega_1$ B) $\omega_2 = 4\omega_1$ C) $\omega_2 = \omega_1/2$ D) $\omega_1 = \omega_2$

7. Agar OX o‘qi bo‘ylab yuk tebranishi $x = 6\cos(2t + \pi/2)$ tenglama bilan ifodalansa, 3s vaqtdagi tebranish fazasi berilgan javoblardan topilsin.

- A) $6 + \pi/2$ B) 3 C) 6 D) $\pi/2$

8. Garmonik tebranayotgan jism bir to‘la tebranish mobaynida 2 m yo‘lni bosib o‘tadi. Tebranish amplitudasini toping.

- A) 2 m B) 1 m C) 0,5 m D) 0,25 m

9. Mars planetasida ipga osilgan sharcha vertikalдан 30° og‘gan holda gorizontal tekislikda aylanmoqa. Agar ipning uzunligi 1 m, aylanish davri 3 s ga teng bo‘lsa, Marsdagi erkin tushish tezlanishini toping (m/s^2).

- A) 6 B) 5,9 C) 3,8 D) 9,3

10. Prujinali tebrangich (mayatnik) ni muvozanat vaziyatdan chiqarib, qo‘yib yuborildi. Qanday eng kam vaqtdan so‘ng tebrangichning kinetik energiyasi potensial energiyasiga teng bo‘ladi? Tebranish davri T.

- A) T/8 B) T/4 C) T/6 D) T/2

11. Massasi 1 kg va uzunligi 30 sm bo'lgan matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan 60° burchakka og'irilganda, og'irlik kuchiga qarshi qancha ish bajariladi (J)?

A) 1,5 B) 3 C) 6 D) 2

12. Vaznsizlik holatida mayatnikli, prujinali soatlarning qaysi biridan foydalanish mumkin bo'ladi?

A) prujinali B) mayatnikli C) qumli
D) hammasidan ham foydalanish mumkin

13. Matematik mayatnikning tebranish davri 3,6 s. U qancha vaqtda muvozanat vaziyatidan $x = A/2$ nuqtagacha masofani bosib utadi (s)?

A) 0,6 B) 0,9 C) 0,4 D) 0,3

14. Xona shiftida bikrligi 0,25 kN/m bo'lgan prujinaga mahkamlangan 500 gr massali sharcha tebranib turibdi. Sharchaning harakat tenglamasi, ya'ni tezlanishning $a = a(x)$ o'zgarish qonuni qanday bo'lishini aniqlang.

A) $a = -x$ B) $a = 1000x$ C) $a = -1000x$ D) $a = -500x$

15. Ikki matematika mayatnik bir xil davr bilan tebranmoqda. Ikkinchi mayatnikning tebranishi birinchisiga nisbatan chorak davr kech boshlandi. Mayatniklarning fazalar farqini aniqlang.

A) 0 B) $\pi/4$ C) $\pi/2$ D) π

16. Tovush havodan suvga o'tganda quyidagi qaysi kattalik o'zgarmaydi?

A) tezlik
B) to'liq uzunligi
C) chastota va to'liq uzunligi
D) chastota

17. Mexanik to'liqinning quyidagi parametrlaridan qaysilari havodan suvga o'tganda o'zgarmaydi?

1) tezligi; 2) to'liq uzunligi; 3) chastotasi
A) 1 B) 2 C) 1 va 3 D) 3

18. 3 Hz chastotali to'liqin 2,4 m/s tezlik bilan tarqalmoqda. Bir-biridan 20 sm masofada turgan ikki nuqtadagi tebranishlarning fazalar farqi ko'pi bilan necha radian bo'ladi?

- A) $\pi/6$ B) $\pi/4$ C) $\pi/3$ D) $\pi/2$

19. Amplitudalari A ga teng bo'lgan ikkita kogerent to'liqlar orasidagi yo'l farqi juft yarim to'liqin uzunligiga teng bo'lganda, ularning qo'shilishidan hosil bo'lgan natijaviy amplituda nimaga teng bo'ladi?

- A) 2A B) A C) 0 D) A^2

20. Ikkita kogerent tovush manbasi bir xil fazada tebranadi. Birinchi manbadan 3 m va ikkinchi manbadan 4 m masofada joylashgan nuqtada tovush eshitilmaydi. Tovush tezligini 340 m/s deb hisoblab, tovush chastotasini (Hz) aniqlang.

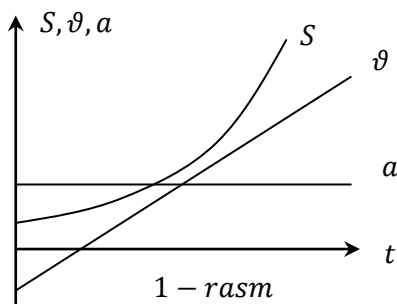
- A) $(2n+1) \cdot 170$ B) $\pi \cdot 340$ C) $(2n+1) \cdot 340$ D) $n \cdot 680$

JAVOBLAR

I. MEXANIKANING FIZIK ASOSLARI

1.1. Kinematika

1. 1) 12,3 km/soat; 2) 0,83 m/s. 2. 1) 30 minut; 2) 30,2 minut; 3) 26,8 minut. 3. 1) $t = 2,9$ s; 2) $h_1 = 4h = 40$ m. 4. $a = -0,5$ m/s²; $S = 100$ m. 5. $\bar{v} = 7$ m/s; $\bar{a} = 4$ m/s². Jismning o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishining vaqtga bog'lanishi 1 – rasmda tasvirlangan.



6. Jism trayektoriyasining eng yuqori nuqtasiga ko'tarilish vaqti $t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 0,75$ s ni topiamiz. Bundan ko'rinadiki $t = 1,25$ s paytda jism yuqori nuqtadan tushayotgan ekan. Masalani endi quyidagicha ta'riflash mumkin: "Jism gorizontaal ravishda $v'_0 = v_0 \cos \alpha = 12,7$ m/s tezlik bilan otilgan. Harakat boshlanishidan $t' = (1,25 - 0,75)s = 0,5$ s o'tgandan keyingi tangensial va normal tezlanishlar topilsin". Shunday qilib, 1.30-masalaga o'xshash masalaga ega bo'lamiz. Masalani 1.30- masalaga o'xshash yechamiz:

$$a_t = g \frac{v_y}{v} = \frac{g^2 t'}{\sqrt{(v'_0)^2 + (t')^2}} = 3,52 \text{ m/s}^2$$

$$a_n = \frac{g v'_0}{v} = 9,15 \text{ m/s}^2$$

Jismning to'la tezlanishi har doim pastga yo'nalgan bo'lib, og'irlik kuchining g tezlanishiga teng ekanligini tekshirish tavsiya qilinadi.

7. $\varepsilon = \frac{\omega^2}{4\pi N} = 3,2 \text{ rad/s}^2$. 8. $a_n = \frac{\vartheta^4 t^2}{16\pi^2 N^2 R^3} = 0,01 \text{ m/s}^2$.

