

O'QUV ADABIYOTINING NASHR RUXSATNOMASI

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va
innovatsiyalar vazirligining 20 24 yil "04" Mart
dagi "55"-sonli buyrug'iga asosan

G.N.MAJIDOVA, M.G.DADAMIRZAYEV, K.B.UMAROV
(muallifning familiyasi, ismi-sharifi)

60730300 - Ta'lim yo'nalishi: Bino va inshootlar qurilishi (turlari
(ta'lim yo'nalishi (mutaxassisligi))
bo'yicha)

ning
talabalari (o'quvchilari) uchun tavsiya etilgan

Fizikadan masalalar to'plami (mexanika va molekulyar fizika)
(o'quv adabiyotining nomi va turi: darslik, o'quv qo'llanma)

ga
O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi
tomonidan litsenziya berilgan nashriyotlarda nashr
etishga ruxsat berildi.

Vazirning birinchi
o'rinbosari



K. Karimov

No 522954

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALARI VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH
INSTITUTI**

G.N.MAJIDOVA, Q.B.UMAROV, M.G'.DADAMIRZAYEV

FIZIKADAN MASALALAR

TO'PLAMI

(MEXANIKA VA MOLEKULYAR FIZIKA)

O'QUVQO'LLANMA

(60730300 – Qurilish muhandisligi (bino va inshootlar qurilishi)

ta'lim yo'nalishlari uchun

NAMANGAN - 2024

UO‘K: 53 (075)

KBK: 22.3

M-11, U-44, D-11

Fizikadan masalalar to‘plami / o‘quv qo‘llanma / G.N.Majidova, Q.B.Umarov, M.G’.Dadamirzayev, Namangan: «SUNRISE-PRO», 2024. – 160-b.

KBK: 22.3

Ushbu o‘quv qo‘llanmada «Fizika kursi» dagi mexanika va molekulyar fizika qismidagi mavzularga doir nazariy ma’lumotlar, masalalarni yechish uslublari va namunalari, mustaqil yechish uchun masalalar va mantiqiy topshiriqlar hamda adabiyotlar ro‘yxati keltirilgan.

Ushbu o‘quv qo‘llanma oiliy ta’lim muassasalarining 60730300 – Qurilish muhandisligi (bino va inshootlar qurilishi hamda barcha texnika ta’lim yo‘nalishlari bo‘yicha bakalavrlar tayyorlash bo‘yicha ishlab chiqilgan fizikadan o‘quv dasturiga moslab tuzilgan.

Ma’sul muharir:

S.Boydedayev – NamMQI f.-m.f.n.

Taqrizchilar:

A. Mamadjanov – NamMQI f.-m.f.n

B.Abdulazizov – NamDU f.-m.f.d.

Mazkur o‘quv qo‘llanma O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 04.03.2024-yildagi 55-sonli buyrug‘iga asosan № 522954-raqamli nashr ruxsatnomasiga ega.

ISBN: 978-9910-710-14-8

© G.N.Majidova, Q.B.Umarov, M.G’.Dadamirzayev, 2024.

© «SUNRISE-PRO», 2024.

MUNDARIJA

SO‘Z BOSHI.....	6
KIRISH.....	7
I. <i>Kinematika</i>.....	11
1.1. Kinematika asoslariga doir nazariy ma'lumotlar.....	11
1.2. <i>Masalalar yechish bo'yicha na'munalar</i>.....	17
1.3. <i>Mustaqil ishlash uchun masalalar</i>.....	24
1.4. <i>Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar</i>.....	28
II. <i>Dinamika</i>.....	30
2.1. Moddiy nuqtada dinamikaga doir nazariy ma'lumotlar.....	31
2.2. <i>Masalalar yechish bo'yicha na'munalar</i>.....	40
2.3. <i>Mustaqil ishlash uchun masalalar</i>.....	45
2.4. <i>Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar</i>.....	53
III. <i>Qattiq jismlarning aylanma harakati</i>.....	56
3.1 Qattiq jismlar kinematikasi va dinamikasiga doir nazariy ma'lumotlar.....	56
3.2 <i>Masalalar yechish bo'yicha na'munalar</i>.....	61
3.3 <i>Mustaqil ishlash uchun masalalar</i>.....	65
3.4 <i>Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar</i>.....	69
IV. <i>Mexanik tebranishlar va to'lqinlar</i>.....	73
4.1 Mexanik tebranishlar va to'lqinlarga doir nazariy ma'lumotlar.	73
4.2 <i>Masalalar yechish bo'yicha na'munalar</i>.....	80
4.3 <i>Mustaqil ishlash uchun masalalar</i>.....	86
4.4 <i>Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar</i>.....	87
V <i>Suyuqliklar va gazlar mexanikasi</i>.....	90

5.1	Suyuqliklar va gazlar mexanikasiga doir nazariy ma'lumotlar..	90
5.2	<i>Masalalar yechish bo'yicha na'munalar.....</i>	95
5.3	<i>Mustaqil ishlash uchun masalalar.....</i>	98
5.4	<i>Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar.....</i>	102
VI.	<i>Molekulyar kinetik nazariya.....</i>	105
6.1	Molekulyar kinetik nazariya va statistik fizikaga doir nazariy ma'lumotlar.....	105
6.2	<i>Masalalar yechish bo'yicha na'munalar.....</i>	114
6.3	<i>Mustaqil ishlash uchun masalalar.....</i>	116
6.4	<i>Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar.....</i>	120
VII.	<i>Termodinamikaasoslari.....</i>	122
7.1	<i>Termodinamikaasoslariga doir nazariy ma'lumotlar.</i>	122
7.2	<i>Masalalar yechish bo'yicha na'munalar.....</i>	132
7.3	<i>Mustaqil ishlash uchun masalalar.....</i>	137
7.4	<i>Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar.....</i>	142
	FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI	152

SO‘Z BOSHI

Hozirgi kundaoliy ta’lim muassasalari oldida ta’lim va ilm-fanni modernizatsiya qilish vazifasi turibdi. Oliy ta’limdagi o’zgarishlar talabada keyingi o’zini o’zi anglash uchun zarur bo’lgan ma’lum miqdordagi bilim, ko’nikma va malakalarni shakllantirishga qaratilgan bo’lishi kerak. Hozirda, ta’lim jarayonida zarur bo’lgan axborotlar miqdori doimiy ravishdaoshib borayotganligi sababli, mavjud o’qitish texnologiyalarini takomillashtirish va yaratish, o’quv jarayonini takomillashtirish masalasi dolzarb bo’lib qolmoqda.

Oliy ta’lim muassasalarida mutaxassislar tayyorlashdaasosiy e’tibor innovasion yondashuv asosida ta’lim sifatini oshirishga qatatilmoqda. Buning uchun, talabalar mustaqil ishlarini sifatli tashkil etishdao’quv uslubiy majmualar xalqaro talablarga javob beradigan darajada yaratilish zarurati tug’ilmoqda. Buning uchun, oliy ta’lim muassasalaridao’qitiladigan fanlarning mazmunini tubdan qayta ko’rib chiqishni taqozoetadi.

Hozirgi kunda, axborotlar texnologiyasi va ko’lamining tez kengayib borishi, vaqt tanqisligi esa katta hajmdagi o’quv adabiyotlariga ehtiyojni kamaytirib, asosiy ma’lumotlarni mujassamlashtirgan ixcham va uslubiy jihatdan yuqori did bilan tuzilgan qo’llanmalarga zaruriyat tug’ilmoqda.

Shu munosabat bilan, mualliflar uzoq yillar mobaynida muhandislar tayorlashda turli ta’lim yo’nalishlari bo’yicha tahsil olayotgan talabalarga o’tkazgan amaliy mashg’ulotlari asosida ushbu «Fizikadan masalalar to’plami (Mexanika va molekulyar fizika)» o’quv qo’llanmasini yaratdi. U oliy ta’lim muassasalari bakalavr ta’lim yo’nalishlarining “Muxandislik ishi” ta’lim sohasiga mo’ljallangan bo’lib, fizika fanining « Mexanika va molekulyar fizika» bo’limiga tegishli bo’lgan ma’lumotlar asosida fizikaning o’quv dasturlariga mos holda tuzilgan.

Ushbu o’quv qo’llanmada «Fizika kursi» ning « Mexanika va molekulyar fizika» bo’limiga tegishli nazariy ma’lumotlar, masalalar yechish bo’yicha na’munalar, masalalar va mantiqiy topshiriqlar to’plami hamdaa asosiy adabiyotlar ro’yxati keltirilgan.

Muallifkar.

KIRISH

Oliy ta'lim muassasalarida o'qitish tizimini xalqaro talablar darajasiga ko'tarish hamda bilimli, izlanuvchan, ilmiy salohiyatli kadrlar tayyorlashga qaratilgan masalalarni hal etishda, asosan xalqaro tajribalardan foydalangan holda o'quv-uslubiy ta'minot yaratish zarur bo'ladi. Mavjud bo'lgan ilmiy o'quv-uslubiy adabiyotlarning (dasturlar, ko'rsatmalar, qo'llanmalar, darsliklar, tegishli yo'riqnomalar va boshqalar) mazmunini tahlil qilish natijasida fizik masalalarni yechish va tuzish usullari fan mazmuni mezonlariga javob beradi, ammo uslubiy qism umumiy ko'rsatmalar shaklida tuzilgan va bu talabalarning mustaqil ishlashini qiyinlashtiradi. Bu esa sohani umumlashtirish va tizimlashtirish nuqtai nazaridan o'qitish usullarini ko'rib chiqish zaruratiga olib keladi.

Fizikani o'qitishda muxandislarda fizik jarayon va hodisalarni kusatish, tushunish va tushuntirish, fizik kattaliklarni bilish, o'lchash vaxulosalar chiqarish, fizik bilimlar va asboblardan amaliyotda foydalana olish, yangi g'oyalarni yaratish hamda ilmiy, ishlab chiqarish va umumiy tadbirlarda faol muloqot qilish, muammoni echa olish va yangi yechimlarni topa olish qobiliyatini shakllantirish asosiy vazifalar qilib belgilanadi. Bunga erishishda, bizning nazarimizda, asosiy e'tiborni amaliy mashg'ulot darslarida talabalarning masalalarni mustaqil yecha olishlariga qaratish lozim.

Umumiy fizika kursidagi masalalarni talabalar mustaqil yecha olishlari uchun bu muammo ustida qo'shimcha izlanishlarni olib borishga to'g'ri keladi. Bunda, asosan o'quv jarayonini takomillashtirish, bilish faolligini shakllantirish, talabalarning bilim sifatini oshirish masalalariga e'tibor qaratish lozim.

Fizikadan masalalarni yechishda talabalarning ko'pchiligi va hatto nazariy tayyorgarligi yaxshi bo'lgan talabalar ham qiynalishadi. Amaliy mashg'ulotlarda asosan masalalarni yechishda o'qituvchi an'anaviy usuldan foydalanadi: o'qituvchi bir yoki ikkita aniq masalani yechish misolida berilgan mavzu bo'yicha masalalar yechishning umumiy tamoyillarini tushuntiradi va keyin esa jamoaviy tartibda masalani yechadi, talabalar asosan doskadan ko'chiradi, bunda o'zlari tahlil qilishga vaxulosachiqarishga imkoniyati bo'lmaydi. Fizik

masalalarni yechish jarayonida ko'phollarda "xususiylikdan umumiylikka" tamoyiliga asoslanadi, bunda talabalar muayyan fizik masalani yechish usullarini va yo'llarini mustaqil tanlash imkoniyati bo'lmaydi. Odatda, fizik masalalarni yechishda quyidagi usullardan foydalaniladi: passiv, aktiv va mustaqil. Passiv usulda asosan, masalayechish jarayonida o'qituvchi 1-2 ta masalani yechib ko'rsatadi va keyin talabalar jamoaviy holda masalalarni yechadi. Bu usulda talabalar masalayechishdagi ishtiroki kamroq bo'ladi. Aktiv usulda talabalar oldilariga qo'yilgan masalalarni jamoaviy holda yechadilar. Bu usulda talabalar jarayonda faol ishtirok etadi. Mustaqil yechish usulida talaba yakka tartibda fizik masalalarni mustaqil o'zi yechadi.

Bizning fikrimizcha, masalalarni yechishda "umumiylikdan xususiylikka" tamoyilidan foydalanilsa, talabalarda, birinchi navbatda, fizik masalalarni umumlashtirilgan holda yechish qobiliyatini shakllantirishga erishiladi. Masalalarni yechishning "umumiylikdan xususiylikka" tamoyili usulini barcha masalalarni yechishda foydalanib bo'lmaydi. Bu usuldan ma'lum bir guruh masalalarini yechishda foydalanish maqsadga muvofiqdir. Nazariy material bilan endigina tanishayotgan va zarur amaliy ko'nikmalarga ega bo'layotgan talabalar uchun induksiya usuli ko'proq mos keladi.

Talabalar muayyan turdagi masalalarni yechish usullari bilan tanishish, ularni o'zlashtirish va keyin o'qituvchi bilan hamkorlikda muayyan turdagi masalalarni yechishda umumlashtirilgan usuldan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Ushbu umumlashtirilgan usulda talabalar, masalalarni yechish jarayonida har bir bosqichda amalga oshiriladigan jarayonning mohiyatini chuqurroq anglashi kerak bo'ladi. Buning uchun muayyan turdagi masalalarni yechishning umumlashtirilgan usulini tashkil etishning metodik va analitik jihatidan algaritmni yaratish zarur bo'ladi.

Fizik masalalarni yechishda na faqat fizik hodisalarning mohiyatini bilish, balki bu masalaning mazmunini va olingan natijasini tahlil qila bilish ham muhimdir. Umuman olganda, masalalarni yechish jarayoni 3 ta bosqichda amalga oshiriladi: fizikaviy, matematikaviy va tahliliy. Fizikaviy bosqichda, masalaning sharti bilan tanishish, fizik jarayonlarning tahlili va zaruriy qonun hamda tenglamalarni taqqoslash, matematikaviy bosqichda, umumiy holda fizik jarayonga tegishli tenglamalarni

shakllantirish orqali masalani yechish va sonli hisoblashlarni hamda tahliliy bosqichda masalalar shartigaolingan javoblarni mosligi, olingan sonli qiymatlarning fizik kattalik qiymatlariga mos kelishi vaolingan natijani o'lchamligini tahlili amalgaoshirishiriladi. Masalani yechishda bosqichlar ketma-ketligini amalgaoshirishda muayyan yechim usuli tanlanadi.

Fizikaviy bosqich jarayonini kirish vaasosiy qismlargaajratish mumkin. Kirish qismida masalaning sharti bilan tanishish: masalaning mazmuni tushunish va masalaning shartini rasmda ifodalash. Asosiy qismda sifatiy va miqdoriy tahlilini amalgaoshiriladi. Sifatiy tahlilda masaladagi fizik jarayonlar va miqdoriy tahlilda masaladagi fizik jarayonlarga tegishli qonun va tenglamalar aniqlanadi.

Matematikaviy bosqichni 3 ta qismlargaajratiladi: birinchi qismda, masaladagi fizik jarayonlarga tegishli umumiy tenglamalar keltiriladi va masala shartiga ko'ra soddalashtiriladi. Ikkinchi qismda tenglamalar yordamida masala shartidagi fizik kattalikni hisoblash uchun ifoda keltirilib chiqariladi. Keyingi qismida keltirilgan fizik kattaliklar birligini SI sistemasida ifodalash va keltirilib chiqarilgan ifoda yordamida hisoblashlar amalgaoshiriladi.

Tahliliy bosqichni 2 qismga: fizik kattaliklar va fizik hodisalar tahliligaajratish mumkin. Fizik kattaliklar tahlilidaaniqlangan fizik kattalik qiymati amaldagiga mos kelishi va masala shartidagi fizik kattaliklar qiymatlariga bog'liqliklari tahlili amalgaoshiriladi. Fizik hodisalar tahlilida, masalada keltirilgan fizik hodisalarni ta'lim yo'nalishiga mos keluvchi hodisalar asosida tahlili amalgaoshiriladi. Bunda, talabalarda fizik hodisalarni kelgusi kasbiy faoliyatlarida qo'llay olish ko'nikmalari sakllantirishgaerishiladi.

Mantiqiy usulda berilgan masalalarni yechish jarayonini fizikaviy va tahliliy bosqichlardaamalgaoshiriladi. Bu usuldaasosan talabalarni mantiqiy fikrlash qobiliyatini oshirishga qaratilgan bo'ladi.

MEXANIKA

Fizika– tabiat to‘g‘risidagi fanlaridan biri bo‘lib, u tabiat hodisalarini ya’ni materiyaning xossalarini, shu o‘zgarishlarni ifodalay oladigan qonun va qoidalarni o‘rganadi.

Fizika - bizni o‘rab turgan nihoyatda ulkan va murakkab olamning eng muhim hossalarini, uning eng muhim harakati turlarini, bu harakatlarni tavsiflovchi qonunlarni hamda hodisalar orasidagi munosabatlarni o‘rganadi.

Fizik hodisa – muayyan jismlarda vaqt o‘tishi bilan sodir bo‘luvchi qonuniy bog‘lanishlar majmuasidan iborat.

Fizika- tabiat hodisalarining kechish qonuniyatlari va turli hodisalar orasidagi bog‘lanishlarni o‘rganuvchi fandir. Hodisani boshqa hodisalar bilan o‘zaro bog‘lanishlar to‘laligicha saqlanib qoladigan tabiiy sharoitlardao‘rganish **kuzatish** deb ataladi.

O‘rganilayotgan fizik hodisani asosiy bo‘lmagan bog‘lanishlardan ajratib olib, nazorat qilib turiladigan sun’iy sharoitlarda qaytadan takrorlab kuzatish **tajriba** deb ataladi

Fizik kattalik - miqdoriy ifodalanishi mumkin bo‘lgan fizik tushuncha hisoblanadi.

Fizika qonunlar - fizik kattaliklarni bir biriga bog‘laydi, shuning uchun ham fizik kattaliklarni o‘lchash zarurati paydo bo‘ladi.

Fizik kattalikni o‘lchash - bu o‘lchash vositalari yordamida fizik kattalik miqdorini tegishli birliklardaaniqlash demakdir.

Umuman olganda fizik kattaliklar birligini ixtiyoriy tanlash mumkin, lekin ularni solishtirishlarda qiyinchiliklar paydo bo‘ladi. Shuning uchun hamma fizik kattaliklarni o‘z ichigaoluvchi birliklar sistemasi olinishi maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Birliklar sistemasini yaratishda, ixtiyoriy bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan fizik kattaliklar tanlanib olinadi. Bu birliklar **asosiy birliklar** deb ataladi. Bularga: uzunlik, massa, vaqt, tok kuchi, temperatura, modda miqdori va yorug‘lik kuchi kiradi. Qolgan kattaliklar va birliklar, bu kattaliklarni asosiy kattaliklar bilan bog‘lanish qonunlaridan keltirilib chiqarilidi va buni**hosilaviy birliklar** deyiladi.

Fizik kattaliklar ikki turga bo'linadi:

1) **Vektor kattaliklar** – ham son qiymatiga ham yo'nalishgaega bo'lgan kattaliklar

2) **Skalyar kattaliklar** – faqat son qiymatigaega bo'lgan kattaliklar

Vektor kattaliklarni geometrik usulda qo'shiladi. Skalyar kattaliklar esa algebralik usulda qo'shiladi

Fizikani o'rganishda bo'limlarga ajratib o'rganish maqsadga muvofiqdir. Umumiy fizika kursi odatda mexanika, molekulyar fizika, elektr va magnetizm, optika hamda atom va yadro fizikasiga bo'linadi.

Fizikaning mexanika bo'limidagi jismlarning “harakat va muvozanat” qonunlari o'rganiladi. Odatda mexanika 3 ta qismga bo'linadi.

	<i>Kinematika</i>
<i>Mexanika</i>	<i>Dinamika</i>
	<i>Statika</i>

KINEMATIKADA – jismlarning harakati, bu harakatni yuzaga keltirayotgan sabablar e'tiborga olinmay o'rganiladi.

DINAMIKADA - jismlarning harakati qonunlari va jismlar harakatini yuzaga keltirayotgan sabablar o'rganiladi.

STATIKADA – jismlar sistemasining muvozanat qonunlari o'rganiladi.

1. KINEMATIKA

1.1. Kinematika Asoslari.

Materiyaning har qanday o'zgarishi-murakkab harakatdir. Materiyaning eng sodda harakatlaridan biri mexanik harakat bo'lib, mexanik harakat degandajismlarning yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan vaziyatining o'zgarishi tushuniladi.



Mexanik harakat 3 taasosiy turi mavjud.

1. **Ilgarilanma harakat** – jismning ixtiyoriy ikki nuqtasidan o'tkazilgan to'g'ri chiziq harakat davomida bir-birigaparallelligicha qoladigan yoki ustma-ust tushadigan harakat.