9. 1) $\omega = 3,14 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$; 2) $\vartheta = 0,314 \text{ m/s}$; 3) $a_t = 0,314 \text{ m/s}^2$;

4) $a_n = 0,986 \text{ m/s}^2$; 5) $a = 1,03 \text{ m/s}^2$; 6) $\sin \alpha = a_t/a_n =$

0.305 , ya'ni $\alpha = 17^\circ 46'$. 10. $R = 1,2 \text{ m}$. 11. 1) Samalyot janubi-

g'arb tomonga qarab, meridianga nisbatan $\varphi = 3^\circ 52'$ burchak

ostida uchishi kerak, tezligi $\vartheta = 798 \text{ km/soat}$; 2) shimoli-g'arb

tomonga qarab $\varphi = 3^\circ 52'$, $\vartheta = 798 \text{ km/soat}$; 3) g'arb tomonga

qarab, $\vartheta = 746 \text{ km/soat}$, 4) sharq tomonga qarab,

$\vartheta = 854 \text{ km/soat}$. 12. 1) $\vartheta_0 = 14,7 \text{ m/s}$; 2) $h = 11 \text{ m}$.

13. 1) $a = 0,13 \text{ m/s}^2$; 2) $t = 3,6 \text{ minut}$. 14. 1) $\bar{v}_1 = 3 \text{ m/s}$,

$\bar{v}_2 = 5 \text{ m/s}$, $\bar{v}_3 = 7 \text{ m/s}$. $\bar{a}_1 = \bar{a}_2 = \bar{a}_3 = 2 \text{ m/s}^2$. 15. Tosh

tezligining tashkil etuvchisi o'zgarmas bo'lganligidan, tezlanishning

gorizontal tashkil etuvchisi nolga teng. Shuning uchun toshning to'la

tezlanishi vertikal ravishda pastga yo'nalgan bo'lib, u og'irlik

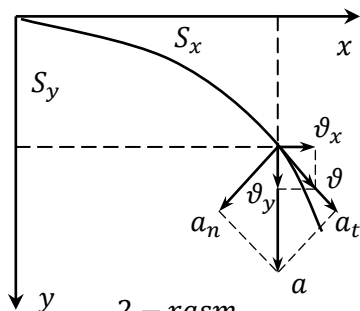
kuchining tezlanishiga tengdir. Shunday qilib $a = g = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$;

2 – rasmdan ko'rinadiki

$$\cos \varphi = \vartheta_x / \vartheta = a_n / a = a_n / g$$

$$\sin \varphi = \vartheta_y / \vartheta = a_t / a = a_t / g$$

Bundan $a_t = g \frac{\vartheta_y}{\vartheta} = \frac{g^2 t}{\sqrt{\vartheta_x^2 + g^2 t^2}}$ va $a_n = g \frac{\vartheta_x}{\vartheta} = \frac{g \vartheta_x}{\sqrt{\vartheta_x^2 + g^2 t^2}}$.



Bu formulalarga son qiymatlarni qo'yib, $a_t = 5,4 \text{ m/s}^2$ va $a_n = 8,2 \text{ m/s}^2$ larni olamiz.

16. $R = 6,3 \text{ m}$. 17. $\varepsilon = -0,21 \text{ rad/s}^2$, $N = 240 \text{ ayl}$.

18. $\varepsilon = 0,43 \text{ rad/s}^2$. 19. $\frac{\vartheta_n}{a_t} = 0,58$. 20. Qidirilayotgan burchak

$tg\alpha = \frac{a_t}{a_n}$ tenglikdan aniqlanadi, bunda a_t – tangensial va

a_n – noormal tezlanish. Lekin $a_t = \frac{d\vartheta}{dt}$ va $a_n = \frac{\vartheta^2}{R}$ bo‘lganligidan,

bizning masalaning shartiga ko‘ra $tg\alpha = \frac{(3+2t)R}{(3t+t^2)^2}$. Bu formulaga

vaqt qiymatlari qo‘yiladi va natijalar hisoblanadi.

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	B	C	C	B	C	A	D	D	D

1.2. Dinamika

1. $a = 1,25 \frac{m}{s^2}$. 2. Vagonga qo‘yilishi kerak bo‘lgan kuch,

birinchidan, ishqalanishni yengishga va, ikkinchidan, vagonga tezlanish berishga sarflanadi, ya’ni $F = F_{ishq} + F_{tezl}$. Lekin

$F_{ishq} = kP$, bunga P – vagonning og‘irligi va k – ishqalanish koeffitsiyenti, $F_{tezl} = ma = \frac{P}{g}a$. Shunday qilib, $F = kP + \frac{P}{g}a$.

Vagon tekis tezlanuvchan harakat qilayotganligi uchun $S = \frac{at^2}{2}$

bo‘ladi. Bunda $a = \frac{2S}{t^2}$ va oxirida $F = kP + \frac{2PS}{gt^2}$ bo‘ladi. Bizda

$k = 0,05$, $P = 160 \text{ kN}$, $T = 160 \text{ kN}$, $S = 11 \text{ m}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ va $t = 30 \text{ s}$. Bu berilganlarni o‘rniga qo‘ysak, $F = 8200 \text{ N}$ bo‘ladi.

3. Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan $F = ma$, lekin $a = \frac{d\vartheta}{dt}$.

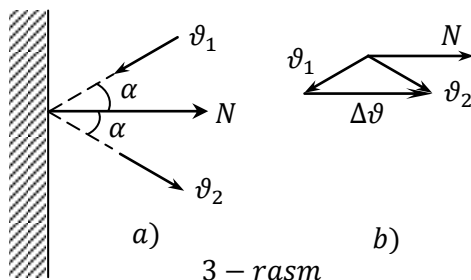
Bizda $\vartheta = \frac{dS}{dt} = -B + 2Ct - 3Dt^2$, demak, $a = \frac{d\vartheta}{dt} = 2C - 6Dt$, u holda,

$$F = ma = m(2C - 6Dt) = 0,5(10 - 6t)N \quad (1)$$

(1) Tenglama F kuchning t vaqtga bog‘lanishini ifodalaydi. Birinchi sekundning oxirida $F = 2 \text{ N}$. 4. Nyutonning ikkinchi qonuniga

asosan $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta\vartheta$, bunda $\Delta\vartheta$ – vektor ayirma. Devor sirtidagi

normalning yoʻnalishi musbat hisoblab (3 – rasm), quyidagilarga ega boʻlamiz: $\Delta\vartheta = \vartheta_2 \cos\alpha - (-\vartheta_1 \cos\alpha) = \vartheta_2 \cos\alpha + \vartheta_1 \cos\alpha$. Lekin shartga koʻra $\vartheta = \vartheta_1 = \vartheta_2$, u holda $\Delta\vartheta = 2\vartheta \cos\alpha$. Shunday qilib, $F \cdot \Delta t = 2m\vartheta \cos\alpha = 2,8 \cdot 10^{-23} \text{ Ns}$.



5. 1) $k \leq 0,07$; 2) $a = 0,39 \text{ m/s}^2$; 3) $t = 22,7 \text{ s}$; 4) $\vartheta = 8,85 \text{ m/s}$.

6. 1) $a = \frac{g(m_1 - km_2)}{m_1 + m_2} = 4,4 \text{ m/s}^2$; 2) $T_1 = T_2 = \frac{m_1 m_2 g(1+k)}{m_1 + m_2} = 5,4 \text{ N}$. 7. 1) $A = 2,25 \cdot 10^6 \text{ J}$; 2) $S = 375 \text{ m}$.

8. 1) $W'_k = 6,6 \text{ J}$, $W'_p = 15,9 \text{ J}$, $W'_{to'la} = 22,5 \text{ J}$.

2) $W''_k = 5,7 \text{ J}$, $W''_p = 16,8 \text{ J}$, $W''_{to'la} = 22,5 \text{ J}$.

9. 1) $\vartheta = 5,14 \text{ km/soat}$; 2) $\vartheta = 1,71 \text{ km/soat}$.

10. $W_k = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J}$. 11. $l = 0,64 \text{ m}$. 12. Urilishgacha birinchi jismning kinetik energiyasi $W_1 = \frac{m_1 \vartheta_1^2}{2}$. Urilishgacha ikkinchi jismning kinetik energiyasi $W_2 = 0$. Urilishdan keyin ikkinchi jism

$\frac{m_2 \vartheta_2^2}{2}$ kinetik energiyaga ega boʻladi, bunda $u_2 = \frac{2m_1 \vartheta_1}{m_1 + m_2}$. Shunday

qilib, birinchi jism ikkinchi jismga $W_2^1 = \frac{m_2}{2} \left(\frac{2m_1 \vartheta_1}{m_1 + m_2} \right)^2$ kinetik energiya beradi. izlanayotgan nisbat $\frac{4m_1 + m_2}{(m_1 + m_2)^2}$ ga teng boʻladi.

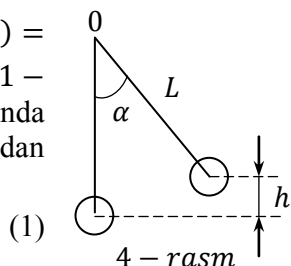
1) $m_1 = m_2$ boʻlganda $\frac{W_2^1}{W_1} = 1$ boʻladi; 2) $m_1 = 9m_2$ boʻlganda $\frac{W_2^1}{W_1} = 0,36$ boʻladi. 13. $T = 1,96 \text{ N}$. 14. Mayatnik muvozanat

vaziyatidan oʻtayotgandagi ipning taranglik kuchi $F = mg + \frac{m\vartheta^2}{l}$.

Bunda tashqari $mgh = \frac{m\vartheta^2}{2}$, bundan $\vartheta = \sqrt{2gh}$. Lekin (4 – rasm) $h = l - l \cos\alpha = l(1 - \cos\alpha)$.

Unda $\frac{m\vartheta^2}{l} = \frac{m}{l} 2gh = \frac{m}{l} 2gl(1 - \cos\alpha) = 2mg(1 - \cos\alpha)$ va $F = mg[1 + 2(1 - \cos\alpha) = 12,4 \text{ N}$. 15. Prujina qisilganda bajariladigan ish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$A = - \int_0^S F ds$$



bunda S – qisilish. Shartga ko‘ra, kuch siqilishga proporsionaldir, ya’ni

$$F = -kS \quad (2)$$

bunda k – prujinaning qattqlik darajasi bilan aniqlanadigan, son jihatdan bir birlik qisilishni vujudga keltiruvchi kuchga teng bo‘lgan deformatsiya koeffitsiyentidir. (2) ni (1) ga qo‘ysak $A = \int_0^S kS dS = \frac{kS^2}{2}$ kelib chiqadi. Bizga $k = \frac{29,4 \text{ N}}{0,01 \text{ m}} = 2490 \text{ N/m}$, $S = 0,2 \text{ m}$. Bu berilganlarni formulaga qo‘ysak $A = 58,8 \text{ J}$ ga ega bo‘lamiz. 16. $l = \frac{k_2 L}{k_1 + k_2} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, ya’ni yukni birinchi prujinadan 6 sm masofada osib qo‘yish kerak bo‘ladi. 17. Raketa Yer bilan Oyga Yerning sirtidan $3,4 \cdot 10^5 \text{ km}$ masofada bir xil kuch bilan tortiladi.

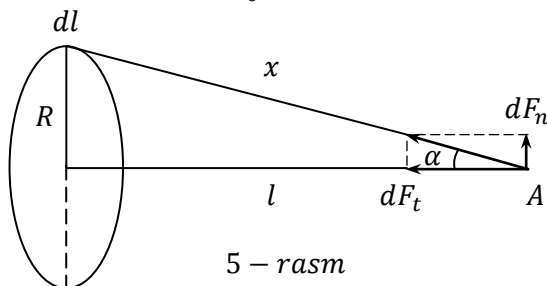
18.

h, km	$\vartheta, \text{km/s}$	T
0	7,91	1 soat 25 minut
200	7,79	1 soat 28 minut
7000	5,46	4 soat 16 minut

19. Yer sirtidan h va Yer markazidan r masofada turgan jism A ning massasini m deb belgilaymiz. Masala shartida belgilanganlarni hisobga olib, quyidagini yozish mumkin: $F_1 = mg_1 = G \frac{mM}{r^2}$, bunda M_1 – zichligi Yer zichligiga teng, radiusi r bo‘lgan sharning massasi. $M_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$ bo‘lganligidan, bunda ρ – Yerning zichligi, u vaqtda $mg_1 = Gm \frac{4}{3}\pi r \rho$. Yer sirtida $F = mg = G \frac{mM}{r^2} = Gm \frac{4}{3}\pi r \rho$. Bunda izlanayotgan $\frac{g_1}{g}$ ning h chuqurlikka bog‘lanishi $\frac{g_1}{g} = \frac{r}{R} = \frac{R-h}{R}$ bo‘ladi. $\frac{g_1}{g} = n$ deb belgilaymiz, unda $h = R(1 - n)$ bo‘ladi. Agar $n = 0,25$ bo‘lsa, $h = 0,75R$ bo‘ladi. 20. Halqaning dl elementini

olamiz (5 – rasm). Halqaning shu elementi bilan A nuqtada joylashgan m massa orasidagi tortishish kuchi $dF = G \frac{m\rho\pi r^2 dl}{x^2}$ bo‘ladi. Kuch dF halqa dl elementini m massa bilan birlashtiruvchi x chizig‘i bo‘ylab yo‘nalgan. Massaning butun halqa bilan tortishish kuchini topish uchun barcha dF kuchlarini geometrik ravishda qo‘shish kerak. Kuch dF ni ikki tashkil etuvchilar: dF_n va dF_t ga ajratish mumkin. dF_n tashkil etuvchi har ikki diametral (qarama-qarshi) joylashgan elementlar bir-birini yuqotgani uchun $F = \int dF_t$ bo‘ladi. Lekin $dF_t = dF \cdot \cos\alpha = dF \frac{L}{x}$ va

$$F = \int \frac{L}{x} dF = \frac{Gm\rho\pi r^2 L}{x^3} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{Gm\rho\pi r^2 L \cdot 2\pi R}{x^3} \quad (1)$$



Lekin $x = \sqrt{R^2 + L^2}$ va bundan oxirgi natija

$$F = \frac{2\pi^2 Gm\rho r^2 L \cdot R}{(R^2 + L^2)^{3/2}} \quad (2)$$

kelib chiqadi.