2. **Aylanma harakat** – jismning biror nuqtadan bir xil masofada hosil bo'ladigan harakati.

3. **Tebranma harakat** – biror muvozanat atrofida harakatning takrorlanishi.

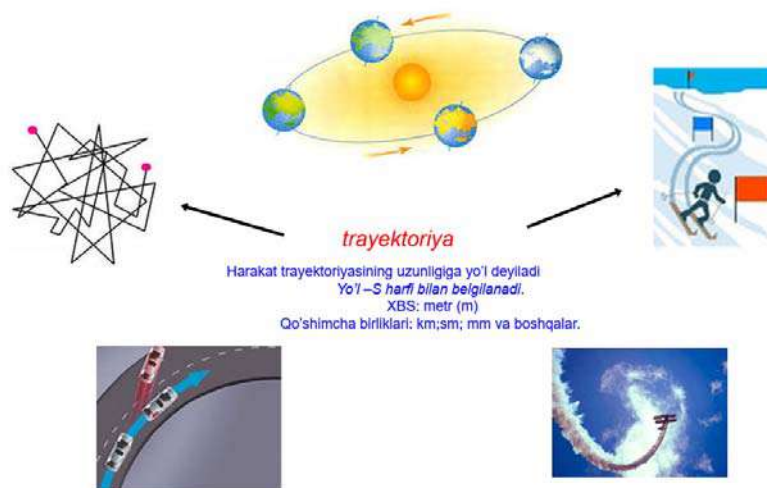
Kinematika- harakatni uni yuzaga keltiruvchi sabablarni hisobgaolmagan holdao'rganadi, ya'ni jismlar vaziyatini aniqlab beradi.

Fizik hodisalarni o'rganishda biz fizik modellardan foydalanishimmiz mumkin. Fizik modellardan biri bu moddiy nuqtadir.

Moddiy nuqta – qarayotgan vaziyatda o'lchamini hisobga olmasa bo'ladigan jism. Masalan, ikki shahar orasidagi avtomobil harakatini o'rganishda avtomobilni moddiy nuqta deyish mumkin. Yerning Quyosh atrofidagi harakatini o'rganishda Yerni moddiy nuqta deb hisoblash mumkin.



Moddiy nuqtaning harakati davomida fazodachizgan chizig'i ("qoldirgan izi") uning *trayektoriyasi* deyiladi. Trayektoriyaning uzunligi moddiy nuqta bosib o'tgan yo'lga tengdir.



Trayektoriyaning shakliga qarab moddiy nuqta harakatini to'g'ri chiziqli yoki egrichiziqli bo'lish mumkin. Moddiy nuqtaning (jismning) harakat trayektoriyasi har xil – to'g'ri chiziqli, egrichiziqli, xususiylashtirilgan shaklida bo'lish mumkin.

To'g'richiziqliharakatdatraektoriyato'g'richiziqdaniboratbo'ladi.To'g'richiziqliharakatnialohidaajratibo'rganishimizningboisishundaki, amaldajudako'pharakatlarto'g'richiziqliharakatdir.

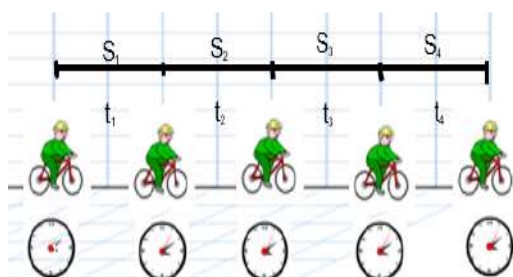
Mexanik harakatni turlari.



Mexanik harakat

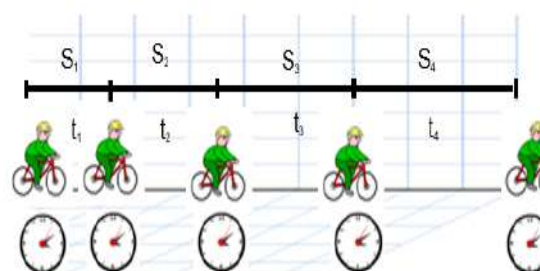
tekis

Jism bir xil vaqt oraliqlarida bir xil masofalarni o'tadi



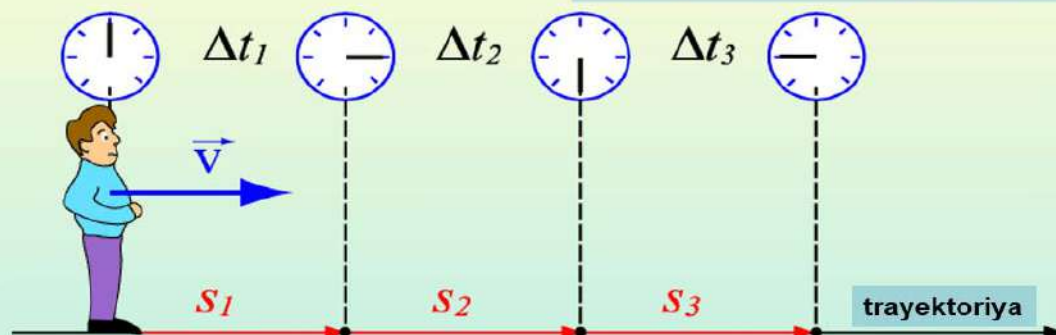
notekis

Jism bir xil vaqt oraliqlarida turlicha masofalarni o'tadi



Tekis harakat

Jism bir xil vaqt oraliqlarida
bir xil masofalarni o'tadi



$$S_1 = S_2 = S_3$$

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$$

$$V_1 = V_2 = V_3$$

**Tekis harakatda
tezlik o'zgarmaydi**

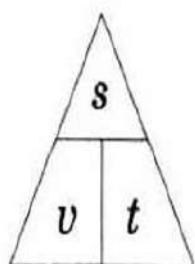
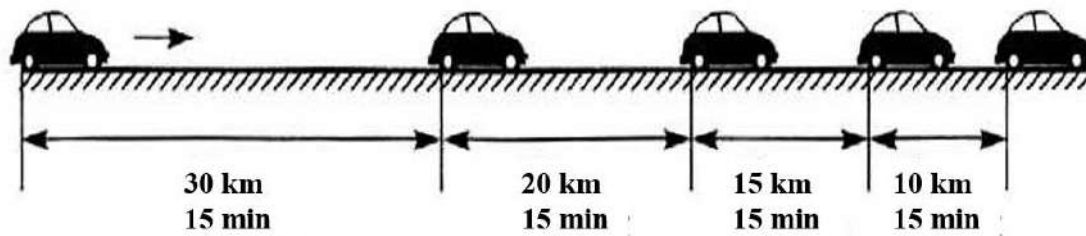
$$V_1 = \frac{S_1}{\Delta t_1} \quad V_2 = \frac{S_2}{\Delta t_2} \quad V_3 = \frac{S_3}{\Delta t_3}$$

$$\vec{s} = \vec{v}t$$

$$x = x_0 + v_x t$$

NOTEKIS HARAKAT

*Jism bir xil vaqt oralig'larida turlicha masofalarni o'tadi.
Tezlik o'zgaradi*



$$v_{\text{ort}} = \frac{s}{t}$$

v_{ort} – o'rtacha tezlik
 s – yo'l
 t – harakat vaqti

Kinematikaga doirasosiy formulalar

<i>Harakatning kinematik tenglamasi</i>	$\vec{r} = \vec{r}(t)$
<i>Moddiy nuqta koordinatasi</i>	$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ $r = x^2 + y^2 + z^2$
<i>Tezlik</i>	$\vec{g} = \frac{d\vec{s}}{dt}$
<i>Tezlanish</i>	$a = \frac{d\vec{g}}{dt}$
<i>To'la tezlanish</i>	$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$
<i>Normal tezlanish</i>	$a_n = \frac{g^2}{R}$

Tangensial tezlanish	$a_{\tau} = \frac{d\vartheta}{dt}$
Notekisharakatdabosibo‘tilganyo‘ltenglamasi	$s = \int_{t_1}^{t_2} \vartheta(t) dx$
Tekiso‘zgaruvchanharakatningyo‘ltenglamasi	$s = \vartheta_0 t \pm \frac{at^2}{2}$
Tekiso‘zgaruvchanharakatningharakat tenglamasi	$x = x_0 + \vartheta_0 t \pm \frac{at^2}{2}$
Birnechtayo‘nalishdaharakatlanganjismlarningtezligi	$\vec{g} = \vartheta_x \vec{i} + \vartheta_y \vec{j} + \vartheta_z \vec{k}$
Jismlarningnisbatantezligi	$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2$
O‘rtacha tezlik	$v_{o'rt} = \frac{S_{um}}{t_{um}}$
Tengvaqtlarichidagio‘rtachatezlik	$v_{o'rt} = \frac{v_1 + v_2}{2}$

1.2.Masalalar yechish namunalari

1-masala. Velosipedchi bir shahardan ikkinchi shaharga qarab yo‘lgachiqdi. U yo‘lning yarmini 24 km/soat tezlik bilan bosib o‘tdi. qolgan harakat vaqtining birinchi yarmida u 12 km/soat tezlik bilan va ikkinchi yarmida yo‘lning oxirigacha 6 km/soat tezlik bilan piyoda yurdi. Velosipedchining butun yo‘l davomidagi o‘rtacha tezligini aniqlang.

Berilgan: $v_1=24$ km/soat,

$v_2=12$ km/soat,

$v_3=6$ km/soat.

Topish kerak: $\bar{g} = ?$

Echilishi: a) fizikaviy bosqich. Velosipedchining bir shahardan ikkinchi shaharga qarab bosgan butun yo'lni s_1, s_2, s_3 kesmalarga ajratamiz va ularning har biridagi tezliklarni v_1, v_2, v_3 belgilaymiz hamda harakat vaqtlarini t_1, t_2, t_3 deb belgilab qo'yamiz. Velosipedchining butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi quyidagiga teng:

$$\bar{g} = \frac{s}{t}$$

Velosipedchining butun bosib o'tilgan yo'li va butun bosib o'tilgan yo'l uchun ketgan vaqti

$$s = s_1 + s_2 + s_3 \quad t = t_1 + t_2 + t_3$$

ga tengligidan butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi uchun quyidagini hosil qilamiz:

$$\bar{g} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

Harakatning har bir qismi uchun bosib o'tilgan yo'llari:

$$s_1 = g_1 t_1 \quad s_2 = g_2 t_2 \quad s_3 = g_3 t_3$$

ga teng bo'ladi. Masala shartiga ko'ra bosib o'tilgan yo'llar va vaqtlar orasidagi munosabatlar quyidagicha bo'ladi:

$$s_1 = s_2 + s_3 \quad t_2 = t_3$$

b) matematikaviy bosqich. Yiqoridagi ifodalardan $\bar{g}$ nisbatan yechib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\bar{g} = \frac{s_1 + s_1}{t_1 + 2t_2} = \frac{2s_1}{\frac{s_1}{g_1} + \frac{2s_1}{g_2 + g_3}} = \frac{2g_1(g_2 + g_3)}{2g_1 + g_2 + g_3}$$

Tezliklarning berilgan qiymatlarini qo'yib hisoblasak,

$$\bar{g} = \frac{2g_1(g_2 + g_3)}{2g_1 + g_2 + g_3} = \frac{2 \cdot 24 \cdot (12 + 6)}{2 \cdot 24 + 12 + 6} = 13,09 \text{ km / soat}$$

Javob: $\bar{g} = 13,09 \text{ km/soat}$.

c)tahliliy bosqich. Agar masala shartida yo'lining s_1, s_2, s_3 qismlarida tezliklari alohida v_1, v_2, v_3 deb berilganda edi, unda velosipedchining butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi

$$\bar{g} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{\frac{s_1}{g_1} + \frac{s_2}{g_2} + \frac{s_3}{g_3}}$$

ko'rinishda bo'lar edi. Agarda $s_1 = s_2 = s_3$ bo'lsa, u holda

$$\bar{g} = \frac{s}{\frac{s}{3} \left(\frac{1}{g_1} + \frac{1}{g_2} + \frac{1}{g_3} \right)} = \frac{3g_1g_2g_3}{g_1 + g_2 + g_3}$$

teng bo'lar edi.

Agar masala shartida harakat vaqtlari t_1, t_2, t_3 da tezliklari alohida v_1, v_2, v_3 deb berilganda edi, unda velosipedchining butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi

$$\bar{g} = \frac{s}{t} = \frac{g_1t_1 + g_2t_2 + g_3t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

teng bo'ladi. Agarda

$$t_1 = t_2 = t_3$$

teng bo'ldi desak, u holda velosipedchining butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3}$$

teng bo'lar edi.

2-masala. Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning harakat tenglamasi qo'yidagicha $x = A + Bt + Ct^3$, bunda, $A = 2 \text{ m}$, $B = 1 \text{ m/s}$, $C = 0,5 \text{ m/s}^3$, $t = 2 \text{ sekund}$ vaqt momenti uchun moddiy nuqtaning koordinatasi, tezligi va tezlanishi topilsin.

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

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

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

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

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

$$x = ?$$

$$\text{Topishkerak: } \vartheta = ?$$

$$a = ?$$

Yechilishi:

a)

fizikaviy bosqich. Masalashartigako‘ramoddiynuqtaningharakattenglamasi

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

ifodaorqaliberilgan.

Buholdamoddiynuqtaningharakatitezlanuvchanharakathisoblanadi.

Uningkoordinatasinito‘g‘ridan-to‘g‘rivaqtniko‘yibhisoblanadi.

Moddiynuqtaningtezliginioniyy tezlik

$$\vartheta = \frac{dx}{dt}$$

va tezlanishini esa, oniy tezlanish

$$a = \frac{d^2x}{dt^2}$$

ifodasidan aniqlanadi.

b) matematikaviy bosqich. 1) moddiy nuqtaning koordinatasi x ni topish uchun berilgan tenglamaga A, B, C vat larni qiymatini qo‘yamiz:

$$x = A + Bt + Ct^3 = 2 + t + 0,5t^3$$

Agar $t=2$ sbo‘lsa,

$$x = 2 + t + 0,5t^3 = 2 + 2 + 0,5 \cdot 8 = 8m$$

ga teng bo‘ladi.

Oniy tezlikni topish uchun x koordinatadan vaqt bo‘yicha birinchi tartibli hosilaolamiz:

$$\vartheta = \frac{dx}{dt} = \frac{d(A + Bt + Ct^3)}{dt} = B + 3Ct^2$$

Agart=2s bo'lsa, u holda tezlikni xisoblasak,

$$g = \frac{dx}{dt} = B + 3Ct^2 = 1 + 3 \cdot 0,5 \cdot 2^2 = 7 \text{ m/s}$$

ga teng bo'ladi.

Tezlanishni topish uchun x koordinatadan vaqt bo'yicha 2 marta, tezlikdan vaqt bo'yicha bir marta hosil olamiz:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dg}{dt} = \frac{d(B + 3Ct^2)}{dt} = 3 \cdot 2 \cdot C \cdot t = 6Ct$$

Agart=2s bo'lsa, u holda tezlanishni xisoblasak,

$$a = 6Ct = 6 \cdot 0,5 \cdot 2 = 6 \text{ m/s}^2$$

ga ega bo'lamiz.

$$x = 8 \text{ m}$$

Javob: $g = 7 \text{ m/s}$

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

c) tahliliy bosqich. Moddiy nuqtaning harakati tenglamasi

$$x = x_0 + s_x$$

ifoda orqali ifodalanadi.

Moddiy nuqtaning harakati tekis harakat bo'lganda, uning koordinatasini

$$x = x_0 + g_0 t$$

yoki

$$x = A + Bt$$

ifoda orqali aniqlanadi.

Moddiy nuqtaning harakati tekis tezlanuvchan harakat bo'lganda, uning koordinatasini

$$x = x_0 + g_0 t + \frac{at^2}{2}$$

yoki

$$x = A + Bt + Ct^2$$

ifoda orqali aniqlanadi.

3-masala. Moddiy nuqtaning koordinatalari tenglamasi $x = 2t$, $y = 2 + t$. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasini xOy koordinatalarda yozing hamda nuqtaning tezligini toping. Barcha kattaliklar SI da berilgan.

Berilgan:

$$x = 2t, y = 2 + t.$$

Topish kerak: $y(x) = ?$

$$g = ?$$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich.

Masala shartida ko'ra, moddiy nuqta harakati xOy koordinatalar tekisligida berilgan, ya'ni Oxo qidax (t) bog'liqligi

$$x = x_0 + g_x t$$

va Oyo qidax (t) bog'liqligi

$$y = y_0 + g_y t$$

Berilgan $x(t)$ bog'liqligidan t vaqtni topib, $y(t)$ tenglamaga qo'ysak, moddiy nuqtaning harakatining xOy koordinatalar tekisligida tenglamasi kelib chiqadi, ya'ni

$$y - y_0 = (x - x_0) \frac{g_y}{g_x}$$

Moddiy nuqta Ox va Oy koordinatalar o'qlari bo'yicha harakatlanayotganligi uchun, uning natijaviy tezligi Pifagor teoremasiga muvofiq aniqlanadi:

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}.$$

b) matematikaviy bosqich. Masala sartiga muvofiq moddiy nuqtaning boshlang'ich koordinatalari $x_0 = 0$ va $y_0 = 2 \text{ m}$ ga teng. Moddiy nuqtaning koordinata o'qlariga nisbatan tezliklari esa,

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

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

ga teng. U holda moddiy nuqtaning xOy koordinatalar tekisligida harakat tenglamasi

$$y = 2 + 0,5x$$

Bu to'g'ri chiziq tenglamasidir.

Hisoblashnatijasi:

$$g = 2,2m/s$$

Javob:

$$g = 2,2m/s$$

c) tahliliy bosqich. Demak, moddiy nuqtaning xOy koordinatalar tekisligida harakat tenglamasi, ya'ni $y(x)$ bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{g_y}{g_x}$$

Bu ifodaga muvofiq moddiy nuqtaning boshlang'ich koordinatalari x_0 va y_0 hamda koordinata o'qlariga nisbatan tezliklari berilgan bo'lsa, moddiy nuqtaning $y(x)$ bog'liqlik tenglamasini aniqlash mumkin bo'ladi.

4-masala. Motorli qayiq A va B punktlar orasidagi masofani $t_1 = 3$ soatda, sol esa $t = 12$ soatda o'tdi. Motorli qayiq orqaga qaytishda bu masofani qanday t_2 vaqtda bosib o'tadi?

Berilgan: $t_1 = 3$ soat

$t_0 = 12$ soat

Topish kerak: $t_2 = ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Masala shartiga ko'ra, A va B punktlar orasidagi masofani s bilan, motorli qayiqning suvga nisbatan tezligini v_k va shu masofani bosib o'tgan vaqtini t_1 , oqim, ya'ni sol tezligini v_0 va shu masofani bosib o'tgan vaqtini t_0 bilan belgilaymiz. Harakatni Yer bilan bog'langan sistemada ko'rib chiqsak, sol va qayiqning harakat tenglamalari quyidagicha ifodalanadi:

$$s = v_0 t_0$$

$$s = (g_k + g_o)t_1$$

Qayiqni ortga qaytishdagi Yerga nisbatan tezligi harakatning nisbiyligigaasosan:

$$g = g_k - g_o$$

Qayiqning ortga qaytish vaqti, to'g'ri chiziqli tekis harakat ifodasi:

$$s = (g_k - g_o)t_2$$

Bundan

$$t_2 = \frac{s}{g_k - g_o}$$

b) matematikaviy bosqich. Yiqoridagi ifodalarni birgalikda yechib, chiqsak:

$$g_k = g_o \left(\frac{t_0}{t_1} - 1 \right)$$

$$t_2 = \frac{(g_k + g_o)t_1}{g_k - g_o} = \frac{\left(\frac{t_0}{t_1} - 1 + 1 \right) g_o t_1}{\left(\frac{t_0}{t_1} - 1 - 1 \right) g_o} = \frac{t_0 t_1}{t_0 - 2t_1}$$

$$\text{Hisoblash natijasi: } t_2 = \frac{t_0 t_1}{t_0 - 2t_1} = \frac{12 \cdot 3}{12 - 2 \cdot 3} = 6 \text{ soat}$$

Javob: 6 soat.

c) tahliliy bosqich. Agar masala shartida motorli qayiqning oqim bo'yicha vaoqimga qarshi s masofani bosib o'tgan vaqtlari t_1 va t_2 berilgan bo'lgandaedi, solning s masofani bosib o'tgan vaqti t_0 ni aniqlash mumkin, ya'ni

$$t_0 = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1}.$$

1.3. Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. Quruvchig'ishtni 1 m balandlikdan vertikal yuqorigaotdi va u yana 2 m balandlikka ko'tarilib yerga qaytib tushdi. G'ishtning yo'li va ko'chishini toping.

2. Balandligi 4 m bo'lgan ikkinchi qavatning oynasidan g'isht otib yuborildi va u uy devoridan 3 m masofada yerga tushdi. G'ishtning ko'chishi moduli nimaga teng?