21. 1) $a = 4,9 \frac{m}{s^2}$ (lift ko‘tariladi); 2) $a = 2,45 \frac{m}{s^2}$ (lift pastga tushadi). **22.** $v_0 = 11,75 m/s$. **23.** $F \cdot \Delta t = 5,6 \cdot 10^{-23} N \cdot s$.

24. $F = 2370 N$. **25.** 1) $P_1 - P_2$ kuch ikkala toshga ham

$$a = \frac{P_1 - P_2}{m_1 + m_2} = g \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \quad (1)$$

tezlanish beradi. Masalada berilganlarning son qiymati o‘rniga qo‘ysak, $a = 3,27 m/s^2$ bo‘ladi. 2) P_1 va P_2 toshlarning harakat tenglamalari mos ravishda quyidagicha yoziladi:

$$m_1 a = m_1 g - T_1 \quad (2)$$

$$m_2 a = T_2 - m_2 g \quad (3)$$

(1), (2) va (3) tenglamalardan quyidagini osongina hosil qilish mumkin:

$$T_1 = T_2 = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2} = 13,0 \text{ N}.$$

26. $k = 0,01$. **27.** $W_k = W_p = 98,1 \text{ J}$. **28.** 1) Platforma harakatsiz turganda snaryadning yerga nisbatan boshlang'ich tezligi, uning to'pga nisbatan bo'lgan tezligiga teng. Harakat miqdorining saqlanish qonuniga ko'ra quyidagiga ega bo'lamiz:

$$(m_1 + m_2 + m_3)\vartheta_1 = m_3\vartheta_0 + (m_1 + m_2)\vartheta_x \quad (1)$$

bunda m_1 – platformaning massasi, m_2 – to'pning massasi va m_3 – snaryadning massasi. Tekshirilayotgan holda $\vartheta_1 = 0$. U holda (1) tenglamadan quyidagi kelib chiqadi:

$$\vartheta_x = -\frac{m_3\vartheta_0}{m_1 + m_2} = -3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -12 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$$

Bunda “minus” ishora, snaryadning harakat yo'nalishi musbat, ya'ni $\vartheta_0 > 0$ hisoblanganda, $\vartheta_x < 0$ bo'lib, platformaning snaryad harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanganligini bildiradi.

2) Agar snaryad platforma harakatining yo'nalishi bo'ylab otilgan bo'lsa, snaryadning yerga nisbatan tezligi $\vartheta_2 = \vartheta_0 + \vartheta_1$ ga teng bo'ladi va unda harakat miqdorining saqlanish qonuniga asosan

$$(m_1 + m_2 + m_3)\vartheta_1 = m_3(\vartheta_0 + \vartheta_1) + (m_1 + m_2)\vartheta_x \quad (2)$$

Bundan

$$\vartheta_x = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)\vartheta_1 - m_3(\vartheta_0 + \vartheta_1)}{m_1 + m_2} = 6 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$$

Bunda $\vartheta_x > 0$ bo'lganligini, ya'ni platforma o'sha yo'nalishda, lekin kam tezlik bilan harakatlanishini qayd qilamiz.

3) Agar snaryad platforma harakatining yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga otilgan bo'lsa, $\vartheta_0 > 0$ bo'lib, $\vartheta_1 < 0$ bo'ladi. Unga (2) tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$-(m_1 + m_2 + m_3)\vartheta_1 = m_3(\vartheta_0 - \vartheta_1) + (m_1 + m_2)\vartheta_x$$

yoki

$$\vartheta_x = \frac{-(m_1 + m_2 + m_3)\vartheta_1 - m_3(\vartheta_0 - \vartheta_1)}{m_1 + m_2} = -30 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$$

Bunda ϑ_x va ϑ_1 bir tomonga yoʻnalganligi ($\vartheta_x < 0$ va $\vartheta_1 < 0$), demak, platformaning oʻsha yoʻnalishda, lekin katta tezlik bilan harakatlanishini qayd qilamiz.

29. $F = 19,6 \text{ N}$. **30.** $\vartheta = 550 \text{ m/s}$. **11.** $\frac{m_1}{m_2} = 5$; **2)** $W_2 = \frac{5}{9} \text{ kJ}$. **32.**

1) $R_1 = 1600 \text{ m}$; **2)** $R_2 = 711 \text{ m}$. **33.** **1)** $\alpha = 60^\circ$; **2)** 2,3 marta. **34.** Statik egilishda $P = kx_0$ boʻladi, bunda P – yukning ogʻirligi.

Bundan $k = \frac{P}{x_0}$. Yuk h balandlikdan tushayotganda $P(x+h) = \frac{kx^2}{2} = \frac{Px^2}{2}$ yoki $x^2 - 2x_0x - 2x_0h = 0$ ga ega boʻlamiz. Bu

tenglamani yechib $x = x_0 \pm \sqrt{x_0^2 + 2x_0h}$ ni topamiz. **1)** Agar $h = 0$ boʻlsa, $x = 2x_0 = 4 \text{ sm}$ boʻladi, **2)** agar $h = 100 \text{ sm}$ boʻlsa,

$x = 22,1 \text{ sm}$ boʻladi. **35.** $F = \frac{m\Delta x}{(\Delta t)^2} = 13,7 \text{ N}$. **36.** Matematik

mayatnik tebranish davri 2,46 marta ortadi. **37.** $a_n = 9,20 \text{ m/s}^2$.

38. Yer sirtidan 35800 km masofada. **39.** $h = 2H$. **40.** Oldingi masalaning yechimidagi (2) formuladan koʻrinadiki, $L = 0$ boʻlsa, $F = 0$ boʻladi. L ortgani sari F funksiya avval ortadi, keyin kamayadi. F funksiyani maksimumini topamiz. x va L oʻzgaruvchi kattaliklarni α burchak orqali ifodalaymiz, yaʼni $x = \frac{R}{\sin \alpha}$, $L = x \cos \alpha = \frac{R}{\sin \alpha} \cos \alpha$ boʻladi. U vaqtda oldingi masala yechimining (2) formulasi quyidagi koʻrinishga keladi:

$$F = \frac{2\pi^2 G m p r^2 \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha}{R} = A \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha$$

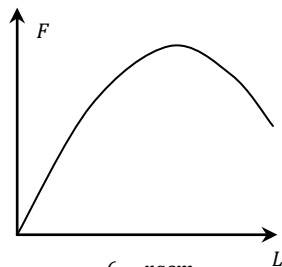
F funksiyani maksimumini topish uchun $dF/d\alpha$ dan hosila olib, uni nolga tenglashtiramiz:

$$\frac{dF}{d\alpha} = A(2\cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha - \sin^3 \alpha) = 0$$

yoki $\operatorname{tg}^2 \alpha = 2$. U holda, F kuch maksimal boʻlgan L masofa quyidagiga teng boʻladi:

$$L = \frac{R}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha = \frac{R}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{R}{\sqrt{2}}$$

1) 6 – rasmda $F = f(L)$ bogʻlanishining xarakteri tasvirlangan (absissa oʻqiga $L \text{ sm}$ ni, ordinata oʻqiga



$F \cdot 10^{11} \text{ N}$ ni qo'yish qulaydir); 2) $L_{\max} = 14,1 \text{ sm}$; 3) $F_{\max} = 4,33 \cdot 10^{-11} \text{ N}$. **41.** 1) $\vartheta = 2,43 \text{ m/s}$, 2) eng yuqori nuqtada $T = 0$; eng pastki nuqtada $T = 39,2 \text{ N}$.

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	D	A	C	D	B	C	C	D	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	D	A	C	A	A	B	D	C	D

1.3. Qattiq jismlarning aylanma harakati

- 1.** $P = 72 \text{ N}$. **2.** $M = 100 \text{ N} \cdot \text{m}$. **3.** 1) $M = 513 \text{ N} \cdot \text{m}$.
4. $W_k = 0,1 \text{ J}$. **5.** $W = 253 \text{ J}$. **6.** 1) $\varepsilon = -0,21 \text{ rad/s}^2$; 2) $M_T = 0,42 \text{ N} \cdot \text{m}$; 3) $A = 630 \text{ J}$; 4) $N = 240 \text{ ayl}$. **7.** $W_k = (F^2 \Delta t^2)/m = 1,92 \text{ kJ}$. **8.** $v_2 = v_1 \frac{m_1 + 2m_2}{m_1} = 22 \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$. **9.** $T = 1,07 \text{ s}$.
10. $\vartheta = 1,4 \text{ m/s}$. **11.** $F = 4 \text{ N}$. **12.** $v = 23,4 \text{ ayl/s}$.
 2) $N = 600 \text{ ayl}$. **13.** $W_k = 24 \text{ J}$. **14.** $4,1 \text{ m}$. **15.** 1) $J = 0,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$;
 2) $M_T = 9,4 \cdot 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}$. **16.** $\alpha = 81^\circ 22'$ burchakka.
17. $v = 21 \text{ ayl/min}$. **18.** $l = \frac{T\sqrt{gh}}{\pi} = 0,446 \text{ m}$. **19.** $L = 6,9 \text{ m}$.
20. 1,05 marta.

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	A	A	A	B	A	D	D	C	A

1.4. Gazlar va suyuqliklar mexanikasi

- 1.** $\vartheta_1 = \frac{d^2}{b^2} \sqrt{2gh}$; $h = 0,2 \text{ m}$ bo'lsa $\vartheta_1 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.
2. 1) $\vartheta = 0 \text{ m/s}$; 2) $\vartheta = 1,04 \text{ m/s}$; 3) $\vartheta = 1,25 \text{ m/s}$.
3. $d = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. **4.** 3 marta. **5.** $\eta = 2 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$.
6. $\eta = 1,09 \text{ N} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^2}$; $v = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. **7.** $D = 4,6 \text{ m}$. **8.** Ikkala holda ham suv oqimi idishdan $0,4 \text{ m}$ nariga borib tushadi.

9. 1) $t = \sqrt{\frac{2h\left[\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2 - 1\right]}{g}} = 180 \text{ s.}$ 2) Agar bakda suvning sathi tirqishdan $h = 1 \text{ m}$ balandlikda o'zgarmas saqlanganda, shuncha miqdordagi suvning oqish vaqti ikki marta kam bo'lar edi.
10. $P = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 2,5 \text{ atm.}$ 11. $\vartheta = 4,1 \text{ m/s.}$ 12. 4 minutga.
13. $\vartheta = \frac{r^4 \rho g h}{8 \eta R^2}; h = 26 \text{ sm} = 0,26 \text{ m}$ bo'lsa, $\vartheta = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$
14. 1,1 sm uzoqlikda.

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	D	D	A	D	B	B	A	D	D

II. MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

2.1. Molekulyar kinetik nazariya va termodinamikaning fizik asoslari

1. $T = 364 \text{ K} = 91 \text{ }^\circ\text{C.}$ 2. $\frac{M}{\mu} = 0,4 \text{ kmol.}$
3. 1) $V_1 = \frac{MRT}{\mu P} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3;$ 2) $T_2 = \frac{\mu P V_2}{MR} = 117 \text{ K};$
- 3) $\rho_1 = \frac{\mu P}{RT_1} = 4,14 \text{ kg/m}^3;$ 4) $\rho_2 = \frac{\mu P}{RT_2} = 1 \text{ kg/m}^3.$
4. $3,3 \cdot 10^{-23} \text{ N} \cdot \text{s.}$ 5. $\sqrt{\bar{v}^2} = 500 \text{ m/s.}$ 6. $W_{\text{ayl}} = 8,3 \cdot 10^4 \text{ J.}$
7. $c_V = 650 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}; c_P = 910 \text{ J/kg} \cdot \text{grad.}$ 5.8. $Q = 10^4 \text{ J.}$
9. $Q = 155 \text{ J.}$ 10. $T = 15700 \text{ K.}$ 11. $\bar{z} = 4,9 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}.$
12. $\bar{z} = \frac{\bar{\vartheta}}{\lambda} \sqrt{\frac{8}{3\pi}} = 9,2 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}.$ 13. $\vartheta = 2,72 \text{ m/s.}$
14. 1) $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0,093;$ 2) $Q_2 = Q_1 - A = \frac{A}{\eta} - A = \frac{1-\eta}{\eta} A = 360 \text{ J};$ 3) $Q_1 = Q_2 + A = 397 \text{ J.}$ 15. $\Delta M = \frac{M_1 \Delta P}{P_1} = 7,5 \text{ kg.}$
16. $P_1 = 1,08 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2;$ $P_2 = 1,16 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$
17. $P = \frac{P'_0 V_1 + P''_0 V_2}{V_1 + V_2} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$ 18. $5,6 \cdot 10^{-23} \text{ N} \cdot \text{s.}$

19. $P = \frac{1}{3}\rho\bar{\vartheta}^2 = 5 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$. 20. 1) $c_V = 650 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$; 2) $c_P = 910 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$. 21. $c_P = 685 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$. 22. 1) $T_2 = 2500 \text{ K}$; 2) $Q = \frac{c_V V \cdot \Delta P}{R} = 16,3 \text{ kJ}$. 23. $\frac{\Delta N}{N} = 0,4 \%$. 24. 1) $h = 5,5 \text{ km}$; 2) $h = 80 \text{ km}$. 25. $\bar{\lambda} = 10^{-6} \text{ m}$. 26. $\bar{\lambda} = 1,84 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. 27. 1) $36,7 \%$; 2) $44,6 \%$; 3) $49,6 \%$.