3. Jism kordinatasi I $x_0 = -1\text{m}$, $y_0 = 1\text{m}$ bo'lgan nuqtadan $x = 3\text{m}$, $y = -2\text{m}$ bo'lgan nuqtaga ko'chirildi. Grafik chizing va ko'chishning kordinata o'qlariga proyeksiyalarini va uning modullni toping.

4. To'g'ri chiziqli harakat tenglamasi $x = At + Bt^2$ ko'rinishga ega. Bu yerda $A = 3\text{m/s}$, $B = -0,25\text{m/s}^2$. Berilgan harakat uchun koordinataning va yo'lining vaqtga bog'lanish grafiklari tuzilsin.

5. Avtomobil shimol tomon harakatlanib 20 km yo'l o'tdi, so'ng sharq tomon burilib 30 km, keyin yana shimol tomon burilib 10 km yo'l yurdi. Avtomobilni yo'li va ko'chishini toping.

6. Moddiy nuqta 3 m radiusli aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Aylananing $\frac{1}{6}$ qismini o'tgandagi ko'chishi va o'tgan yo'lini toping.

7. Ikki axoli punkti orasidagi masofa 120 km. Bu masofani avtobus o'rtacha 40 km/h tezlik bilan, avtomobil esa 60 km/h tezlik bilan bosib o'tadi. Bu yo'lni bosib o'tish uchun avtobus avtomobilga nisbatan necha soat ko'p vaqt sariflaydi?

8. Poyezdning uzunligi 100 m, tezligi 36 km/h bo'lsa, u 200 m uzunlikdagi tuneldan qancha vaqtda o'tadi?

9. To'g'ri chiziqli yo'lda bir-biriga tomon 90 km/h va 72 km/h tezliklar bilan ikki avtomobil harakatlanmoqda. Ular yoqilg'i quyish shohobchasi oldida uchrashishdi ammoo'z harakatlarini davom ettirishdi. Uchrashgandan 3 minut o'tgach avtomobillar orasidagi masofa qanday bo'ladi?

10. Velosipedchi bir shahardan ikkinchi shaharga yo'lgachi qdi. U 27 km yurgandan so'ng, 10 marta katta tezlik bilan avtomobil yo'lgachi qdi. Ular ikkinchi shaharga bir vaqtda yetib bordi. Shaharlar orasidagi masofani toping.

11. Katerning suvga nisbatan tezligi 10 m/s, daryo suvning qirg'oqqa nisbatan tezligi 1,5 m/s. Katerning oqim bo'ylab va oqimga qarshi suz gandagi tezliklarini toping.

12. Motorli qayiq daryo bo'ylab oqimga qarshi harakatlanadi. Qayiqning hususiy tezligi 4 m/s, oqim tezligi 1.5 m/s. Qayiq 9 km masofani bosib o'tishi uchun qancha vaqt sariflaydi?

13. Daryo bo'yida joylashgan ikki punkt orasidagi masofa 100 km. Qayiq bu masofani oqim bo'yicha harakatlanganda 4 soatda, oqimga qarshi suzganda esa 10 soatda bosib o'tadi. Suvning oqish tezligi va qayiq tezligini aniqlang.

14. Kater daryo bo'yida joylashgan ikki aholi punkti orasidagi masofani oqim bo'yicha 8 soatda, oqimga qarshi 12 soatda o'tdi. Kater huddi shunday masofani turg'un suvda qancha vaqtda o'tadi?

15. Shamol tezligi 8 m/s bo'lganda, yomg'ir tomchilari vertikalga nisbatan 30° burchak ostida tushadi. Shamol tezligi qanday bo'lganda yomg'ir tomchilari vertikalga nisbatan 60° burchak ostida tushadi?

16. Avtomobil qumloq notekis yo'lda 4 soatda 50 km yo'l yurdi, so'ngra magistralgachiqib olib, bir soatda 100 km yo'l yurdi. Avtomobilning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping.

17. Odam poyezd bilan yonma-yon, poyezdning oldingi qalqonlari bilan bir chiziqli turibdi. Poyezd $0,1 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakat qilib boshlagan paytda, odam ham shu yo'nalishda 1,5 m/s, o'zgarmas tezlik bilan harakatlana boshladi. Qancha vaqtdan keyin poyezd odamga yetib oladi? Poyezdning shu ondagi tezligi va odamning bu vaqt ichida o'tgan yo'li aniqlansin.

18. Odam 5 km yo'lning birinchi qismini 40 minutda, ikkinchi qismini 20 minutda o'tdi. Odamning o'rtacha tezligini toping.

19. Avtobus birinchi 30 minutda 25 km, keyin 5 minut temir yo'l kesishmasida to'xtab turdi, keyingi 25 minutda 30 km yo'l yurdi. Avtobusning o'rtacha tezligini toping.

20. Tezligi 15 km/soat bo'lganda avtomobilning tormozlanish yo'li 1,5 m ga teng. Tezligi 90 km/soat bo'lganda tormozlanish yo'li qancha bo'ladi? Tezlanish ikkala holda ham bir xil.

21. Motosiklchi birinchi 2 soatda 90 km yo'l yurdi, keyingi 3 soatda 50 km/h tezlik bilan harakatlandi. Uning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping.

22. Poyezd 5 soat davomida 60 km/h tezlik bilan harakatlandi, so'ngra 4 soat 15 km/h doimiy tezlikda yurdi. Poyezdning butun vaqt davomidagi o'rtacha tezligini toping.

23. Qurilish krani 1 minut 2.25 km/h, 1 minut 3.6 km/h, yana 1 minut 5.18 km/h tezlik bilan harakatlandi. Kranning butun vaqt davomidagi o'rtacha tezligini toping.

24. Avtomobil birinchi 100 m yo'lni 18 km/h tezlikda, keyingi 200 m yo'lni esa 10 s da bosib o'tdi. Uning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping.

25. Tramvay birinchi 10 s da 18 km/h tezlikda, keyingi 500 m yo'lni esa 10 m/s tezlikda bosib o'tdi. Uning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping.

26. Velosipedchi 4 km masofani 12 km/h tezlikda bosib o'tigach, to'xtab 40 minut dam oldi. Qolgan 8 km masofani 8 km/h tezlikda bosib o'tdi. Uning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping.

27. Poyezd ikki punkit orasida 72 km/h tezlikda harakatlanadi. U yo'lda ikki marta to'xtab 20 minutdan dam oldi. U butun yo'lni o'tish uchun 2 soat vaqt sarflagan bo'lsa, poyezdning o'rtacha tezligini toping.

28. Sportchi 5 km yo'l yurdi. U yo'lning birinchi kilometrini o'tgani 3 minut vaqt sarfladi, keyingi har kilometrni o'tgani oldingisiga nisbatan t vaqtdan ko'p vaqt sarfladi. Agar har bir kilometrni o'tish uchun o'rtacha 3 minut 12 sekund vaqt sarflangan bo'lsa, t vaqtini va butun yo'ldagi o'rtacha tezlikni toping.

29. Velosipedchi bir shahardan ikkinchisiga tomon yo'lgachiqli. U vatqning birinchi yarmida 12 km/h, ikkinchi yarmida 4 km/h tezlik bilan harakatlandi. Velosipedchining o'rtacha tezligini toping.

30. Birinchi poyezd yo'lning birinchi yarmida 80 km/h tezlikda, ikkinchi yarmida 40 km/h tezlikda harakatlanib bosib o'tdi. Ikkinchi poyezd vaqtning birinchi yarmida 80 km/h tezlikda, ikkinchi yarmida 40 km/h tezlikda harakatlanib bosib o'tdi. Ikkinchi poyezdning o'rtacha tezligi birinchi poyezdning o'rtacha tezligidan necha marta katta?

31. Poyezd 200 km yo'l bosib o'tdi. Bir soat davomida 100 km/h tezlikda yurdi, so'ng bekatda 30 minut to'xtadi. Yo'lning qolgan qismini 40 km/h tezlikda o'tdi. Poyezdning o'rtacha tezligini toping.

32. Velosipedchi tinch xolatdan harakat boshlab, 1 m/s^2 tezlanish bilan 4 s, keyin 0.1 minut tekis harakatlandi va so'ngi 20 m ni tekis seninlanib to'xtadi. Butun harakat davomidagi o'rtacha tezlikni toping.



33. Samolyot kuzatish boshlangan paytda boshlang'ich koordinatalari $x_0 = 0$, $y_0 = 400 \text{ m}$ bo'lgan nuqtada bo'lib, XOY vertikal tekislikda gorizontga 30° burchak ostida 100 m/s tezlik bilan tekis va to'g'ri harakatlangan. Koordinatalarning vaqtga bog'liqlik tenglamalari $x = x(t)$, $y = y(t)$ ni va trayektoriya tenglamasi $y = y(x)$ ni yozing.

34. Balandligi 4.5 m bo'lgan uy tomidan gisht tushib ketdi. U yerga qanday tezlikda uriladi?

1.4. Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar

1-topshiriq. Quyida sanab o'tilgan jismlar qaysi jismlarga nisbatan tinch, qaysi jismlarga nisbatan harakatda: a) harakatdagi yuk mashinasidagi yo'lovchi, b) yuk mashinasidan doimiy bir xil masofada oldinga ketayotgan yengil avtomobil, c) yuk mashinasidagi yuk.

2-topshiriq. Yo'l chetida turgan odam qaysi jismlarga nisbatan tinch, qaysi jismlarga nisbatan harakatda?



3-topshiriq.Quyidagi mexanik harakatlarning trayektoriyalarini qanaqa bo'lishini aniqlang?

MEHANIK HARAKAT	TRAYEKTORIYA
a) Tinch havoda yomg'ir tomchisining tushishi	1) aylana
b) Meteorotning tushishi	2) to'g'ri chiziq
c) Sekundomer strelkasi harakati	3) egri chiziq

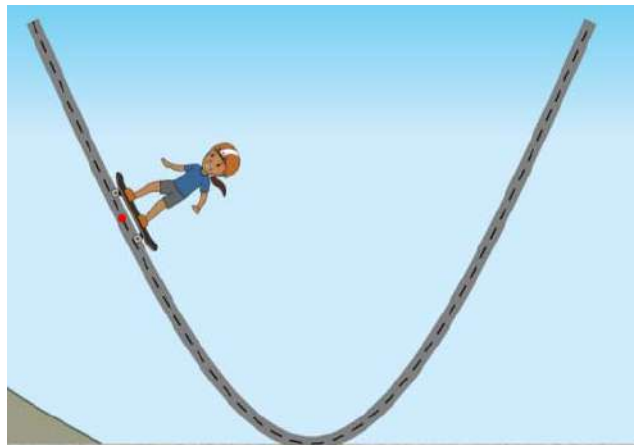
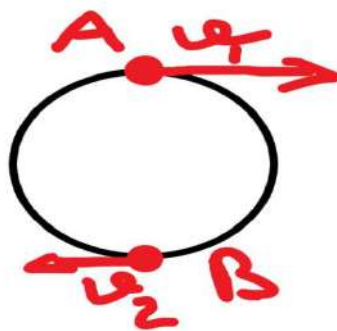
4-topshiriq.Taksida biz nimaga pul to'laymiz: yo'lgami yoki ko'chishgami? Samolyotdachi?

5-topshiriq.Metroning harakatlanayotgan eskolatorida turgan odam yerga bog'langan sanoq sistemasidatinch holatda bo'lishi mumkinmi?

6-topshiriq.Nima uchun mayda yomg'ir tomchilariga qaraganda yirik tomchilari katta tezlik bilan tushadi?

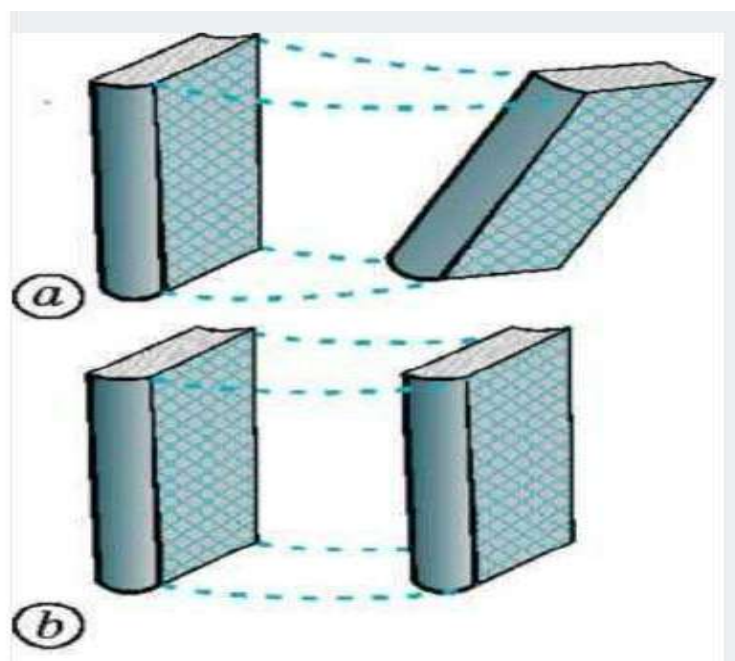
7-topshiriq.Xajmlari bir xil bo'lgan po'lat vayog'och sharchalari ancha yuqoridan tushmoqda. Ularning qaysi biri tezroq tushadi?

8-topshiriq.Jism quyida keltirilgan nuqtalarning qaysi birida tezlanuvchan va qaysi birida sekinlanuvchan harakat qiladi.

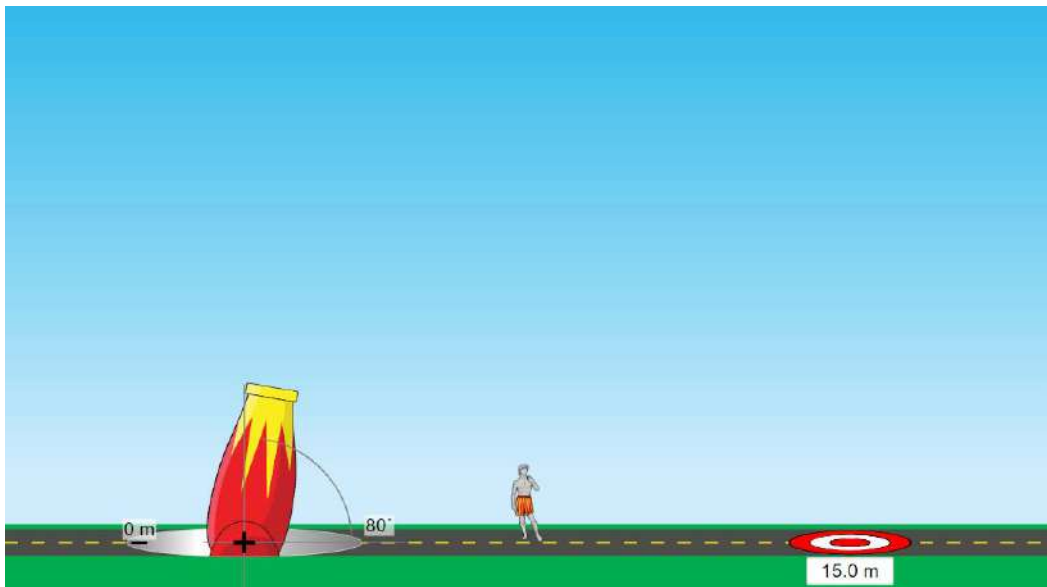


9-topshiriq.

Quyidakeltirilganikkirasmdanqaysibiriilgarilanmaharakatgaqaysibiriilgarilanmabo‘lmaganharakatniifodalaydivafikringizniizohlabbering.



10-topshiriq. Quyida keltirilgan rasmga qarang. Snaryaddan o‘qni qanday burchakda otganimizda o‘q nishon ustiga tushadi. Snaryad bilan nishon orasidagi masofa 15 metr, o‘q 20m/s tezlik bilan otilgan va o‘q 3 sekundda yerga tushgan.

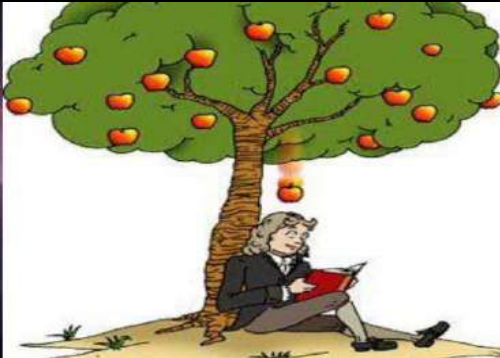
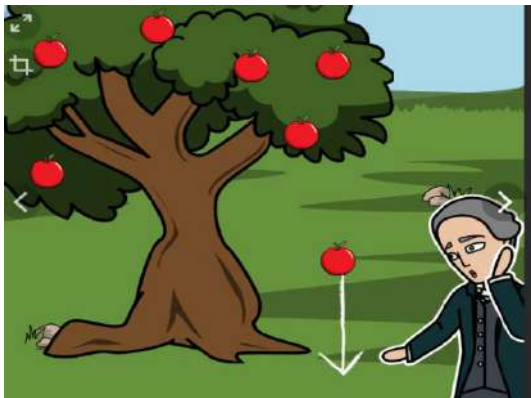
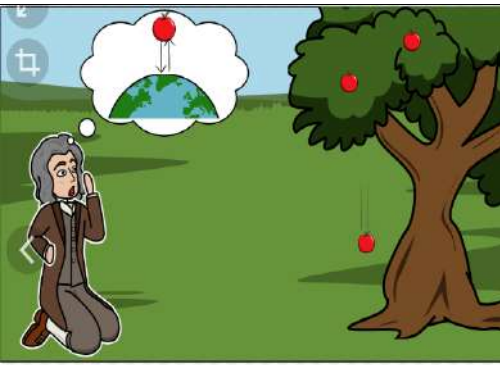
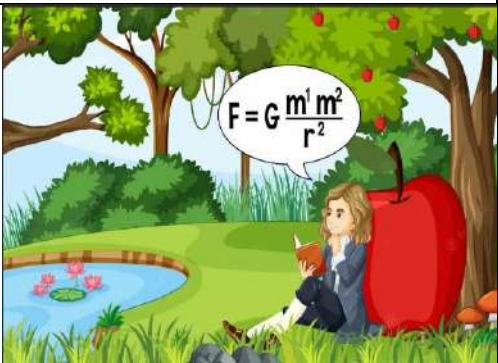


2. DINAMIKA

2.1. Moddiy nuqta dinamikasi

Nazariy ma'lumotlar

Rasmlarga qarab qanday xulosaga keldingiz?

	1
2	
 Исаак Ньютон (1643-1687)	3
4	 $F = G \frac{m^1 m^2}{r^2}$

Dinamika

-

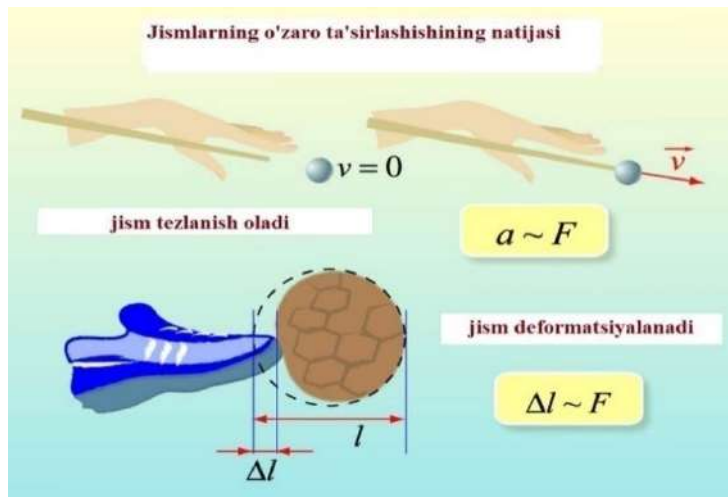
jismlarning harakat qonunlarini harakatsabablarini hisobga olgan holda o'rganadi.

Kuch— jismlarning o'zaro ta'sirlashishlarini harakterlovchi vektor kattalik.

Kuchni F harfi bilan belgilanadi, o'lchov birligi Nyuton (N)

Nyutonning birinchi qonuni: Jismlar o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini tashqaridan boshqa jismlar ta'siri sirtiga maguncha saqlab qoladi.

Jismlarning o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlab qolish hususiyati jismlarning inertsia hususiyatideb ataladi.



Tashqi kuch ta'sirida jism o'zining harakat tezligini o'zgartiradi, tezlanishga ega bo'ladi yoki o'zining shakli va o'lchamlarini o'zgartirishi mumkin—deformatsiyalanadi.

Vaqtning har bir belgilangan momentida, kuch o'zining qiymati, fazodagi yo'nalishi va qaysi nuqtaga qo'yilgani bilan xarakterlanadi.

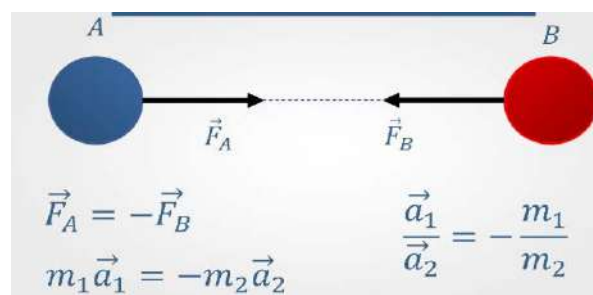
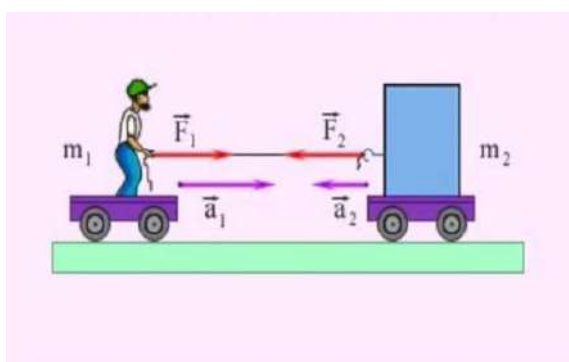
Nyutonning ikkinchi qonuni: Moddiy nuqtaning olgan tezlanishi, ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga mos kelib, shu kuchni moddiy nuqta massasining nisbatiga tengdir:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Nyuton ikkinchi qonunining umumiy ifodasi: Moddiy nuqta harakat miqdorining vaqt bo'yicha hosilasi jismga ta'sir etuvchi kuchga tengdir.

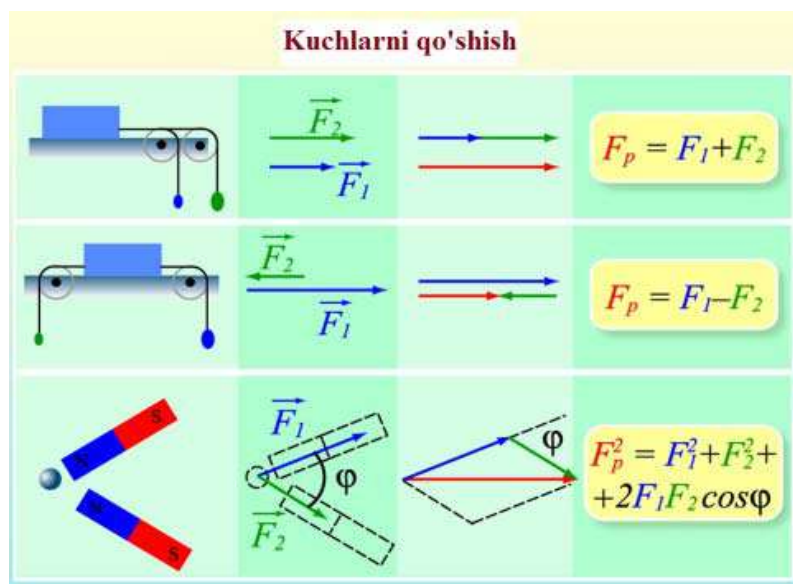
$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{dP}{dt}$$

Nyutonninguchinchiqonuni: Moddiy nuqta yoki jismlarning bir-biriga ta'siri, o'zaro ta'sir kuchlar xarakterigaega, bu kuchlar moduli bo'yicha teng bo'lib, bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgandir.



Bilamizki, jismlargabirvaqtningo'zidabirnechakuchta'siretishimumkin.

Buninguchunkuchlarnitengta'siretuvchisinibilishmuhimmasalahisoblanadi.

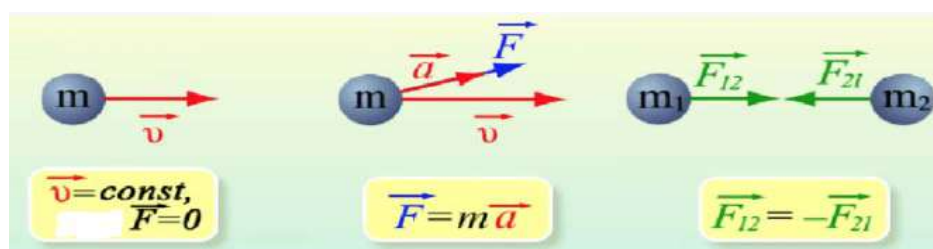


Bir chiziq bo'ylab bir tomonga yo'nalgan.

Bir chiziq bo'ylab qarama-qarshi tomonga yo'nalgan.

Ma'lum bir burchak ostida yo'nalgan.

Nyuton qonunlarini ifodalanishi keltirilgan.



1-qonuni

2-qonuni

3-qonuni

Mexanikish

birorbirkuchta'siridajismningma'lumbirmasofagako'chirishitushuniladi.

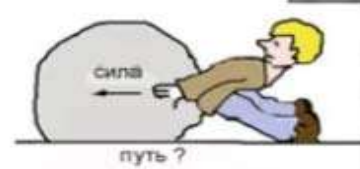
$$dA = FdS \cos \alpha \quad A = \int_1^2 FdS \cos \alpha$$

Bajarilganish $A > 0$, $A = 0$ va $A < 0$ bo'lishi α burchakgabog'liqya'nikuchvako'chishvektori orasidagiburchakgabog'liqbo'ladi.

Ish bajarilmaydi (ya'niy 0 ga teng):

1. Kuch ta'sir etayapdi, jism esa siljimayapdi.

$$S=0 \longrightarrow A=0$$



2. Jism siljiyapdi, ammo kuch nolga teng, yoki hamma kuchlar kompensatsiyalangan (ya'niy yig'indisi 0 ga teng). Demak jismning inersiya tufayli harakatida ish bajarilmaydi.

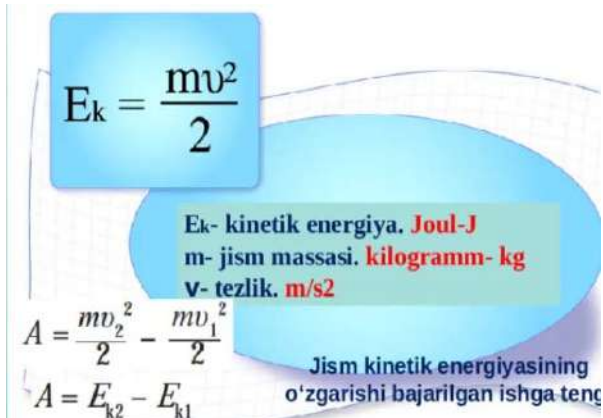
$$F=0 \longrightarrow A=0$$

3. Kuchning yo'nalishi bilan ko'chishning yo'nalishi o'zaro perpendikulyar bo'lsa.

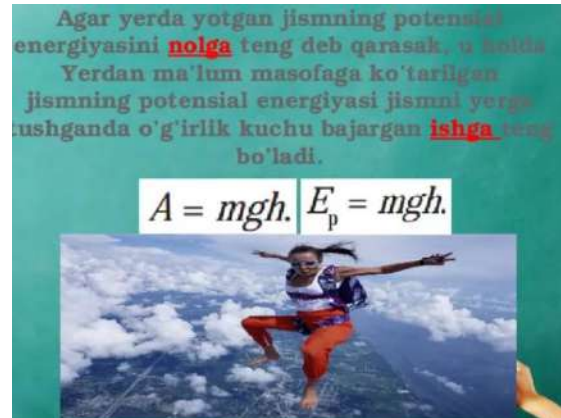


Kuchning bajargan ishi – bu o'zaro ta'sirlashuvchi jismlar orasida energiya almashinish jarayonining miqdoriy xarakteristikasidir.

Energiya va uning turlari. Energiya bu jismning ish bajarilish qobiliyati. Energiya – bu turli harakat shakllari va o‘zaro ta‘sirning universal o‘lchovidir. Mexanik energiya kinetik va potentsial energiyalarga bo‘linadi.



Kinetik energiya



Potensial energiya

Quvvat- ishning bajarilishi tezligini harakterlovchi fizik kattalik tushuniladi. Quvvat vaqt birligi ichida bajarilgan ish bilan o‘lchanadi:

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

Quvvat birligi qilib shunday qurilmaning quvvati qabul qilinganki, bunda 1 sekund ichida 1 joulga teng ish bajariladi. *Jeyms Vatt* sharafiga Vatt (1 Vt) deb ataladi. Bundan tashqari yana bir birligi mavjud.



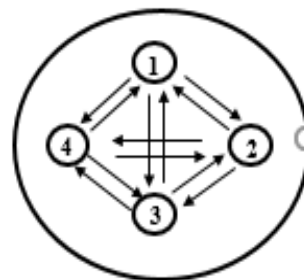
Impuls va uning saqlanish qonuni. Moddiy nuqta tezligini uning massasiga ko'paytmasi shu jismning impulsi deb ataladi. Yopiq mexanik sistemalar uchun impuls saqlanadi. Impulsning saqlanish qonuni, fazoning bir jinsliligi natijasi hisoblanadi.

Biror yopiq mexanik sistemada jismlar o'zaro ta'sirlashayotgan bo'lsin ta'sir natijasida jismlarning impulslari Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} + \vec{F}_{41} \quad \frac{d\vec{p}_2}{dt} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} + \vec{F}_{42}$$

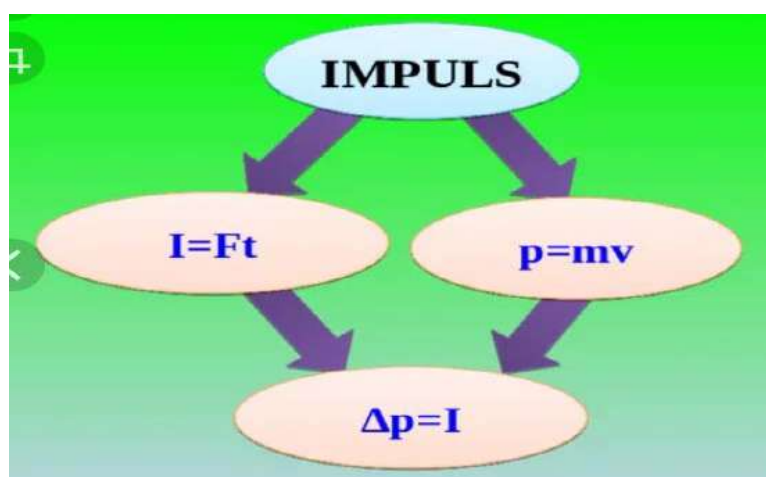
$$\frac{d\vec{p}_3}{dt} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} + \vec{F}_{43} \quad \frac{d\vec{p}_4}{dt} = \vec{F}_{14} + \vec{F}_{24} + \vec{F}_{34}$$

$$\frac{d}{dt}(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \vec{p}_4) = \vec{F}_{12} - \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} - \vec{F}_{31} + \vec{F}_{41} - \vec{F}_{14} + \vec{F}_{23} - \vec{F}_{32} + \vec{F}_{42} - \vec{F}_{24} + \vec{F}_{34} - \vec{F}_{43}$$



Nyutonning uchinchi qonunidan bizga ma'lumki ikkita jism bir biri bilan o'zaro modullari bo'yicha teng yo'nalishi qarama-qarshi bo'lgan kuchlar bilan ta'sirlashadi.

Shunday qilib impuls jism va kuch impulslariga ajralar ekan.



Impulsning saqlanish qonuni: yopiq sistemadagi jismlar im'ulslarining yig'indisi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi (saqlanadi).

Impulsning saqlanish qonuni fazoning bir jinsliliigi natijasi hisoblanadi: fazoda yopiq jismlar sistemasini parallel ko‘chirishda uni bir butun holda fizik xususiyatlari o‘zgarmaydi (inertsial sanoq sistemi koordinatalar boshi holatini tanlashga bog‘liq emas).

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \vec{P}_4 = \text{const} \text{ yoki}$$

$$m_1 \vec{g}_1 + m_2 \vec{g}_2 + m_3 \vec{g}_3 + m_4 \vec{g}_4 = \text{const}$$

Shunday qilib izolatsiyalangan sistemadagi barcha jismlarning impulslarini harakat yig‘indisi o‘zgarmay qoladi.

Massalar m_1 va m_2 bo‘lgan ikki jismning bir to‘g‘ri chiziqli bo‘ylab noelastik markaziy urilishidan keyin ularning umumiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$U = \frac{m_1 g_1 + m_2 g_2}{m_1 + m_2}$$

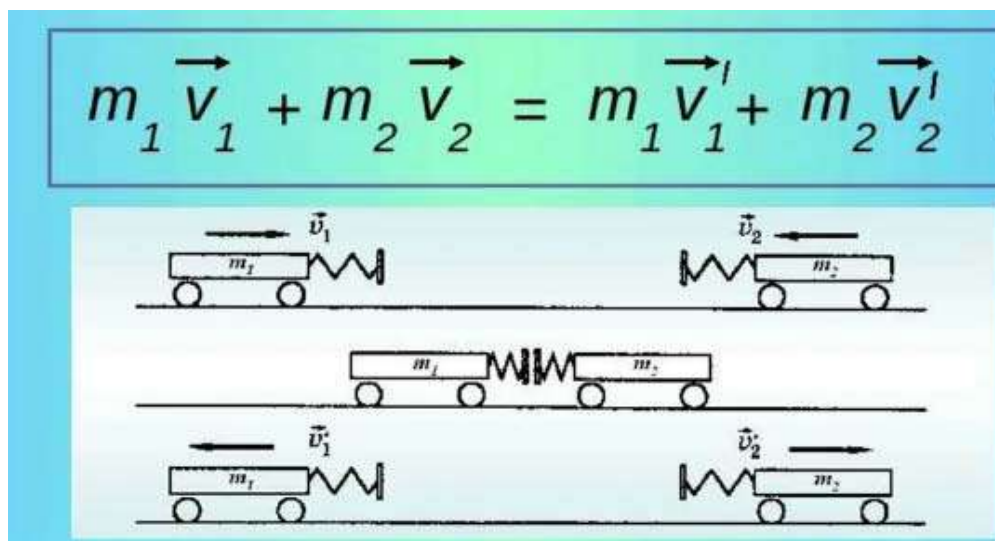
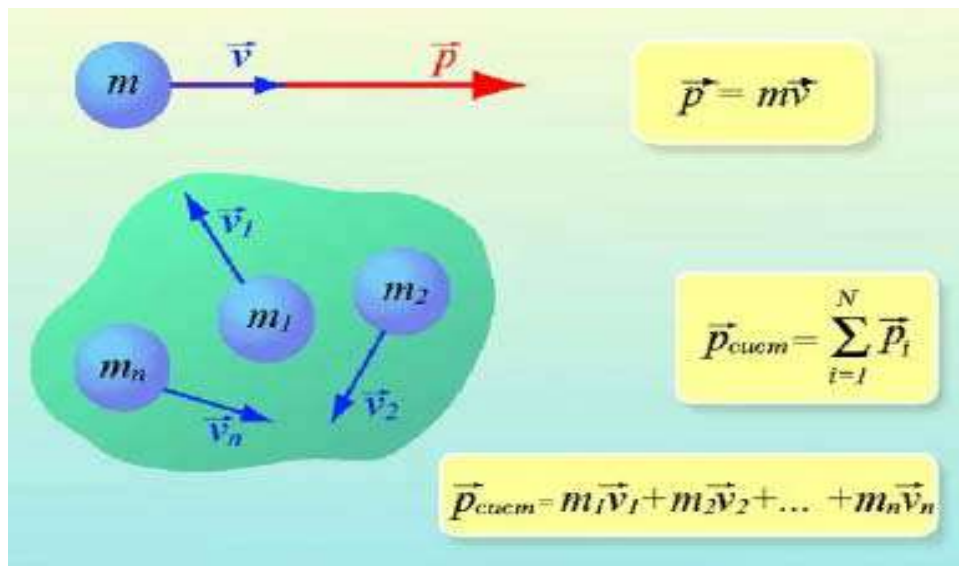
Bunda, g_1 - birinchi jismning, g_2 - ikkinchi jismining oldingi tezligi.

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

$$U_1 = \frac{(m_1 - m_2)g_1 + 2m_2 g_2}{m_1 + m_2}$$

va ikkinchi jismning urilishdan keyin tezligi

$$U_2 = \frac{(m_2 - m_1)g_1 + 2m_1 g_2}{m_1 + m_2}$$



DINAMIKA BO'LIMIGA DOIR FORMULALAR

Nyutonning 2-qonuni	$F = ma$
Nyutonning 3-qonuni	$F_{12} = -F_{21}$
Butun olam tortishish qonuni	$F = G \frac{Mm}{R^2}$
Og'irlik kuchi	$P = mg$
Elastiklik kuchi	$F = -k\Delta x$
	$F = \mu mg$,
ishqalanish kuchi	$F = \mu \frac{mg}{R}$
Ish formulasi	$dA = Fds$
Quvvat formulasi	$N = \frac{dA}{dt}$
Ish bilan impuls orasidagi bog'lanish	$dA = \mathfrak{G}dp$
Kinetik energiya	$E_k = \frac{m\mathfrak{G}^2}{2}, E_k = \frac{p^2}{2m}$
<u>Potentsial energiya:</u>	
Er bilan m massali jismning o'zaro ta'sir potentsial energiyasi	$E_p = mgh$
Deformatsiyalangan jism potentsial energiyasi	$E_p = kx^2/2$
Gravitatsion maydon potentsial energiyasi	$E_p = -\gamma \frac{Mm}{r}$
Mexanik energiyaning saqlanish qonuni	$mgh + \frac{m\mathfrak{G}^2}{2} = const$
Potentsial energiya bilan kuch orasidagi bog'lanish	$\vec{F} = -grad E_p$
Ishqalanish kuchi	$f = kP$
Muhitning qarshilik kuchi	$f = -k\mathfrak{G}, f = -k'\mathfrak{G}^2$
Butun olam tortilish kuchi	$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$
Impuls momentining saqlanish qonuni	$L = const, J\omega = const$
Markadan qochma kuch	$f_m = \frac{m\mathfrak{G}^2}{R}$
Koriolis kuchi	$f_k = 2m\omega\mathfrak{G}$

2.2. Masalalar yechish namunalari

1-masala. Jism $F=1\text{ kgo}$ 'zgarmas kuch ta'sirida shunday to'g'ri chiziqli harakatlanadiki, u o'tgan S yo'lining t vaqtga bog'lanishi $S=A-Bt+Ct^2$ tenglama bilan berilgan. Doimiylik $C=1\text{ m/s}^2$ bo'lsa, jismning massasi topilsin.

Berilgan: $F=1\text{ kg};$

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

$$C=1\text{ m/s}^2$$

Topish kerak: $m=?$

Yechilishi:

a) Fizikaviy bosqich. Jism to'g'ri chiziqli harakat qilayotganda unga o'zgarmas kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, utesligini o'zgartirib tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Nyutonning 2-qonuniga ko'ra tezlanish bilan harakat qilayotgan jismning ta'sir etayotgan kuchning jami massasi bilan uning o'lgan tezlanish ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$F = ma$$

Tezlanishini topish uchun yo'ldan vaqt bo'yicha ikkinchi tartibli hosila olinadi, ya'ni

$$a = \frac{d^2 S}{dt^2} = S''$$

Yo'ldan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosila olsak tezlik kelib chiqadi.

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

Tezlikdan vaqt bo'yicha hosila olsak tezlanish kelib chiqadi.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

b) Matematikaviy bosqich. Masalashartiga ko'ra, yo'lining vaqtga bog'liqlik tenglamasidan

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

avval tezlikni

$$g = \frac{dS}{dt} = \frac{d(A - Bt + Ct^2)}{dt} = -B + 2Ct$$

va keyin esatezlanishini topamiz:

$$a = \frac{dg}{dt} = \frac{d(-B + 2Ct)}{dt} = 2C = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m/s}^2$$

Nyutonning ikkinchi qonunidan jism massani topib, song qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz.

$$m = \frac{F}{a} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ kg}$$

Javobi: $m = 0.5 \text{ kg}$.

c) Tahliliy bosqich. Agar masalaning shartida jism harakati $S = A - Bt + Ct^2 + Dt^3$ harakat deb, yo'lining vaqtgacha bog'liqligi $S = A - Bt + Ct^2 + Dt^3$ ko'rinishda berilgan ham xuddi yuqoridagidek jism massasi aniqlanadi. Bu holda tezlanish vaqtgacha bog'liq bo'lib qoladi.

$$a = 2C + 6Dt$$

Agar vaqt berilsa, o'sha vaqtdagi tezlanishni topib keyin massa aniqlanadi.

2-masala. Massasi 50 kg bo'lgan bola qayiqdan qirg'oqqa 1 m/s tezlik sakragan bo'lsa, qayiq qanday tezlik bilan harakat qiladi? Qayiqning massasi 200 kg .