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	D	A	B	B	D	A	D	A	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	D	A	D	A	A	C	A	A	D

III. ELEKTR VA MAGNETIZM

3.1. Elektrostatika

1. $r = 8,94 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. 2. $E = 5,04 \cdot 10^4 \text{ V/m}$. 3. $E = 1,12 \cdot 10^5 \text{ V/m}$. 4. $\alpha = 13^\circ$. 5. $q = \frac{4\pi r^2 g(\rho_1 - \rho_2)}{3E} = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ Kl}$. 6. 1) $R = 0,25 \text{ m}$; 2) $E = 11,3 \cdot 10^4 \text{ V/m}$; 3) 1,1 marta. 7. $A = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ J}$. 8. $\tau = 6 \cdot 10^{-7} \text{ Kl/m}$. 9. $l = 2 \text{ sm}$; $t = 1 \text{ s}$. 10. $\vartheta = \sqrt{\frac{2qU(r_1 - r_2)}{md}} = 2,53 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. 11. $\vartheta = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2} = 1,33 \cdot 10^7 \text{ m/s}$; $\alpha = 41^\circ 20'$. 12. $C = 5,9 \cdot 10^6 \text{ F}$. 13. $E = \frac{U_0}{x \ln(R/r)} = 136 \text{ kV/m}$. 14. $E = \frac{UR_1 R_2}{(R_1 - R_2)x^2} = 44,5 \text{ kV/m}$. 15. $W = 0,05 \text{ J}$. 16. 1) $P = 560 \text{ V/sm}$; 2) $d = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; 3) $\vartheta = 10^7 \text{ m/s}$; 4) $W = 6,95 \cdot 10^{-7} \text{ J}$; 5) $C = 1,77 \cdot 10^{-11} \text{ F}$; 6) $13,9 \cdot 10^5 \text{ N}$. 18. $q = -2,23 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$. 19. $P = 0,157 \text{ N}$. 20. $\rho = \frac{\varepsilon \rho_1}{\varepsilon - 1}$. 21. $\frac{F}{S} = 5,1 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$. 22. $\frac{a}{R} = \frac{\delta}{\sqrt{1 - \delta^2}} \cong \delta$. $\delta = 0,05$ va $R = 0,25 \text{ m}$ bo'lganda $a = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. 24. $\tau = 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ Kl/m}$. 25. $r = 10^{-6} \text{ m}$; $q = 7,3 \cdot 10^{-18} \text{ Kl}$. 26. 1) $E = 5,7 \text{ V/m}$; 2) $\vartheta = 10^6 \text{ m/s}$; 3) $A = 4,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;

$U = 2,8 \text{ V}$. 27. 2 marta. 28. $\sigma = 1,77 \cdot 10^{-6} \text{ Kl/m}^2$. 29. $\frac{U_1}{U_2} =$
 $\frac{\ln \frac{r+d_1}{r}}{\ln \frac{R}{r+d_1}} = 1,35$. 30. $\vartheta = \sqrt{\frac{2qR_1R_2U(r_1-r_2)}{m(R_1-R_2)r_1r_2}} = 1,54 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.
 31. $W = 0,1 \text{ J}$. 32. $E = 6 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$; $W_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ J}$; $W_2 = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{ J}$.

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	D	A	B	A	D	B	A	A	A
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	C	D	A	A	A	C	A	C	C

3.2. Elektr toki

1. $N = 200$ o'ram. 2. $t = 70^\circ \text{C}$ haroratgacha.
 3. $U = 2,7 \text{ V}$; $r = 0,9 \text{ Om}$. 4. $I_1 = 0,6 \text{ A}$; $I_2 = 0,4 \text{ A}$; $I = I_1 + I_2 = 1 \text{ A}$. 5. $I = 0,2 \text{ A}$. 6. 1) Ampermetrga parallel $R = 0,02 \text{ Om}$ qarshilik ulash kerak; 2) ampermetr shkalasi bo'linmalarining qiymati $0,1 \text{ A/bo'lim}$ dan 1 A/bo'lim gacha o'zgaradi.
 7. 1) $2,4 \text{ kVt}$; 2) $2,3 \text{ kVt}$; 3) 96% . 8. $\varepsilon = 4 \text{ V}$; $r = 1 \text{ Om}$. 9. 16 Vt .
 10. $Q = 2,5 \cdot 10^5 \text{ J} = 60 \text{ kkal}$. 11. $\eta = 80 \%$. 12. $\Delta t = 1,8^0$.
 14. $I = 4 \text{ A}$. 15. $I_1 = 0,385 \text{ A}$; $I_2 = 0,077 \text{ A}$; $I_3 = 0,308 \text{ A}$.
 16. 100 V . 17. 1) $U_1 = 120 \text{ V}$; $U_2 = 80 \text{ V}$; 2) $U_1 = U_2 = 100 \text{ V}$.
 18. 1) $R = 70 \text{ Om}$; 2) a) $87,7 \text{ Om}$; b) $116,7 \text{ Om}$; c) 175 Om ; d) 350 Om ; 19. 1) $I = 0,11 \text{ A}$; 2) $U_1 = 0,99 \text{ V}$; 3) $U_2 = 0,11 \text{ V}$; 4) $\eta = 0,9$. 20. $\eta = 80 \%$. 21. $R_1 = 1,5 \text{ Om}$; $R_2 = 2,5 \text{ Om}$; $U_1 = 7,5 \text{ V}$ va $U_2 = 12,5 \text{ V}$. 22. $R_1 = 60 \text{ Om}$. 23. $\varepsilon = 170 \text{ V}$.
 24. 1) $\frac{Q_m}{Q_p} = 5,9$; 2) $\frac{U_m}{U_p} = 1$. 25. $\varepsilon = 6 \text{ V}$; $r = 1 \text{ Om}$. 26. $\varepsilon = 100 \text{ V}$.
 27. 1) 45 min ; 2) 10 min . 28. 3^0 ga. 29. $I_1 = I_2 = 26,7 \text{ mA}$; $I_3 = I_4 = 4 \text{ mA}$. 30. $R = 0,75 \text{ Om}$; $I_2 = 2 \text{ A}$; $I_R = 4 \text{ A}$.
 31. $R_1 = 20 \text{ Om}$. 32. $\varepsilon_2 = 35 \text{ V}$; $\varepsilon_3 = 55 \text{ V}$. 33. $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 4 \text{ V}$; $r_1 = r_2 = 1 \text{ Om}$. 34. 75 mA .