Berilgan: $m_1 = 50 \text{ kg}$;

$m_2 = 200 \text{ kg}$;

$g_1 = 1 \text{ m/s}$

Topish kerak: $g_2 = ?$

Yechishi: a) fizikaviy bosqich. Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra, bolaning qayiqdan qirg'oqqa sakragandagi impuls qayiqning bola qayiqdan qirg'oqqa sakragandagi impulsiga teng bo'ladi:

$$m_1 g_1 = m_2 g_2$$

b) matematikaviy bosqich. Impulsning saqlanish qonunidan foydalanib, qayiqning bola qayiqdan qirg'oqqa sakragandagi tezligini topamiz:

$$g_2 = g_1 \frac{m_1}{m_2}$$

Hisoblashlar bajarilsa

$$g_2 = g_1 \frac{m_1}{m_2} = 1 \cdot \frac{50}{200} = 0,25 m/s;$$

Javobi: $g_2 = 0,25 m/s$

c) tahliliy bosqich. Agar masalaning shartida bola qayiqdan sakrashidan oldin qayiq ma'lum tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lganda, impulsning saqlanish qonuni boshqacha ko'rinishni olgan bo'lar edi.

$$m_1 g_1 = m_2 (g_2 + g_k)$$

3-masala. Binoning 80 m balandligidan erkintushayotgan 1 kg massali jism balandlikning yarmisini o'tayotgandagi kinetik va potentsial energiyasini magateng? $g = 10 m/s^2$ deb olinsin.

Berilgan: $h = 80 m$;

$$h_1 = h/2;$$

$$g = 10 m/s^2$$

Topish kerak: $E_{p1} - ? E_{k1} - ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. h balandligidan erkin tushayotgan jismning potentsial energiyasi

$$E_p = mgh$$

h balandlikda tezlik nolga teng bo'lgani uchun kinetik energiyasi $E_k = 0$ ga teng bo'ladi.

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, jism h balandlikning yarmisini o'tayotgandagi kinetik va potentsial energiyalari yig'indisi h balandligidan erkin tushayotgan jismning potentsial energiyasiga teng bo'ladi:

$$E_p = mgh_1 + \frac{m g_1^2}{2}$$

h balandlikning yarmisini o'tayotgandagi kinetik energiyasi potentsial energiyalari ayrimasiga teng boladi:

$$E_p - mgh_1 = \frac{m g_1^2}{2} = E_{k1}$$

b) matematikaviy bosqich. h balandligidan erkin tushayotgan jismning potentsial energiyasini hisoblasak,

$$E_p = mgh = 1 \cdot 10 \cdot 80 = 800J$$

h balandlikning yarmisini o'tayotgandagi jismning potentsial energiyasini hisoblasak,

$$E_{p1} = mg \frac{h}{2} = 1 \cdot 10 \cdot \frac{80}{2} = 400J$$

h balandlikning yarmisini o'tayotgandagi kinetik energiyasi

$$E_{k1} = E_k + E_p - E_{p1} = 0 + 800 - 400 = 400J$$

Javobi: $E_{k1} = E_{p1} = 400J$

c)

tahliliy bosqich. Demak, h balandlikning yarmisini o'tayotgandagi jismning potentsial energiyasi bilan kinetik energiyasi teng bo'larekan.

Agar jism h balandlikning chorak qismidan o'tayotganda,

jismning potentsial energiyasi bilan kinetik energiyasi teng bo'lmasekan. Chunki,

bunda balandlikdagi jismning kinetik energiyasi potentsial energiyasidan kichik bo'ladi.

4-masala. Massasi $50t$ bo'lgan temir yo'lvagoni $8 \quad km/soat$ tezlik bilan 30 t massali tinch turgan vagon gaketib tirkaldi.

Vagonlarning tirkalgandan keyingi tezligini aniqlang.

Berilgan: $m_1 = 50t$;

$m_2 = 30t$;

$\mathcal{G}_1 = 8km / soat$;

Topish kerak: $\mathcal{G}'_1 = \mathcal{G}'_2 - ?$

Yechishi: a) fizikaviy bosqich. Impulsningsaqlanish qonuniga ko'ra, m_1 vagoni $\mathcal{G}_1$ tezlik bilan m_2 massali tinch turgan vagoni kelib tirkalanganida, impulslari yig'indisi tiklangandagi impulsiga teng bo'ladi, ya'ni

$$m_1 \mathcal{G}_1 + m_2 \mathcal{G}_2 = m_1 \mathcal{G}'_1 + m_2 \mathcal{G}'_2$$

Masala shartiga ko'ra,

$$m_1 \mathcal{G}_1 = (m_1 + m_2) \mathcal{G}'_1$$

b) matematikaviy bosqich. Impulsningsaqlanish qonunidan foydalanib, tiklangandagi tezligini topamiz:

$$\mathcal{G}'_1 = \frac{m_1 \mathcal{G}_1}{(m_1 + m_2)}$$

Hisoblashlar bajarilsa:

$$\mathcal{G}'_1 = \frac{m_1 \mathcal{G}_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{50 \cdot 8}{50 + 30} = 5 \frac{km}{soat}$$

Javob: $\mathcal{G}'_1 = 5 \frac{km}{soat}$

c) tahliliy bosqich. Agar masalaning shartida, vagon ma'lum tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lganda, impulsningsaqlanish qonunini boshqachako'rinishni olgan bo'laredi, ya'ni

$$m_1 \mathcal{G}_1 + m_2 \mathcal{G}_2 = m_1 \mathcal{G}'_1 + m_2 \mathcal{G}'_2$$

Bu holda vagonning urilgandan keying tezligi quyidagicha bo'lar edi:

$$\mathcal{G}'_1 = \frac{m_1 \mathcal{G}_1 + m_2 (\mathcal{G}_2 - \mathcal{G}'_2)}{m_1}$$

2.3. Mustaqil ishlash uchun masalalar

Nyuton qonunlari

1. Massasi 6 t bo'lgan samolyot dvigatelining tortish kuchi 9 kN bo'lsa, u uchish paytida qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Qarshilik kuchini hisobga olmang.
2. Massasi 2 t bo'lgan avtomobil yo'lining to'g'ri qismida arqon yoydamida 0.5m/s^2 tezlanish bilan tortib ketilmoqda. Avtomobilga tezlanish berayotgan kuchni aniqlang.
3. Jism 8 N kuch ta'sirida 2m/s^2 tezlanish bilan harakatlanmoqda. Jismning massasini aniqlang.
4. Avtomobilning tezligi qonuniyat bo'yicha o'zgarmoqda. Agar avtomobil massasi 1 t bo'lsa, unga ta'sir qiluvchi natijaviy kuchni toping.
5. 2 kN kuch ta'sir qilayotgan jismning harakat tenglamasi $x=2t+0.1t^2$ ko'rinishida. Jismning massasi nimaga teng?
6. Qandaydir kuch massasi 4 kg bo'lgan jismga 2m/s^2 tezlanish beradi. Bu kuch 10 kg massali jismga qanday tezlanish beradi?
7. Jism 12 N kuch ta'sirida 1m/s^2 tezlanish oladi. Bu jismga 0.2m/s^2 tezlanish berish uchun qanday kuch qo'yish kerak?
8. Yerning massasi $6 \cdot 10^{24}$ kg, Oyning massasi $7.3 \cdot 10^{22}$ kg, Ularning markazlari orasidagi masofa 384 000 km. Yer va Oy orasidagi tortishish kuchini aniqlang.
9. Ikkita sharcha bir-biridan 1 m masofada $33.35 \cdot 10^{-10}$ N kuch bilan tortishadi. Birinchi sharning massasi 10 kg. Ikkinchi shar massasini toping.
10. Yerda 120 kg massali toshni ko'tara oladigan sportchi, Oyda qanday massali toshni ko'tara oladi? Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik.
11. Koptok Yerga tortilishi tufayli gorizonta tayanchga 5 N kuch bilan bosadi. Koptok massasi qancha?
12. Qayroq toshning hajmi 150 sm^3 , zichligi 2200kg/m^3 . Qayroq tosh og'irligini aniqlang.

13. Massasi 80 kg bo'lgan dada, 20 kg bo'lgan o'g'lini yelkasida ko'tarib turibdi. Dada yerni qanday kuch bilan bosadi?

14. Massasi 70 kg bo'lgan sportchi qo'lidagi tosh og'irligi 50 N. U yerga qanday kuch bilan bosadi

15. Bikrligi 100 N/m prujinani 3 sm gacho'zish uchun qanday kuch qo'yish kerak?

16. 5 N kuch ta'sirida 10 sm ga uzyadigan prujina bikrligini toping .

17. Dinamometrda yuk osilganda 2 N ni ko'rsatdi. Dinamometr prujinasining bikrligi 40 N/m bo'lsa, prujina qanchaga uzayisini toping.

18. Bikrligi 40 N/m bo'lgan prujina 2.5 sm gacho'zilishi uchun, unga qanday massali yuk ilish kerak?

19. Massasi 2 T bo'lgan avtomobil gorizental yo'l bo'ylab tekis harakat qilmoqda. Agar ishqalanish koeffitsiyenti 0,02 bo'lsa, avtomobilning tortish kuchini toping.

20. Massasi 2 kg bo'lgan brusokni gorizental sirt bo'ylab, gorizental yo'nalgan 1 N kuch ta'sirida bir tekis tortilmoqda. Ishqalanish koeffitsiyentini toping.

21. Massasi 2 kg bo'lgan jism gorizental kuch ta'sirida, gorizental sirt bo'ylab 2 m/s² tezlanish bilan harakatlanadi. Agar jism va sirt orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0.2 bo'lsa, bu kuchni aniqlang.

22. Gorizental sirtida joylashgan massasi 10 kg bo'lgan brusokka gorizental yonalgan 15 N kuch qo'yilgan. Agar ishqalanish koeffitsiyenti 0.1 bo'lsa, jismning tezlanishini aniqlang.

23. Massasi 4 kg bo'lgan jismni gorizental sirt bo'ylab ungaparallel joylashgan prujina yordamida bir tekis tortilmoqda. Agar prujina 0,8 sm gacho'zilgan bo'lsa, uning bikrligi aniqlansin. Ishqalanish koeffitsiyenti 0,4 ga teng

24. Massasi 10 kg bo'lgan jism gorizontga 300 burchak ostida yo'nalgan 50 N kuch ta'sirida gorizental tekislikda harakatlanadi. Ishqalanish koeffisienti 0.2 bo'lsa, jismga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchini aniqlang.

25. Chana yuki bilan gorizontal yo'l bo'ylab 500 N tortuvchi kuch ta'sirida bir tekis ko'chishi uchun qanday maksimal massaga bo'lishi kerak? Ishqalanish koeffitsiyenti 0.1.

Mexanikadaenergiyaning saqlanish qonuni

1. Massasi 2000 kg bo'lgan avtomobil yerga 5 m balandlikdagi ko'prikdagi 4 m/s tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Avtomobilning to'la mexanik energiyasi nimaga teng.

2. Ipgaosilgan yukning erkin tebranishida maksimum potensial energiyasi 3.8 J ga teng. Qarshilik kuchini etiborga olinmаса, kinetik energiyani maksimal qiymati nimaga teng.

3. Massasi 600 kg bo'lgan bolg'a "svay"ni yerga qoqish uchun 12 m balandlikka ko'tariladi. Bolg'a erkin tushib "svay"ga urilish paytida kinetik energiyasi qanday bo'ladi?

4. Yerning gorizontal sirtidan otolgan 1 kg massali jismning 3 m balandlikdagi kinetik energiyasi 20 J. Jismning yerga urilish paytidagi to'la mexanik energiyasini aniqlang. Havoning qarshilik kuchini hisobga olmang.

5. Bola roqatkadan vertikal yuqoriga tosh otishda rezina shnurni shunday cho'zdi, uning uzunligi 10 sm ga ortdi. Agar toshning massasi 20 g, shnurning bikrligi 800 N/m bo'lsa, tosh necha m balandlikka ko'tarilgan?

6. Jism gorizontal tekislikda to'g'ri chiziqli tekis harakatlanmoqda. Jismga tekislik bo'ylab harakat yo'nalishiga qarshi yo'nalgan kuch ta'sir qilib 2 J ga teng bo'lgan ish bajardi. Shundan so'ng jismni kinetik energiyasi 5 J bo'lib qoldi. Jismning boshlang'ich kinetik energiyasi qanday bo'lgan?

7. Massasi 1 kg bo'lgan tinch turgan jismni 30 J ish bajarib, yerdan 2 m balandlikka ko'tarildi. Jism buning natijasida qanday kinetik energiyaga bo'ldi?

8. Muvozanatda turgan ipgaosilgan charchaga gorizontal yo'nalishda 12 m/s tezlik berildi. Sharcha qanday balandlikka ko'tariladi? Havoning qarshilik kuchi hisobga olinmasin.

9. Jismlar sistemasini bir xolatdan ikkinchi xolatgao'tkazilganda, uning potensial energiyasi 17 J ga ortdi. Agar bunda tashqi kuchlar sistema ustida 11 J ish bajargan bo'lsa, kinetik energiyao'zgarishining moduli aniqlansin. Ishqalanish yo'q.

10. Tepalikning oxirida 80 kg massali chananing kinetik energiyasi 1 kJ ga teng bo'ldi. Tepalikning balandligi qanday bo'lgan? Qarshilik kuchlarini etiborga olmang.

11. 10 m balandlikda tinch turgan 100 g massali jism erkin tusha boshladi. Uning 6 m balandlikdagi kinetik energiyasi qanday? Havoning qarshilik kuchi hisobgaolinmasin.

12. Jism 12 m balandlikdan tushmoqda. Uning 4 m balandlikdagi uy tomiga tushish paytidagi tezligi qanday bo'lgan? Havoning qarshilik kuchi hisobgaolinmasin.

13. Chuqurligi 20 m bo'lgan shaxtaning tubida koptok yotibdi . Koptok shaxtadan chiqishi uchun unga qanday minimal telik berish kerak?

14. Jism 80 m balandlikdan erkin tushmoqda. Uning yerga urilish paytidagi tezligi qanday? Havoning qarshilik kuchi hisobgaolinmasin.

15. Jism yuqoriga tik 20 m/s tezlik bilan otildi. Qanday balandlikda uning kinetik energiyasi potensial energiyasidan ikki marta kichik bo'ladi?

16. Jism 10 m balandlikdan erkin tushmoqda. Jismning kinetik energiyasi potensial energiyasiga teng bo'lgan paytdagi tezligini toping.

17. Balandligi 3 m bo'lgan qiya tekislikdan sirpanib tushayotgan 0.5 kg massali tosh qiya tekislik oxirida 6 m/s tezlikaega bo'ldi. Toshning to'la mexanik energiyasi qanchagao'zgardi?

18. Og'irligi 4 N bo'lgan to'pga yuqoriga otish paytida 80 J kinetik energiya berilgan bo'lsa, u qanday balandlikka ko'tariladi? Havoning qarshilik kuchi hisobgaolinmasin.

19. Massasi 100 g bo'lgan jism 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Trayektorianing eng yuqori nuqtasida jismning potensial energiyasi 8 J ga teng bo'ldi. Jismning otish paytidagi potensial energiyasini toping.

20. Massasi 1 kg bo'lgan jism yer sirtidan gorizontga burchak ostida otildi. Uning 10 m balandlikdagi kinetik energiyasi 100 J ga teng bo'ldi. Jismning boshlang'ich tezligini toping.

21. Gorizontga burchak ostida ottilgan jismning 7.5 m balandlikdagi tezligi ning otilish tezligidan ikki marta kichik bo'lsa, u qanday tezlik bilan ottilgan? Havoning qarshilik kuchi hisobga olinmasin.

22. Yuqoriga ottilgan jism 1.44 s dan so'ng yerga qaytib tushdi. Jismning yerga tushish paytdagi kinetik energiyasini va eng yuqori nuqtadagi potensial energiyasini toping. Jismning massasi 200 g, energiya yo'qolishini hisobga olmang.

23. Gorizont sirtida uzunligi 1 m va massasi 4 kg bo'lgan ingichka bir jinsli zanjir yotibdi. Zanjirni bir uchidan ushlab uning ikkinchi uchi yer sirtidan zanjirning uzunligiga teng bo'lgan balandlikka ko'tarilganda bajarilgan minimal ishni toping. 24. Massasi 5.2 kg bo'lgan bolg'a detalga 80 sm balandlikdan tushdi. Agar mexanik energiyaning 25 % i uning qizishiga sarflansa, uning ichki energiyasi qanchaga ortadi?

25. Balandligi 20 m bo'lgan balkondan 0.2 kg massali to'p yerga tushdi. To'p harakat davomida havoning qarshiligi tufayli o'z energiyasini 20% i ni y'qotdi. To'ning yerga urilish paytidagi kinetik energiyasini aniqlang.

26. Massasi 2000 kg bo'lgan vertolyot 20 m balandlikda turibdi. Qanday balandlikda uning potensial energiyasi 600 kJ ga ortadi?

27. Massasi 1 t bo'lgan avtomobil balandligi 5 m bo'lgan tepalikka 20 m/s tezlik bilan yaqinlashmoqda. Tepalikning ustida uning tezligi 6 m/s gacha kamaydi. Avtomobil to'la mexanik energiyasini o'zgarishi qanday?

28. Massasi 1 kg bo'lgan toshga 30 m balandlikdan 25 m/s boshlang'ich tezlik berildi. Yerga urilish paytida uning tezligi 30 m/s ga teng bo'ldi. Ishqalanish kuchi natijasida mexanik energiyaning qancha qismi ichki energiyaga aylangan?

29. Uzunligi 2 m bo'lgan arqon uchlaridan biri biroz osilgan holda silliq gorizont stolda yotibdi. Arqonni stoldan uzilgandagi tezligini aniqlang.

30. Ideal blok orqali o'tkasilgan 1 m uzunlikdagi arqon dastlab ikkala uchi bir xil satxda, tich holatda turibdi. Arqon uchlaridan biriga asarlari qo'nishi natijasida arqon harakatga keldi. Arqonning blokdan uzilgan paytidagi tezligini toping.

31. Gorizont sirt bo'ylab 0.5 kg massali halqa 0.6 m/s tezlik bilan sirpanmasdan dumalamoqda. Uning kinetik energiyasini toping.

Jism impulsi. Impulsning saqlanish qonuni

1. Massasi 0.2 kg bo'lgan sharchaaylana bo'ylab 0.8 m/s tezlik bilan tekis aylanmoqda. Sharcha impulsining modulini toping.
2. 600 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan o'qning impulsi 6 kg·m/s bo'lsa, oqning massasini toping.
3. Massasi 4 t bo'lgan avtobusning tezligi yo'lning to'g'ri chiziqli qismida 5 m/s dan 10 m/s gachaortidi. Avtobus impulsining o'zgarishini toping.
4. Aravacha gorizontal yo'nalishda 6 N kuch tasirida ishqalanishsiz harakatga keldi. Harakat boshlangandan 2 s o'tgach aravacha impulsini aniqlang.
5. Ikkitaplastilin shar bir-biriga tomon uchmoqda. Ularni impulslari modullari 0.05 kg·m/s va 0.03 kgm/s. T'qnashuvdan so'ng sharlar yopishib qoladi. Bir –biriga yopishgan sharlarning impulsini topin.
6. 300 m/s tezlik bilan gorizontal yo'nalishda uchayotgan massasi 6 g bo'lgan o'q silliq stol ustida yotgan 500 g massali brusokni teshib kiradi va undan 150 m/s tezlikda uchib chiradi. Brusokning harakat tezligini aniqlang.
7. 2 m/s tezlikbilan harakatlanayotgan massasi 130 t bo'lgan teplovoz tinch turgan 1170 t massali sostavga ulanib qoladi. Ulanishdan so'ng sostav va teplovoz birgalikda qanday tezlik bilan harakat qiladi?
8. Muz ustida turgan konkichi massasi 5 kg bo'lgan yukni gorizontal yo'nalishda 8 m/s tezlik bilan otdi. Otishdan so'ng konkichi ortaga yo'nalgan 0.5 m/s tezlik olgan bo'lsa, uning massasi necha kg?
9. Massalari 400 g va 200 g bo'lgan ikki jism to'qnashuvdan song to'xtab qoldi. Agar birinchi jism tezligi to'qnashuvdan oldin 0.8 m/s bo'lgan bo'lsa, ikkinchi jim tezligi qanday bo'lgan?
10. 5 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan massasi 200 g bo'lgan shar , huddi shu yo'nalishda 4 m/s tezlikda harakatlanayotgan 300 g massali shar bilan absolyut noelastik to'qnashdi. Sharlarning to'qnashuvdan keyingi tezligini toping.
11. 400 m/s tezlikda releslargaparaallel ravishda harakatlayayotgan massasi 50 kg bo'lgan snaryad qumi platformaga tiqilib qoladi. Platformaning qumbilan

birgalikdagi massasi 20 t va u o'q tomon 2 m/s tezlikda harakatlanayotgan bo'lsa, platforma snaryad bilan birgalikda qanday tezlikda harakatlanadi.

12. Massasi 0.2 kg bo'lgan sharcha aylana bo'ylab 0.8 m/s tezlik bilan tekis aylanmoqda. Sharcha impulsining modulini toping.

13. 600 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan o'qning impulsi 6 kg·m/s bo'lsa, oqning massasini toping. 20.3. Massasi 4 t bo'lgan avtobusning tezligi yo'lning to'g'ri chiziqli qismida 5 m/s dan 10 m/s gacha ortadi. Avtobus impulsining o'zgarishini toping.

14. Aravacha gorizontaal yo'nalishda 6 N kuch tasirida ishqalanishsiz harakatga keldi. Harakat boshlangandan 2 s o'tgach aravacha impulsini aniqlang.

15. Ikki taptastilin shar bir-biriga tomon uchmoqda. Ularni impulsilari modullari 0.05 kg·m/s va 0.03 kgm/s. T'qnashuvdan so'ng sharlar yopishib qoladi. Bir –biriga yopishgan sharlarning impulsini topin.

16. 300 m/s tezlik bilan gorizontaal yo'nalishda uchayotgan massasi 6 g bo'lgan o'q silliq stol ustida yotgan 500 g massali brusokni teshib kiradi va undan 150 m/s tezlikda uchib chiradi. Brusokning harakat tezligini aniqlang.

17. 2 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan massasi 130 t bo'lgan teplovoz tinch turgan 1170 t massali sostavga ulanib qoladi. Ulanishdan so'ng sostav va teplovoz birgalikda qanday tezlik bilan harakat qiladi?

18. Massalari 400 g va 200 g bo'lgan ikki jism to'qnashuvdan song to'xtab qoldi. Agar birinchi jism tezligi to'qnashuvdan oldin 0.8 m/s bo'lgan bo'lsa, ikkinchi jim tezligi qanday bo'lgan?

19. 5 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan massasi 200 g bo'lgan shar, huddi shu yo'nalishda 4 m/s tezlikda harakatlanayotgan 300 g massali shar bilan absolyut noelastik to'qnashdi. Sharlarning to'qnashuvdan keyingi tezligini toping.

20. 400 m/s tezlikda releslarga parallel ravishda harakatlayayotgan massasi 50 kg bo'lgan snaryad qumi platformaga tiqilib qoladi. Platformaning qumbilan birgalikdagi massasi 20 t va u o'q tomon 2 m/s tezlikda harakatlanayotgan bo'lsa, platforma snaryad bilan birgalikda qanday tezlikda harakatlanadi.

21. Balandligi 1 m bo'lgan stolning qirrasida massasi 100 g bo'lgan kichik sharcha turibdi. Unga gorizontal yo'nalishda, sharchaning markazi tomon yo'nalgan 100 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 10 g masali o'q tegdi va unda tiqilib qoldi. Sharcha stoldan qanday masofada yerga tushadi.

22. Uzunligi 3 m bo'lgan qayiqda turgan odam uning bir uchidan ikkinchi uchiga yurib o'tganda qayiq 0.75 m masofaga siljidi. Agar qayiqning massasi 180 kg bo'lsa, odamning massasini aniqlang. Suvning qayiq harakatiga qarshiligini hisobgaolmang.

23. Silliq releslarda tugan aravachaning bir uchidan ikkinchi uchiga releslargaparael ravishda yurib o'tsa, aravacha yerga nisbatan qanday masofaga siljiydi? Odamning massasi 60 kg, aravacha massasi 120 kg, uzunligi 6 m.

24. Muz ustida tinch nturgan 60 kg massali odam gorizontal yo'nalishda 20 m/s tezlik bilan uchub kelayotgan 0.5 kg massali to'pni ushlab oldi. Odam oyoq kiyimi tagligi va muz orasidagi ishqalanish koeffisienti 0.05 bo'lsa, odam to'p bilan birgalikda qanday masofagaortga siljiydi.

25. Yupqapalstina ustidapenoplastdan yasalgan tomoni 10 sm, massasi 100 g bo'lgan kubik turibdi. Kubikkapastdan vertikal yuqoriga 100 m/s otilgan, massasi 10 g bo'lgan o'q kubikdan 95 m/s tezlikdachihib ketdi. O'qning tegishi natijasida kubik yuqoriga ko'tariladimi?

26. Ko'ndalang kesimi 6 sm² bo'lgan suv oqimi devorgao'tkazilgan normalga 600 burchak ostida urilyabti va undan elastik qaytmoqda. Suv oqimoning tezligi 12 m/s bo'lsa, devorga ta'sir etuvchi kuchni toping.

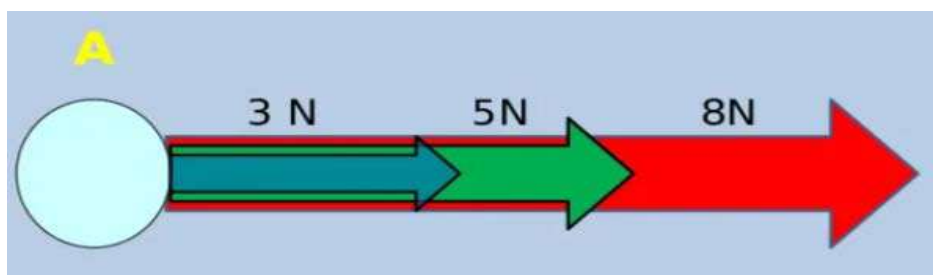
27. Massasi 80 kg bo'lgan kosmonavt radiusi 1 km bo'lgan shar shaklidagi ateroidda qo'lida 4 kg massali toshni ushlagan holda turibdi. Kosmonavt asteroidning yo'ldoshi bo'lib qolmastligi uchun toshni gorizontal yo'nalishda qanday minimal tezlik bilan otish kerak? Asteroidning zichligi 5 g/sm³.

28. Solning qirg'og'ida unga qarab turgan sportchi sol orqali suvga sakramoqchi bo'ldi. Spotrchi 3.5 m/s boshlang'ich tezlik bilan sakrasa, u solni ustidan sakrab o'tishi uchun, solning maksimal kengligi qanday bo'lishi kerak? Solning massasi sportchi massasidan 2 marta katta.

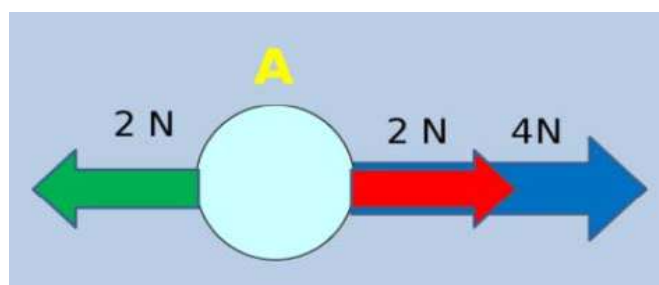
29. Uzunligi 3.4 m va massasi 200 kg bo'lgan qayiq tinch suvda turibdi. Massasi 60 kg va 80 kg bo'lgan ikki baliqchi qayiqning old va orqa tomonida turibdi. Ular o'zaro o'rin almasha, qayiq qancha masofaga siljiydi. 30. Massasi 1 kg bo'lgan snaryad gorizontal yo'nalishda 200 m/s tezlikda harakatlanayotgan vaqt momentida, 125 m balandlikda ikkita bo'lakka bo'lindi. Massasi 0.3 kg bo'lgan ikichik bo'lak 400 m/s tezlik bilan dastlabki yo'nalishda harakatlandi. Parchalarning tushush nuqtalari orasidagi masofani toping.

2.4. Mustaqil ishlash uchun manriqiy topshiriqlar

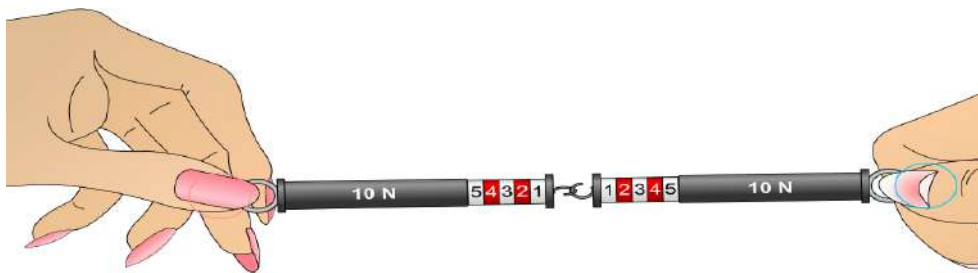
1-topshiriq. A nuqtaga qo'yilgan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisi nimaga teng?



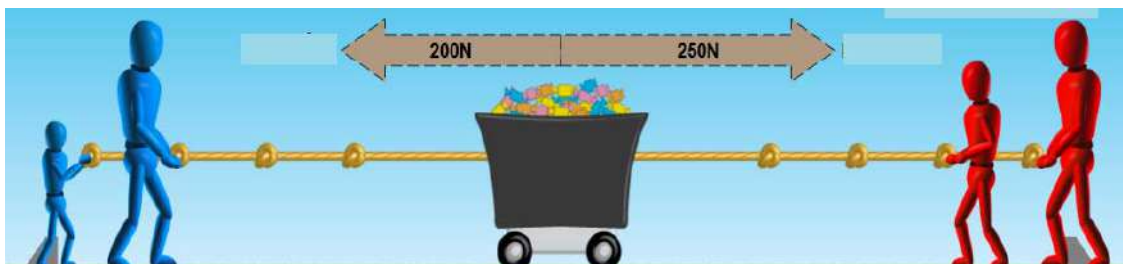
2-topshiriq. A nuqtaga qo'yilgan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisi nimaga teng?



3-topshiriq. Keltirilgan rasm Nyutonning qaysi qonunini izohlaydi?



4-topshiriq. Natijalovchi kuch nimaga teng?

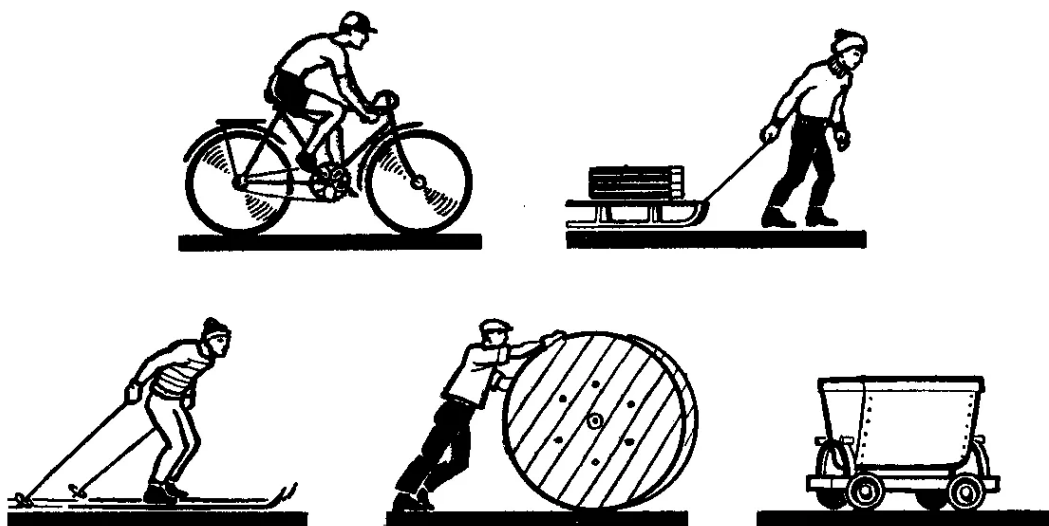


5-topshiriq. Futbolchi to'pni tepgandan keyin to'p yuqoriga qarab vertikal uchib bormoqda:

- a) Tepish paytida; b) yuqoriga ko'tarilayotgan vaqtida; c) pastga tushayotganda; d) yerga urilayotganda to'pga ta'sir qiluvchi kuchlarni ko'rsating va taqqoslang.

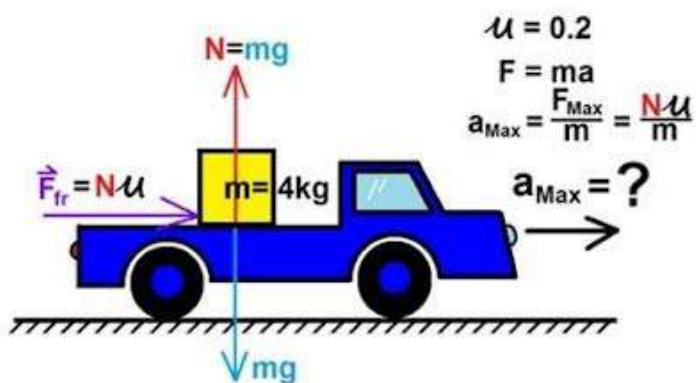


6-topshiriq. Rasmga qarab ishqalanish kuchini turlarga ajratib izoxlang.

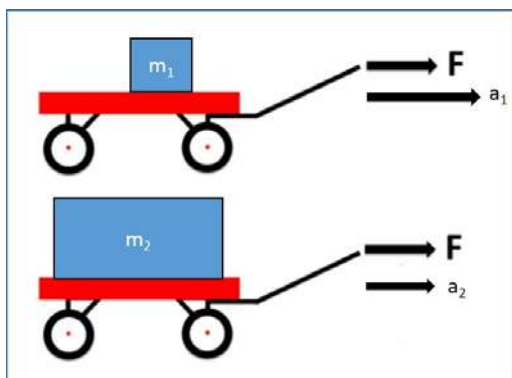


7-topshiriq. Rasmda keltirilgan strelkadagi kuchlarni ayting va tushuntiring.

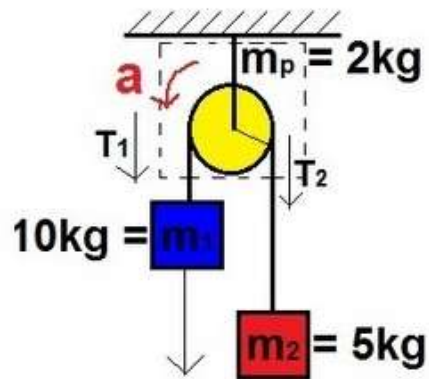
8-topshiriq. Rasmda keltirilgan ifodalardan foydalanib maksimal tezlanishni toping?



9-topshiriq. Rasmga qarab Nyutonning ikkinchi qonunini tushuntiring?



10-topshiriq. Tezlanishni toping?



$a = ?$

10-topshiriq. Quyida keltirilgan rasmda bloklar sistemasi keltirilgan. Agar chelakdagi yuk 20 kg bolsa bolaarqonni qanday nyuton (N) kuch bilan tortishi kerak.



III. QATTIQ JISMLARNING AYLANMAHARAKATI

3.1. *Qattiq jism aylanma harakat kinematikasi va dinamikasi*

Nazariy ma'lumotlar

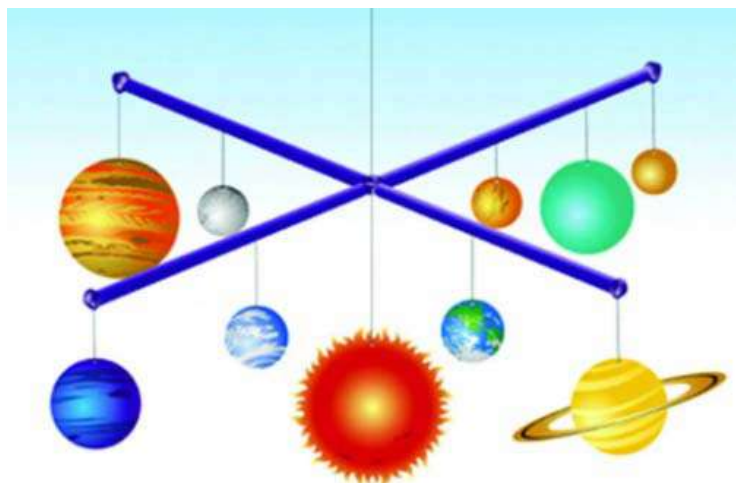
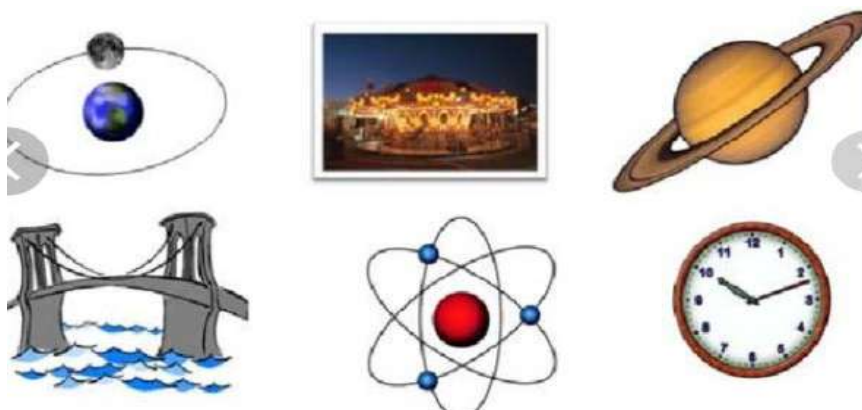


Ushbu belgini kundalik hayotimizda doim ko‘ramiz. Ho‘sh buni fizik jixatdan taxlil qilib o‘rganib ko‘rish sizga qiziqmi?

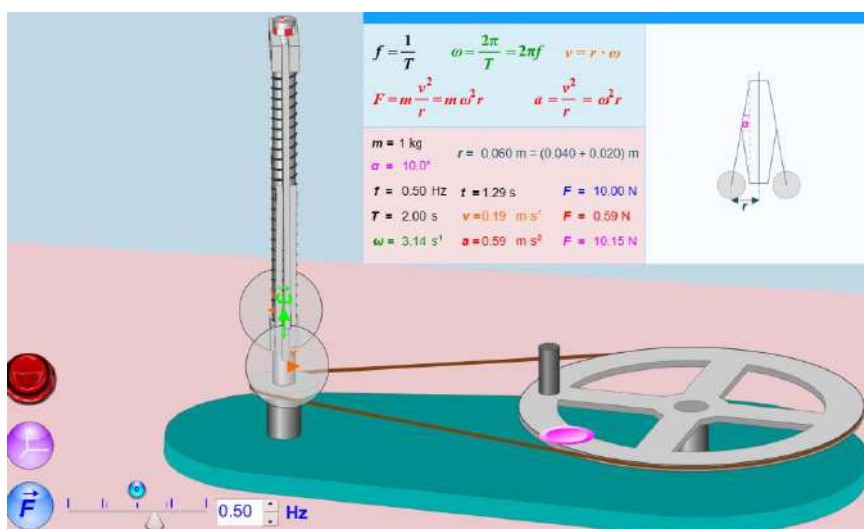
U holda qattiq jismlarning aylanma harakati to‘g‘risida o‘rganamiz.

Aylanma harakat — bu ob‘ektning aylana bo‘ylab harakati yoki aylana yo‘li bo‘ylab aylanish. U bir xil bo‘lishi mumkin, doimiy burchak tezligi va doimiy tezlik bilan yoki o‘zgaruvchan aylanish tezligi bilan bir xil bo‘lmagan. Uch o‘lchamli jismning sobit o‘qi atrofida aylanish uning qismlarining aylanma harakatini o‘z ichiga oladi. Harakat tenglamalari jismning massa markazining harakati-ni tavsiflaydi. Dumaloq harakatda jism va sirdagi qo‘zg‘almas nuqta orasidagi masofa bir xil bo‘lib qoladi.

Aylanma harakatga misollar: Yer atrofida doimiy balandlikda aylanuvchi sun‘iy sun‘iy yo‘ldosh, ship ventilyatorining qanotlari uya atrofida aylanayotgani, arqonga bog‘langan va aylana bo‘ylab aylantirilayotgan tosh, egri chiziqdan aylanayotgan avtomobil. poyga yo‘li, bir xil magnit maydonga perpendikulyar harakatlanuvchi elektron va mexanizm ichida aylanadigan tishli.



Aylanma harakat qilayotgan jismlarda markazdan qochma va intilma kuchlarni e'tiborga olish doim talab qilinadi.



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

$$M = F \cdot l,$$

bunda, l — aylanish o'qidan kuch yo'nalgan to'g'ri chiziqqacha bo'lgan masofa.

Aylanish o'qiga nisbatan **moddiy nuqtaning inertsiya momenti** deb bu nuqtaning massasini aylanish o'qigacha bo'lgan masofaning kvadratiga ko'paytmasiga aytiladi.

$$J = mr^2$$

bunda, m — moddiy nuqtaning massasi var — nuqtaning o'qdan uzoqligi.