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	B	A	D	C	B	C	A	C	C
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	A	D	A	B	B	A	A	B	

IV. TEBRANISH VA TO‘LQINLAR

4.1. Mexanik tebranma harakatlar va to‘lqinlar

1. $x = 0,1 \sin 0,5\pi t$ m. 2. 1) $x = 5 \sin\left(\frac{\pi t}{4}\right)$ sm;
 2) $x = 5 \sin\left(\frac{\pi t}{4} + \frac{\pi}{2}\right)$ sm; 3) $x = 5 \sin\left(\frac{\pi t}{4} + \pi\right)$ sm.
 3. $\vartheta = 0,136$ m/s. 4. 1) $\frac{W_k}{W_p} = 3$; 2) $\frac{W_k}{W_p} = 1$; 3) $\frac{W_k}{W_p} = \frac{1}{3}$. 5. 0,78 s.
 6. $A = 4,6 \cdot 10^{-2}$ m, $\varphi = 62^\circ 46'$. 7. $\frac{x^2}{1} + \frac{y^2}{4} = 1$ – radiusi 2 m
 bo‘lgan aylana tenglamasi. 8. $\frac{A_1}{A_2} = 1,22$. 9. 1) 350 m/s;
 2) 0,785 m/s. 10. $x = 0,025$ m. 11. 1) $x = 50 \sin\left(\frac{\pi t}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$ mm;
 2) $x_1 = 35,2$ mm; $x_2 = 0$. 12. 1 sekunddan so‘ng.
 13. $t = 3,9, 15$ s, 14. $F_{\max} = 19,7 \cdot 10^{-5}$ N; $W_{\text{to'la}} = 4,93 \cdot 10^{-6}$ J. 15. $\vartheta = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = 0,31$ m/s. 16. $k = 805$ N/m.
 17. $\rho = \frac{16\pi m}{\tau^2 a^2 g} = 890$ kg/m³. 18. 1) $A = 5$ sm, $\varphi = 36^\circ 52' \cong 0,2\pi$;
 2) $x = 5 \sin(\pi t + 0,2\pi)$ sm. 19. $S = 0,112 \sin(10\pi t + \pi/3)$ m. 20. $\chi = 0,023$. 22. $x = 0$; $\vartheta = 7,85 \cdot 10^{-2}$ ms; $a = 0$.

Testlar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	A	D	D	A	A	A	C	C	A
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	A	D	D	C	D	D	D	A	A

ILOVALAR

Moddalarning zichligi

Qattiq jismlar

Alyuminiy	$27 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Qo'rg'oshin	$11,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Muz	$0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Kumush	$10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Mis	$8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Po'lat	$7,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Qalay	$7,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Xrom	$7,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Temir	$7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Platina	$21,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Suyuqliklar

Benzin	$0,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Neft	$0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Suv	$1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Simob	$13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Kerosin	$0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Spirt	$0,79 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Kanakunjut moyi	$0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	Glitserin	$1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Gazlar (normal sharoitlarda)

Azot	$1,25 \text{ kg/m}^3$	Havo	$1,29 \text{ kg/m}^3$
Vodorod	$0,09 \text{ kg/m}^3$	Kislorod	$1,43 \text{ kg/m}^3$

Cho'zilishga mustahkamlik chegarasi σ_{must} va elastiklik moduli E

Modda	$\sigma_{must}, 10^6 \text{ Pa}$	$E, 10^9 \text{ Pa}$
Alyuminiy	100	70
Mis	400	120
Qalay	20	50
Qo'rg'oshin	15	15
Kumush	140	80
Po'lat	500	200

Moddalarning issiqlik xossalari

Qattiq jismlar

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K)	Erish harorati, °C	Solishtirma erish issiqligi, kJ/kg
Alyuminiy	0,88	660	380
Muz	2,1	0	330
Mis	0,38	1083	180
Qalay	0,23	232	59
Qo'rgoshin	0,13	327	25
Kumush	0,23	960	87
Po'lat	0,46	1400	82

Suyuqliklar

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K)	Erish harorati, °C	Solishtirma erish issiqligi, kJ/kg
Suv	4,2	100	2,3
Simob	14	357	0,29
Spirt	2,4	78	0,85

Gazlar

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K) [normal bosimda]	Kondensatsiya harorati, °C [doimiy bosimda]
Azot	1,0	– 196
Vodorod	14	– 253
Havo	1,0	–
Kislorod	0,92	– 183

Suyuqliklarning sirt taranglik koeffisienti, mN/m, (20 °C da)

Suv	78	Neft	30
Kerosin	24	Simob	22
Suv eritmasi	40	Spirt	510

Yonilg'ining yonish solishtirma issiqligi, (10⁶ J/kg)

Benzin	46	Kerosin	46
Yog'och	10	Porox	3,8
Dizel yonilg'isi	42	Spirt	29
Toshko'mir	29	Shartli yonilg'i	29

To'yingan bug' bosimi P va zichligi ρ ning haroratga t ga bog'liqligi

t , °C	P , kPa	ρ , 10 ⁻³ kg/m ³	t , °C	P , kPa	ρ , 10 ⁻³ kg/m ³
- 5	0,40	3,2	10	1,23	9,4
0	0,61	4,8	11	1,33	10,0
1	0,65	5,2	12	1,40	10,7
2	0,71	5,6	13	1,49	11,4
3	0,76	6,0	14	1,60	12,1
4	0,81	6,4	15	1,71	12,8
5	0,88	6,8	16	1,81	13,6
6	0,93	7,3	17	1,93	14,5
7	1,0	7,8	18	2,07	15,4
8	1,06	8,3	19	2,20	16,3
9	1,14	8,8	20	2,33	17,3

Moddalarning dielektrik singdiruvchanligi

Suv	81	Parafin	2,1
Kerosin	2,1	Slyuda	6
Moy	2,5	Shisha.....	7

Pirimetrik jadval

Quruq termometrlarning ko'rsatishi, °C	Quruq va nam termometrlar ko'rsatishlarining farqi, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nisbiy namlik											
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	95	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Metallar va qotishmalarning solishtirma qarshiligi ρ (20 °C da) va qarshilikning harorat koeffitsienti α

Modda	$\rho, 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$	$\alpha, \text{ K}^{-1}$	modda	$\rho, 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$	$\alpha, \text{ K}^{-1}$
Alyuminiy	2,8	0,0042	Nixrom	110	0,0001
Volfam	5,5	0,0048	Qo'rg'oshin	21	0,0037
Jez	7,1	0,0010	Kumush	1,6	0,004
Mis	1,7	0,0043	Po'lat	12	0,006
Nikelin	42	0,0001			

Elektrokimyoviy ekvivalentlar, (10^{-6} kg/Kl)