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

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

Bundan ixtiyoriy shakldagi jismni inersiya momentini olish mumkin:

Yaxlit silindrning (diskining) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

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

Bunda, R — silindrning radiusi va m — uning massasi;

Ichki radiusi R_1 va tashqi radiusi R_2 bo'lgan kovak silindrning (gardishning) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

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

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

$$J \cong mR^2 ;$$

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

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

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 topilishi mumkin;

$$J = J_0 + md^2$$

Bunda, m — jismning massasi va d — jism og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Aylanma harakat dinamikasi asosiy qonuning tenglamasi quyidagicha ifodalaniladi:

$$M dt = d(J\omega),$$

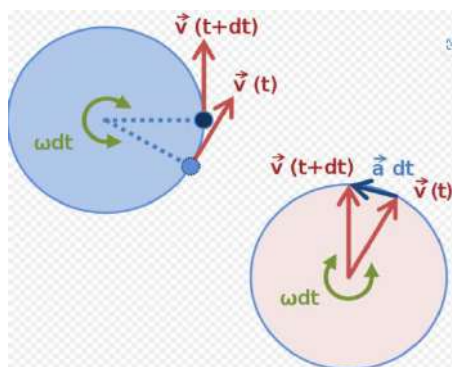
bunda M — inersiya momenti J ga teng bo'lgan jismga qo'yilgan kuch momenti; ω — jism aylanma harakatining burchak tezligi.

Agar $J = \text{const}$ bo'lsa, u vaqtda

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

bunda β

aylantiruvchi kuch momenta M ning ta'sirida jismning o'lgan burchak tezlanishi.



Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi

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

bunda J —jismning inersiya momenta va ω —uning burchak tezligi.

Ilgarilama harakat dinamikasining tenglamalari bilan aylanma harakat dinamikasining tenglamalari jadvalda taqqoslangan.

Ilgarilama harakat	Aylanma harakat
Nyutonning ikkinchi qonuni	
$F \cdot \Delta t = mv_2 - mv_1$ yoki $F = ma$	$M \cdot \Delta t = J \omega_2 - J \omega_1$ yoki $M = J\varepsilon$
Harakat miqdorining saqlanish qonuni $\sum mv = const$	Harakat miqdori momentining saqlanish qonuni $\sum Jm\omega = const$
Ish va kinetik energiya	
$A = F \cdot S = \frac{mv_2}{2} - \frac{mv_1}{2}$	$A = M \cdot \varphi = \frac{J\omega_2^2}{2} - \frac{J\omega_1^2}{2}$

3.2. Masalalar yechish masalalar

1-masala. 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 A —o'zgarmas son, $B = 2 \text{ rad/sek}$, $C = 3 \text{ rad/sek}^2$ va $D = 1 \text{ rad/sek}^3$. Harakatning ikkinchi sekundi oxiridagi g'ildirak gardishidagi nuqtalarning normal tezlanishi $3,5 \cdot 10^2 \text{ m/sek}^2$ ga teng bo'lsa, g'ildirakning radiusini toping.

Berilgan: $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$,

$B = 2 \text{ rad/sek}$,

$C = 3 \text{ rad/sek}^2$

$D = 1 \text{ rad/sek}^3$

$t = 2 \text{ sek}$, $a_n = 3,5 \cdot 10^2 \text{ m/sek}^2$.

Topish kerak: $R=?$

Yechilishi. a) fizikaviy bosqich. G'ildirak tekis o'zgaruvchan aylanma harakat qilishi natijasida uning burilish burchagi bilan vaqt orasidagi bog'lanish

$$\varphi = A + B t + C t^2 + D t^3$$

tenglama bo'yicha o'zgaradi. G'ildirakning tekis o'zgaruvchan aylanma harakatdagi burchak tezligi

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

ga teng.

G'ildirakning tekis o'zgaruvchan aylanma harakatdagi normal tezlanishi

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

ga teng bo'ladi. Bu holda burchak tezligi bilan burchak tezligi bilan quyidagicha bog'langan:

$$v = \omega R$$

U holda normal tezlanish uchun

$$a_n = \omega^2 R$$

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagilardan foydalanib, g'ildirakning radiusini

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

va burchak tezlik o'zgarishi dan vaqt bo'yicha hosilaga teng, ya'ni

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = B + 2Ct + 3Dt^2$$

Bundan burchak tezligini hisoblasak:

$$\omega = 2 + 2 \cdot 3 \cdot 2 + 3 \cdot 1 \cdot 4 = 26 \text{ rad/sek.}$$

Bu qiymatni radius tengligiga qo'yib, quyidagicha ega bo'lamiz:

$$R = \frac{3,5 \cdot 10^{-2}}{(26)^2} \approx 0,52 \text{ m}$$

O'lchov birligini tekshirib ko'ramiz:

$$[R] = \frac{[\mathcal{M} / \text{cek}^2]}{[\rho a \partial / \text{cek}^2]} = m$$

Javobi: G'ildirakning radiusi $R \approx 0,52 \text{ m}$.

c) tahliliy bosqich. Bu masaladan, turmushdaaylanuvchi qurilmalar uchun normal tezlanishi vachiziqli tezligini tanglash uchun g'ildirakning radiusini o'zgartirish orqali amalgaoshirish mumkinligini ko'rinadi.

2-masala. Ipning uchiga bog'langan 150 g massali koptok 0.6 m radiusli aylana bo'ylab tekis harakatlanmoqda. Koptok sekundiga 2 martaaylanadi. Uning markazga intilma tezlanishi qanday?

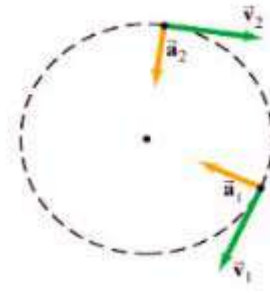
Berilgan: $m = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg}$

$$r = 0.6 \text{ m}$$

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

$$n = 2 \text{ marta}$$

Topish kerak: $a_n = ?$



Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Aylana bo'ylab tekis harakatlan koptokning burchak tezligi

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi n}{t},$$

va koptokning chiziqli tezligi

$$g = \omega r = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi r n}{t}$$

ga teng bo'ladi. Koptokning markazga intilma tezlanishi esa

$$a_n = \frac{g^2}{r}$$

ifodaorqali ifodalanadi.

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodalardan foydalanib koptokning chiziqli tezligini hisoblaylik:

$$g = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi r n}{t} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 0.6 \cdot 2}{1} = 7.54 \text{ m/s}$$

Koptokning markazga intilma tezlanishi

$$a_n = \frac{g^2}{r} = \frac{7.54^2}{0.6} = 94.75 \text{ m/s}^2$$

Javobi: $a_n = 94.75 \text{ m/s}^2$

c) tahliliy bosqich.

Bu masala shartidan, aylanuvchi qurilmalar tekis harakatlanayotganda normal tezlanishi vachiziqli tezligining aylanish davri yoki chastotasiga vaaylanish radiusiga bog'liqligini ko'rish mumkin.

3-masala. Jism biror balandlikdan tushib, halqa bo'ylab harakatlanadi. Halqaning radiusi qanday bo'lganda jism halqaning yuqori nuqtasidan tushib ketmaydi. Jismning halqaning yuqori nuqtadagi tezligi 30 m/s.

Berilgan:

$$g = 30 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2;$$

Topish kerak: $R = ?$

Yechilishi: a) *fizikaviy bosqich.* Jism halqaning yuqori nuqtasidan tushib ketmasligi uchun og'irlik kuchi markazdan qochma kuchga teng bo'lishi kerak:

$$F_{og'} = F_i$$

Og'irlik kuchi

$$F_{og'} = mg$$

va markazdan qochma kuch

$$F_i = \frac{mg^2}{R}$$

ga teng bo'ladi.

b) matematikaviy bosqich. Og'irlik kuchini markazdan qochma kuchga tenglashtirib, jism halqaning yuqori nuqtasidan tushib ketmasligi uchun halqaning radiusi qanday bo'lishini hisoblaylik:

$$R = \frac{m g^2}{mg} = \frac{g^2}{g} = \frac{30^2}{10} = 90m$$

Javobi: $R = 90m$

c) tahliliy bosqich. Masala shartidan, aylanuvchi jism tekis harakatlanayotganda halqaning yuqori nuqtasidan tushib ketmasligi uchun halqaning radiusini tanlashdachiziqli tezligining qiymatiga bog'liq bo'lishini ko'rish mumkin.

4-

masala. Uzunligi $50sm$ va massasi $400g$ bo'lgan ingichkabir jinslitayoqchao'rtasidan tayoqchagatiko'tgano'qatrofida $3rad/s^2$ burchaktezlanish bilan aylanadi. Aylantiruvchi moment M ni qaysi qanday bo'lishini hisoblaylik.

Berilgan:

$$l = 50sm = 0,5m;$$

$$m = 400g = 0,4kg;$$

$$\varepsilon = 3rad / s^2$$

Topishkerak: $M = ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. O'qning inersiya momenti o'zgarmasligini e'tiborga olsak, aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$M = J \cdot \varepsilon$$

Tayoqchao'rtasidan tik o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti esa

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

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodalarni tenglashtirib, aylantiruvchi moment M aniqlanadi:

$$M = \frac{1}{12} m \cdot l^2 \cdot \varepsilon;$$

Hosil bo'lgan ifodaga sonli qiymatlarni qo'yib hisoblasak,

$$M = \frac{1}{12} m \cdot l^2 \cdot \varepsilon = \frac{1}{12} \cdot 0,4 \cdot (0,5)^2 \cdot 3 = 0,025 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Javobi: $M = 0,025 \text{ N} \cdot \text{m}$

c) tahliliy bosqich. Masala shartidan, aylanuvchi ingichka bir jinsli tayoqchao'rtasidan tik o'tgan o'q atrofida burchak tezlanish bilan aylanganda aylantiruvchi momenti tayoqchani burchak tezlanishi, uzunligi va massasiga bog'liqligini ko'rish mumkin.

1.3. Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. Yer sharining o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti va harakat miqdori momenti topilsin.

2. Radiuslarni $R=5\text{ m}$ bo'lgan ikkita shar vazinsiz sterjen uchiga mahkamlangan. Sharlar markazlari orasidagi masofa $= 0,5 \text{ m}$. Har bir sharining massasi $m=1 \text{ kg}$. a) Sterjenning o'rtasidan uzunligiga tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan bu sistemaning J_1 inersiya momenti; b) sharlarni massalari markazlarida mujassamlashgan moddiy nuqtalar deb o'sha o'qqa nisbatan bu sistemaning J_2 inersiya momenti; v) J_1 kattalikni J_2 bilan almashtirib, bu sistemaning inersiya momentini hisoblashda yo'l qo'yilgan $\delta = \frac{J_1 - J_2}{J_2}$ nisbiy xatolik topilsin

3. $R=0,2 \text{ m}$ radiusli bir jinsli diskning gardishiga urinma ravishda $F=98,1 \text{ N}$ kuch ta'sir qiladi. Aylanma harakat qilayotgan diskka $M_{ishq} = 4,9 \text{ Hm}$ ishqalanish kuchining momenti ta'sir qiladi. Agar disk o'zgarmas $\varepsilon = 100 \text{ rad/s}^2$ burchak tezlanish bilan aylanayotgan bo'lsa, diskning m massasi topilsin.

4. 1 m uzunlikdagi va $m=0,5$ kg massali bir jinsli sterjen vertikal tekislikda o'rtasidan o'tgan gorizontaal o'q atrofida aylanmoqda. Agar aylantiruvchi moment $M=98,1$ Nm ga teng bo'lsa, sterjen qanday burchak tezlanish bilan aylanadi?

5. $R=0,2$ m radiusli $m=5$ kg massali bir jinsli disk o'z markazidan o'tgan o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining t vaqtga bog'lanishi $\omega=A+Bt$ tenglama orqali berilgan, bunda $B=8$ rad/s² . Disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish nazarga olinmasin.

6. Inersiya momenti $J=63,6$ kg·m² ga teng bo'lgan maxovik $\omega=31,4$ rad/s o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Maxovik $t=20$ s dan keyin to'xtasa, tormozlovchi M moment topilsin. Maxovik bir jinsli disk deb xisoblansin.

7. Bir tekis aylanadigan g'ildirak, 3 s da 150 marta aylandi. Aylanish davri vachastotasini toping.



8. Soat strelkasining aylanish davri minut strelkasining aylanish davridan necha marta katta?



9. Sekund strelkasining aylanish chastotasi, minut strelkasining chastotasidan necha marta katta?

10. Devor soatning sekund strelkasi uzunligi 20 sm. Sterlka uchi raqamlarga nisbatan qanday tezlikda harakatlanadi?

11. Diametri 40 sm bo'lgan silliqlash g'ildiragining ishchi yuzasi nuqtalarining tezligi 100 m/s bo'lsa, silliqlash g'ildiragining aylanish chastotasini toping.

12. Avtomobil yo'lining egrilik radiusi 50 m bo'lgan burilish qismida 10 m/s doimiy tezlikda harakatlanmoqda. Avtomobil tezlanishini toping.

13. Kosmonavt radiusi 18 m bo'lgan sentrafugada mashg'ulot o'tkazmoqda. Kosmonavt qanday tezlikda harakatlanganda, uning markazga intilma tezlanishi 40.5 m/s^2 bo'ladi?

14. Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan moddiy nuqta 5 s da to'liq aylandi. U 2 s da qanday burchakka buriladi?

15. 100 m radiusli aylana bo'ylab 0.1 rad/s burchak tezlikda harakatlanayotgan velosipedchining 30 s davomida yo'lini hisoblang.

16. Kremilning Spaskaya minorasidagi soatning minut strelkasining uzunligi 3.5 m. Strelkaning uchi bir daqiqada mecha metrga siljiydi?

17. Val minutiga 3000 marta aylanadi. Unga maxkamlangan 40 sm radiusli skivning chetki nuqlalarining chiziqli tezligini toping.

18. Velosipedchi 8 m/s tezlikda harakatlanmoqda. G'ildiragining radiusi 70 sm bo'lsa, 1 minutda necha marta to'liq aylanadi?

19. Ventilyator parraklarining burchak tezligi $20\pi \text{ rad/s}$. 10 minutdagi aylanishlar sonini toping.

20. Diametri 0.5 m bo'lgan barabanga tros maxkamlangan. Baraban tekis aylanishni boshlagandan 5 s o'tgan, unga 10 m tros o'raldi. Barabanning aylanish davri nimaga teng.

21. Shkiv 10 s da 40 marta aylanadi. Aylanish o'qidan qanday masofada joylashgan nuqtalar $10\pi \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanadi?

22. Moddiy nuqta aylana bo'ylab o'zgarmas 50 m/s tezlik bilan harakatlanadi. Tezlik vektorining yo'nalishi 2 s da burchakkao'zgardi. Nuqtaning markazga intilma tezlanishini aniqlang.

23. Sekund strelkasi 10 s da qanday burchakka buriladi (rad)?

24. Soatning minut strelkasi uzunligi soat strelkasining uzunligidan 3 marta uzun. Minut strelkasi uchki nuqtasining chiziqli tezligi soat strelkasinikidan necha marta katta?

25. Soatning minut strelkasi uzunligi sekund strelkasining uzunligidan 20 % uzun. Sekund strelkasi uchki nuqtasining chiziqli tezligi minut strelkasinikidan necha marta katta?

26. Bir g'ildirak sekundiga 50 martaaylanadi. Ikkinchi g'ildirak 30 s da 500 martaaylanadi. Birinchi g'ildirakning burchak tezligi ikkinchi g'ildirakning burchak tezligidan necha marta katta?

27. Miltiqdan 50 ay/s tezlikdaaylanayotga, diametri 20 sm bo'lgan yupqa devorli slindrgao'q uzildi. O'qning slindr ichidagi harakati davomida kirish tirqishi 1 sm ga siljigan bo'lsa, o'qning tezligini toping. O'q diametr bo'ylab otilgan.

28. Parma yordamida diametri 20 mm bo'lgan tirqish ochilmoqda. Parma ichki qirrasining tezligi 400 mm/s va bir martaaylanganda 0.5 mm chuqurlikdagi burg'ulashni amalgaoshirmoqda. Detalda 150 mm chuqurlikdagi teshik ochish uchun qancha vaqt kerak bo'ladi?

29. Aylanayotgan g'ildirak chetki nuqtasining tezligi 0.5 m/s ga teng, bu nuqtadan aylanish o'qiga 4 sm yaqin bo'lgan nuqtaning tezligi 0.3 m/s bo'lsa, g'ildirak radiusini toping.

30. G'ildirak qanday burchak tezlik bilan aylanganda, chetki nuqtasining tezligi 0.5 m/s, bu nuqtadan aylanish o'qiga 4 sm yaqin bo'lgan nuqtaning tezligi 0.3 m/s bo'ladi?

31. Ikki shkiv tasmali uzatma yordamida bo'glangan. Yetaklivchi shkiv minutiga 600 martaaylanadi, yetaklanuvchi shkiv esa minutiga 3000 marta. Yetaklanuvchi g'ildirakning radiusi 10 sm bo'lsa, yetaklovchi shkivning radiusini toping.

32. Velosiped g'ildiragining diametri 70 sm, yetaklovchi charhdagi tishlar soni 48 ta, yetaklanuvchi charhdagi tishlar soni 18 ta. Velosiped pidali 1 ayl/s chastora bilan tepilsa,velosiped qanday tezlikda harakatlanadi?

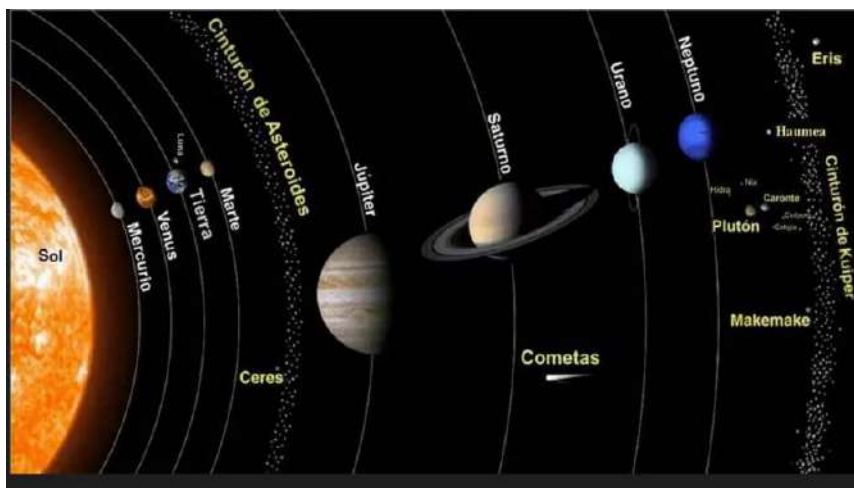
33. Yumaloq arranining diametri 600 mm. Diametri 300 mm bo'lgan, arrao'qigao'rnatilgan shkiv dvigatelgao'rnatilgan diametri 120 mm shkiv bilan tasmali nuzatmaorqali aylantiriladi. Elektrodvigatelning aylanish chastitasi 3000 ayl/min bo'lsa, arra tishlari qanday tezlikda harakatlanadi?

34. 10 ayl/sek o'zgaras tezlikkaega bo'lgan valning kinetik energiyasi 80 Joul bo'lsa, valning xarakat miqdori momenti aniqlansin.

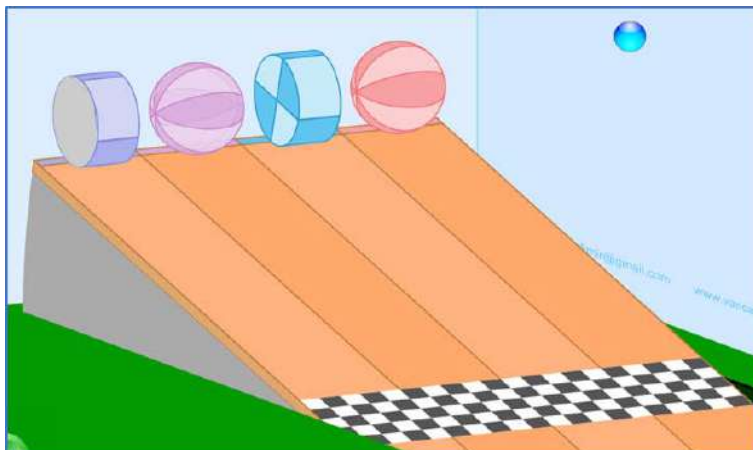
35. Radiusi 1 m va massasi 1 kg bo'lgan shar gorizontal yunalishda sirpanishsiz 5 ayl/sek tezlikda dumalab ketayotgan bo'lsa uning kinetik energiyasi nimaga teng bo'ladi?

3.4. *Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar*

1-topshiriq. Yer quyosh atrofida 365 kundaaylanib chiqadi. Yerdan quyoshgacha bo'lgan masofa taxminan 150 mln km deb olsak yerning quyosh atrofida o'rtachaaylanish tezligini toping.