Alyuminiy (Al^{3+})	0,093	Nikel (Ni^{2+})	0,30
Vodorod (H^+)	0,0104	Kumush (Ag^+)	1,12
Kislorod (O^{2-})	0,083	Xrom (Cr^{3+})	0,18
Mis (Cu^{2+})	0,33	Rux (Zn^{2+})	0,34
Qalay (Sn^{2+})	0,62		

Elektronlarning chiqish ishi, eV

Volfram	4,5	Platina	5,3
Kaliy	2,2	Kumush	4,3
Litiy	2,4	Rux	4,2
Bariy oksid	1,0		

Sindirish ko'rsatkichi (ko'rinadigan nurlar uchun)

Olmos	2,4	Serouglerod	1,63
Suv	1,3	Etil spirt	1,36
Havo	1,00029	Shisha	1,6

Ba'zi izotoplarning nisbiy atom massasi, a.m.b

1_1H Vodorod	1,00783	$^{10}_5B$ Bor	10,01294
2_1H Deyteriy	2,01410	$^{11}_5B$ Bor	11,00931
3_1H Tritiy	3,01005	$^{14}_7N$ Azot	12,00000
3_2He Geliy	3,01602	$^{12}_6C$ Uglerod	14,00307
4_2He Geliy	4,00260	$^{16}_8O$ Kislorod	15,99491
6_3Li Litiy	6,01513	$^{17}_8O$ Kislorod	16,99913
7_3Li Litiy	7,01601	$^{27}_{13}O$ Alyuminiy	26,98146
8_4Be Berilliy	8,00531		

Quyosh, Yer va Oy tog'risidagi ma'lumotlar

Quyosh radiusi, m	$6,96 \cdot 10^8$
Quyosh massasi, kg	$1,99 \cdot 10^{30}$
Yerning o'rtacha radiusi, m	$6,371 \cdot 10^6$
Yer massasi, kg	$5,976 \cdot 10^{24}$
Yerning o'z o'qi atrofida to'la aylanish vaqti	3 soat 56 minut 4,09 sek
Erkin tushish tezlanishi (Parij kengligida, dengiz sathida), m/s ²	9,80665
Normal atmosfera bosimi, Pa	101325
Havoning molyar massasi, kg/mol	0,029
Yerdan Quyoshgacha o'rtacha masofa, m	$1,46 \cdot 10^{11}$
Oy radiusi, m	$1,737 \cdot 10^6$
Oy massasi, kg	$7,35 \cdot 10^{22}$
Oyning Yer atrofida aylanish davri	27 sutka 7 soat 43 minut
Oy sirtida erkin tushish tezlanishi, m/s ²	1,623
Oydan Yergacha o'rtacha masofa, m	$3,844 \cdot 10^8$

**0 – 90° burchaklar uchun sinuslar va tangenslarning qiymatlari
jadvali**

Gradus	<i>sin</i>	<i>tg</i>	Gradus	<i>sin</i>	<i>tg</i>	Gradus	<i>sin</i>	<i>tg</i>
0	0,0000	0,0000	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
1	0,0175	0,0175	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
2	0,0349	0,0349	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
3	0,0523	0,0524	34	0,5592	0,6745	64	0,8988	2,050
4	0,0698	0,0699	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
5	0,0872	0,0875	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
6	0,1045	0,1051	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
7	0,1219	0,1228	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,475
8	0,1392	0,1405	39	0,6293	0,8098	69	0,9336	2,605
9	0,1564	0,1584	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
10	0,1736	0,1763	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
11	0,1908	0,1944	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
12	0,2079	0,2126	43	0,6820	0,9325	73	0,9563	3,271
13	0,2250	0,2309	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,487
14	0,2419	0,2493	45	0,7071	1,0000	75	0,9659	3,732
15	0,2588	0,2679	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
16	0,2756	0,2867	47	0,7314	1,072	77	0,9744	4,331
17	0,2924	0,3057	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
18	0,3090	0,3249	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
19	0,3256	0,3443	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
20	0,3420	0,3640	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
21	0,3584	0,3839	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
22	0,3746	0,4040	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,144
23	0,3907	0,4245	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
24	0,4067	0,4452	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
25	0,4226	0,4663	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
26	0,4384	0,4877	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
27	0,4540	0,5095	58	0,8480	1,600	88	0,9994	28,64
28	0,4695	0,5317	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,29
29	0,4848	0,5543	60	0,8660	1,732	90	1,0000	∞
30	0,5000	0,5774						

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Волкенштейн В.С.. Умумий физика курсидан масалалар тўплами. – Т.: Ўқитувчи, 1990. 456 б.
2. Трофимова Т.И., Павлова З.Г. Сборник задач по курсу физики с решениями: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1999. – 591 с.
3. Антошина Л.Г. и др. Общая физика: Сб. задач: Учеб. пособие // Под ред. проф. Б.А. Струкова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 336 с.
4. Белонучкин В.Е.. Задачи по общей физике. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 336 с.
5. Хохлачева Г.М. и др. Практический курс физики. Электричество // Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 182 с.
6. Анисимов В.М., Третьякова О.Н.. Практический курс физики Механика. Под редакцией проф. Г.Г. Спирина 5-е изд., испр. - М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 2008. – 168с.
7. Новодворская Е.М., Дмитриев Э.М.. Сборник задач по физике с решениями для вузов. – М.: ООО Издательский дом «ОНИКС 21 век»: ООО Издательство «Мир и Образование», 2005. – 368 с.
8. Гладской В.М., Самойленко П.И.. Сборник задач по физике с решениями: Пособие для вузов. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004. – 288 с.
9. Лаушкина Л.А. и др. Практический курс физики. Молекулярная физика и термодинамика // Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 2008. – 156 с.
10. Komolxo‘jayev Sh.M. va b. Hozirgi zamon tabiiy fanlar konsepsiyasi. – Т.: Tafakkur, 2013. 288 b.

MUNDARIJA

KIRISH	3
Birliklarning xalqaro tizimi	3
Masalalarni yechish uchun metodik ko‘rsatmalar	6
I BOB. MEXANIKANING FIZIK ASOSLARI	8
1 – §. Kinematika	8
2 – §. Dinamika	20
3 – §. Qattiq jismlarning aylanma harakati	37
4 – §. Gazlar va suyuqliklar mexanikasi	51
II BOB. MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA	62
5 – §. Molekulyar kinetik nazariya va termodinamikaning fizik asoslari	62
III BOB. ELEKTR VA MAGNETIZM	82
6 – §. Elektrostatika	82
7 – §. Elektr toki	100
IV BOB. TEBRANISH VA TO‘LQINLAR	119
8 – §. Garmonik tebranma harakatlar va to‘lqinlar	119
JAVOBLAR	134
ILOVALAR	147
ADABIYOTLAR	153

Muharrir: Sidiqova K.A.

Musahhih: Adilxodjayeva Sh.M.