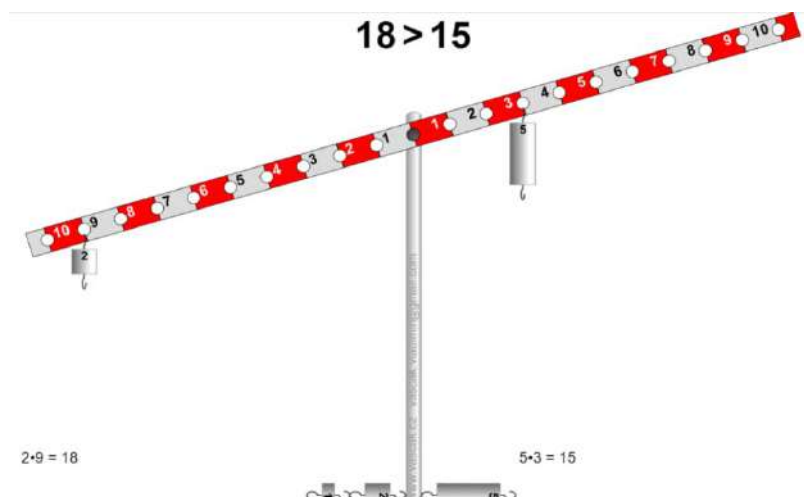


2-topshiriq. Quydagi jismlarni bir vaqtda qo'yib yuborganimizda qaysi jism tezroq tushishini izohlang.



3-topshiriq. Soatni yurishi. CHO‘ntak soatingizni stol ustiga qo‘ying, bir necha qadam narida yurib, ularning ovozini tinglang. Agar xona yetarlicha jim bo‘lsa, u holda sizning soatingiz uzilishlar bilan ishlayotganini eshitasiz: u qisqa vaqtga davom etadi, keyin bir necha soniya davomida to‘xtaydi, keyin yana yurishni boshlaydi va hokazo. Soatni bunday notekis yurishini qanday izohlashimiz mumkin?

4-topshiriq. Richagni muvozanatga keltiring.

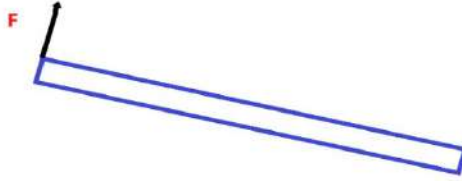


5-topshiriq. Uzunligi 1 m bo‘lgan bir jinsli sterjenning uchidan 8 sm kesib tashlandi. Sterjenning massa markazi nechacm ga siljiydi.



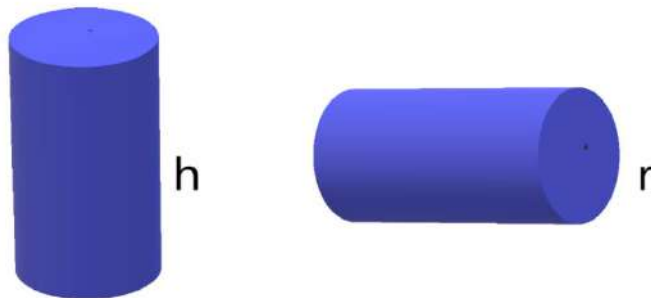
6-topshiriq. Chizmada berilgan, yelkalari teng bo‘lmagan tarozining muvozanatda bo‘lishi uchun uning o‘ng pallasiga qanday massali yuk qo‘yiladi (kg).

7-topshiriq. Yerda yotgan sterjenning bir uchidan 24 N kuch bilan ko'tarish mumkin bo'lsa, sterjenning massasini aniqlang (kg). $g=10 \text{ m/s}^2$

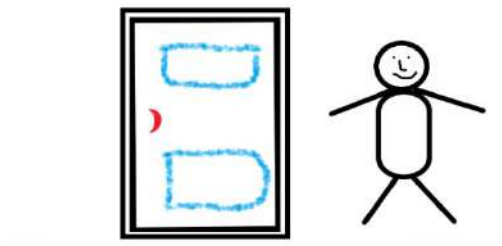


8-topshiriq. Chizmada tasvirlangan qurilma yordamida qancha og'irlikdagi yukni ko'tarish mumkin (N).

9-topshiriq. Birinchisi tik turgan, ikkinchisi tekis yerda yotgan ikkita bir xil silindrlarning potensial energiyalari teng. Silindrlarning balandligi asos radiusidan necha marta katta.



10-topshiriq. 40 N kuch ta'sirida eshik ochildi. Eshikni aylantiruvchi moment 20 N·m ga teng bo'lsa, eshikni ochuvchi kuch yelkasi nimaga teng (m).



4. MEXANIK TEBRANISHLAR VA TO‘LQINLAR

4.1. Mexanik tebranishlar va to‘lqinlar

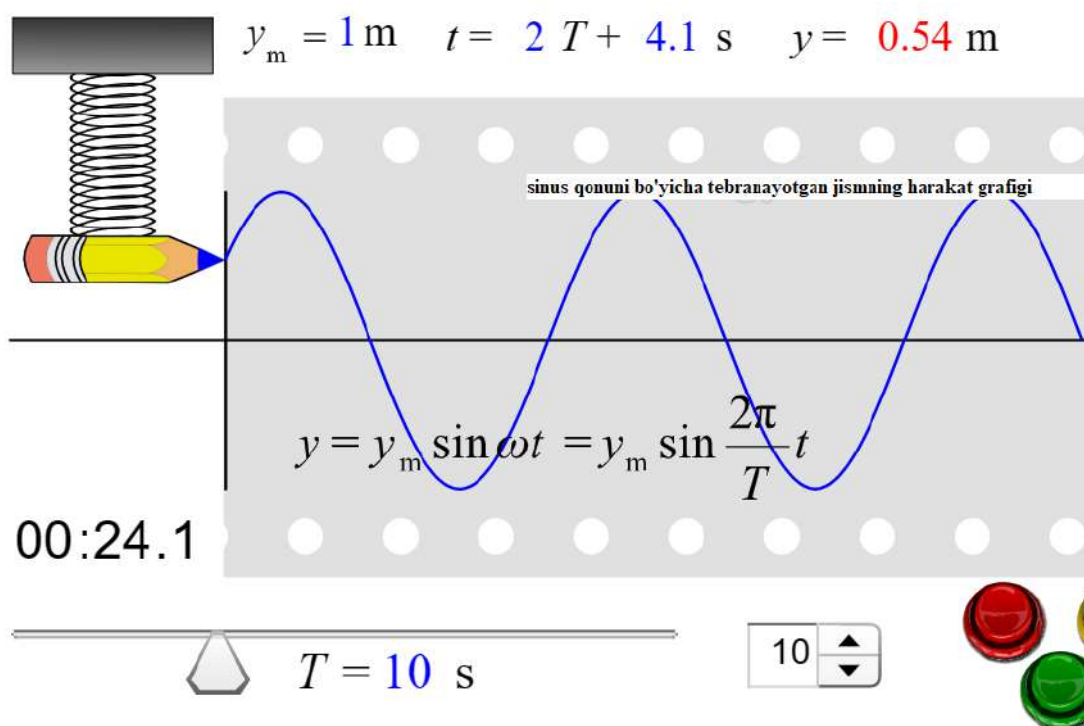
Nazariy ma’lumotlar

Garmonik tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko‘rinishgaega:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right) = A \sin(2\pi \nu t + \varphi) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

Bunda, x — nuqtaning muvozanatlik vaziyatidan siljishi (u turli vaqt paytlari uchun turlicha bo‘ladi), A — amplituda, T — davr, φ — boshlang‘ich faza,

$\nu = \frac{1}{T}$ —tebranishlar chastotasi, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ —burchak chastota.



Tebranayotgan nuqtaning tezligi

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi A}{T} \cos\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi\right)$$

va tezlanishi

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{4\pi^2 A}{T^2} \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi\right)$$

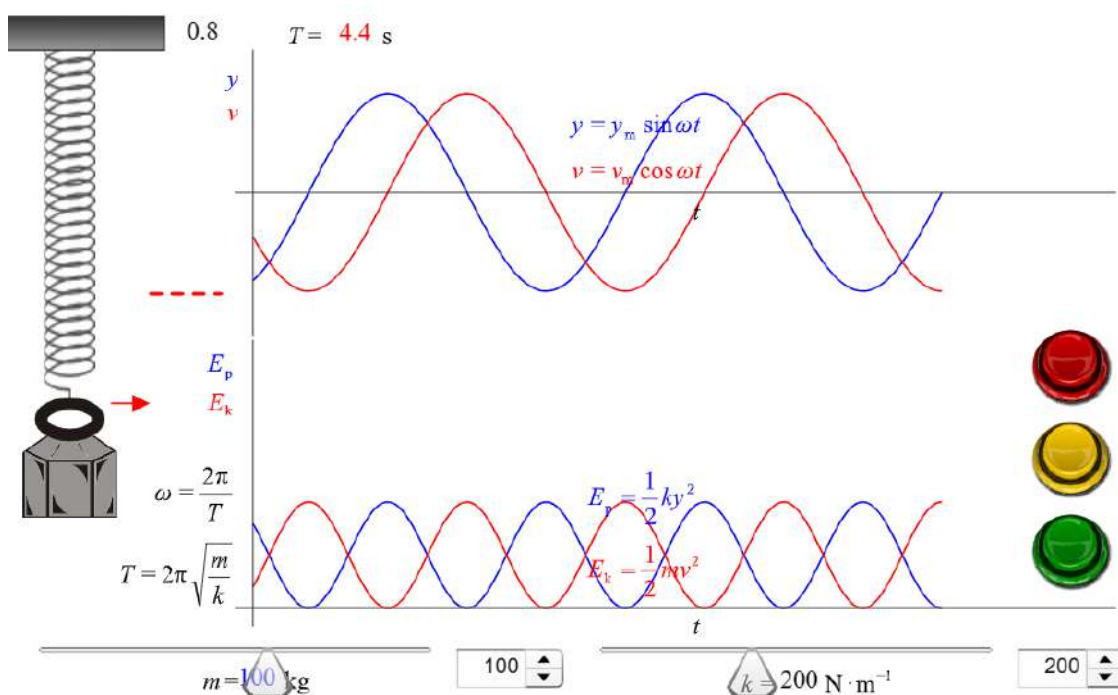
ga teng.

m massali nuqtani garmonik tebrantirayotgan kuch

$$F = ma = -\frac{4\pi^2 A}{T^2} m \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi\right) = -\frac{4\pi^2 m}{T^2} x = -kx,$$

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}, \text{ bundan } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Bu yerda, T esa $F = -kx$ kuch ta'sirida tebranayotgan nuqtaning tebranish davri; bunda k — deformatsiya koeffitsiyent bo'lib, son jihatdan 1 ga teng siljishni vujudga keltiruvchi kuchga teng.



Tebranayotgan nuqtaning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \cos^2\left(\frac{1\pi t}{T} + \varphi\right)$$

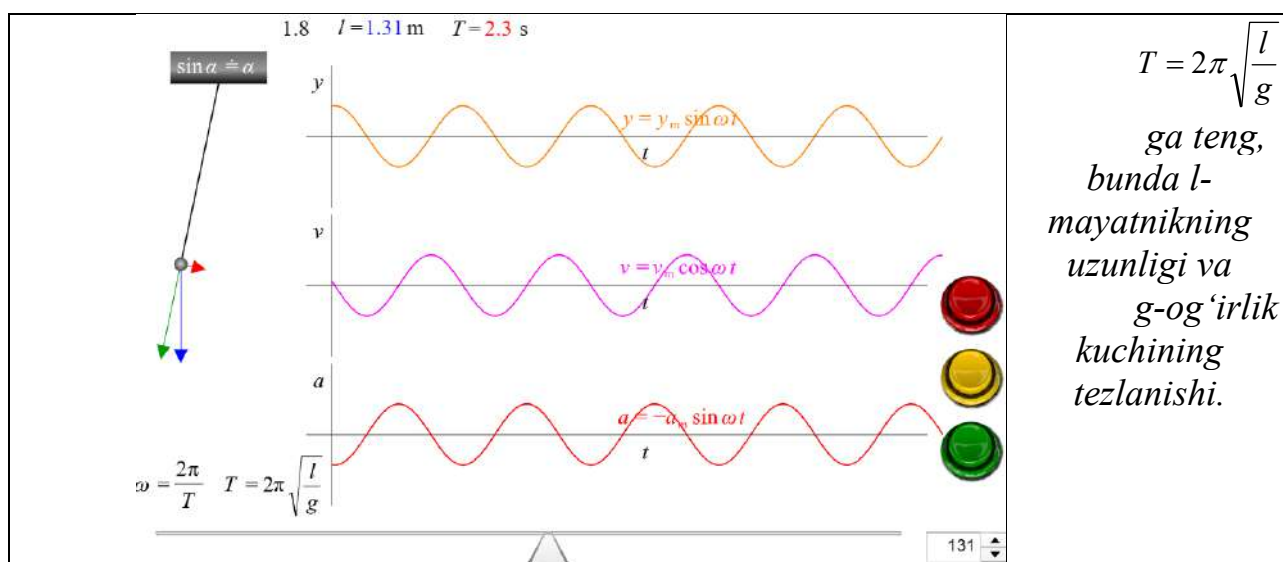
vapotensial energiyasi

$$W_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \sin^2\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right)$$

To'laenergiyasi

$$W = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2}$$

Mayatnikning kichik tebranishlari garmonik tebranma harakatlarga misol bo'lishi mumkin. Matematik mayatnikning tebranishlar davri



Bir xil davrgaega, bir tomonga yo‘yalgan ikki garmonik tebranishlar, qo‘shilganida, davri o‘zgarmagan

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

Amplitudali va boshlang‘ich fazasi

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

tenglamadan aniqlaniladigan garmonik tebranish hosil bo‘ladi. A_1 va A_2 — qo‘shiluvchi tebranishlar amplitudalari, φ_1 va φ_2 — ularning boshlang‘ich fazalari.

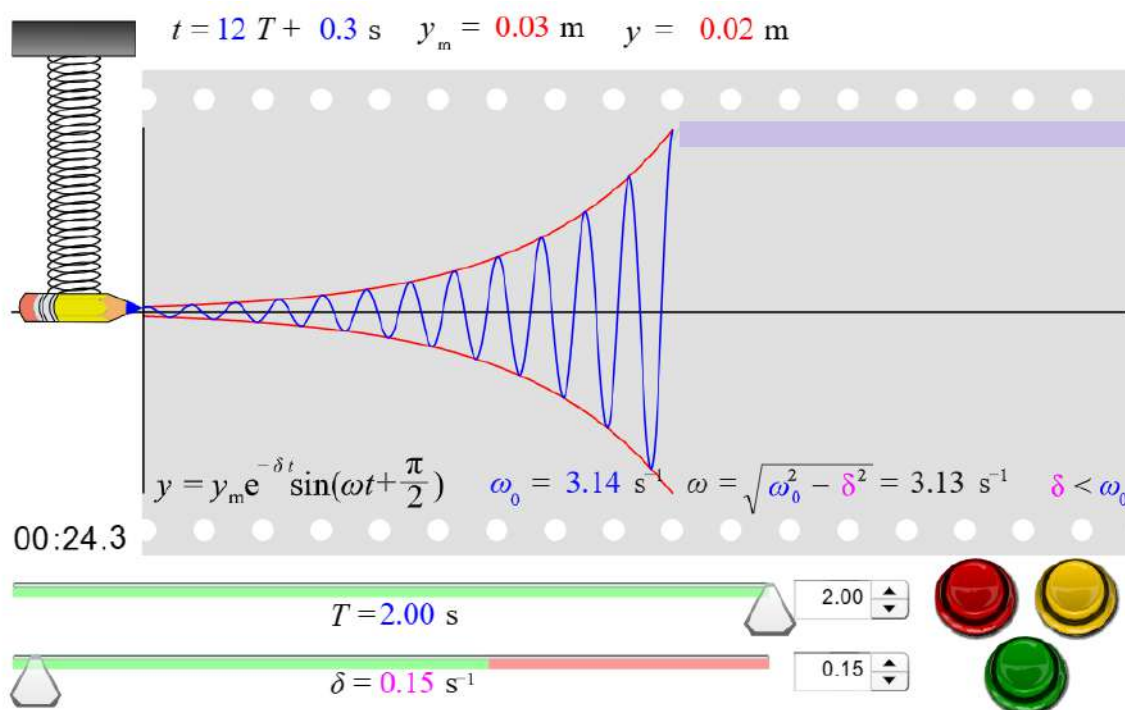
Birday davrli o‘zaro perpendikulyar ikki tebranishlar qo‘shilganda natijaviy harakat trayektoriyasining tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

m - massali moddiy nuqtaga elastik kuch $F = -kx$ dan tashqari ishqalanish kuchi $F_{ishq} = -rv$ ham (bunda r ishqalanish koeffitsiyenti va v — tebranayotgan nuqta tezligi) ta’sir etayotgan bo‘lsa, nuqtaning tebranishi so‘na boradi.

So‘nuvchi tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$x = A e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$$



Bunda, δ — soʻnish koʻeffitsiyenti. Bunda $\delta = \frac{r}{2m}$ va $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ formuladagi ω_0 — xususiy tebranishning burchak chastotasi. $x = \delta T$ kattalik soʻnishning logarifmik dekrementi deb ataladi.

Tebranishi $x_1 = A e^{-\delta t} \sin \omega_0 t$ koʻrinishida berilgan m massali moddiy nuqtaga tashqi davriy $F = F_0 \sin \omega t$ kuch taʼsir etayotgan boʻlsa, u holda nuqtaning tebranishi majburiy boʻladi va uning harakat tenglamasi quyidagi koʻrinishni oladi;

$$x_2 = A \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda

$$A = \frac{r_0}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \omega)^2 + 4\delta^2 \omega^2}}$$

va

$$\tan \varphi = \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Majburiy tebranishlar chastotasi ω xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 soʻnish koʻeffitsiyenta δ bilan quyidagi munosabatda bogʻlanganda rezonans vujudga keladi:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}.$$

Soʻnmaydigan tebranishlar nur deb ataluvchi muayyan yoʻnalish boʻylab s tezlikda tarqalayotganida shu iur 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.

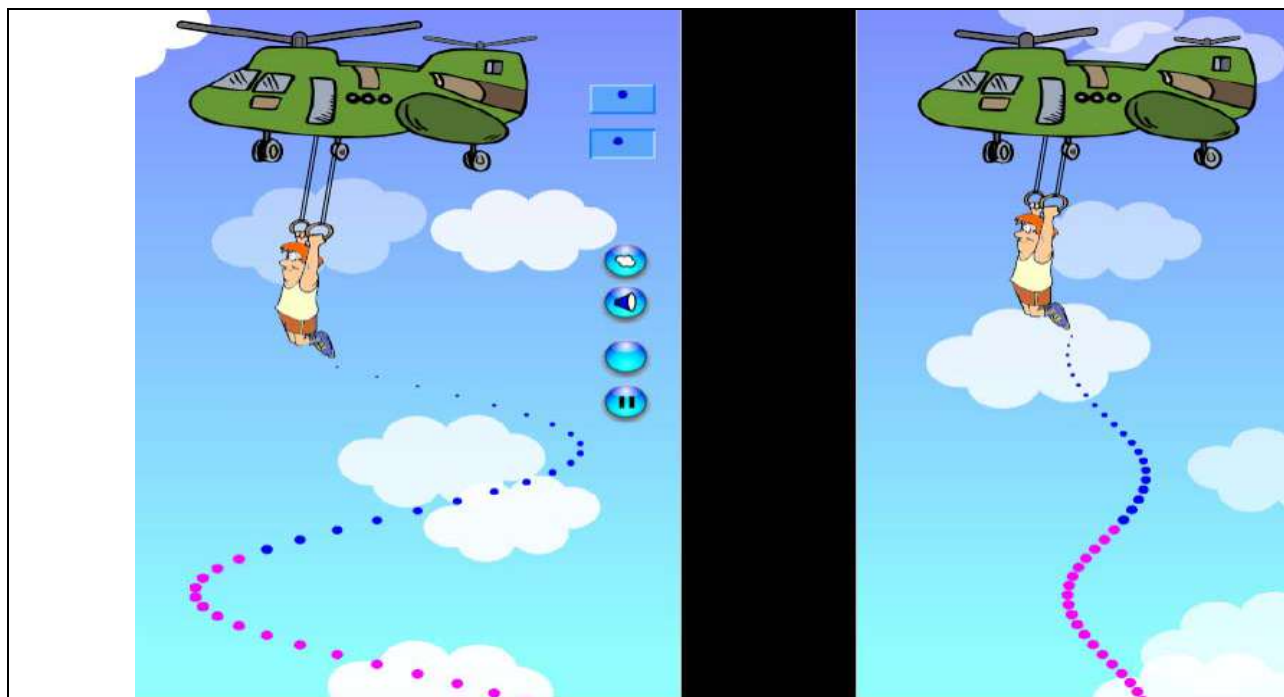
$$l_2 - l_1 = 2n \frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots),$$

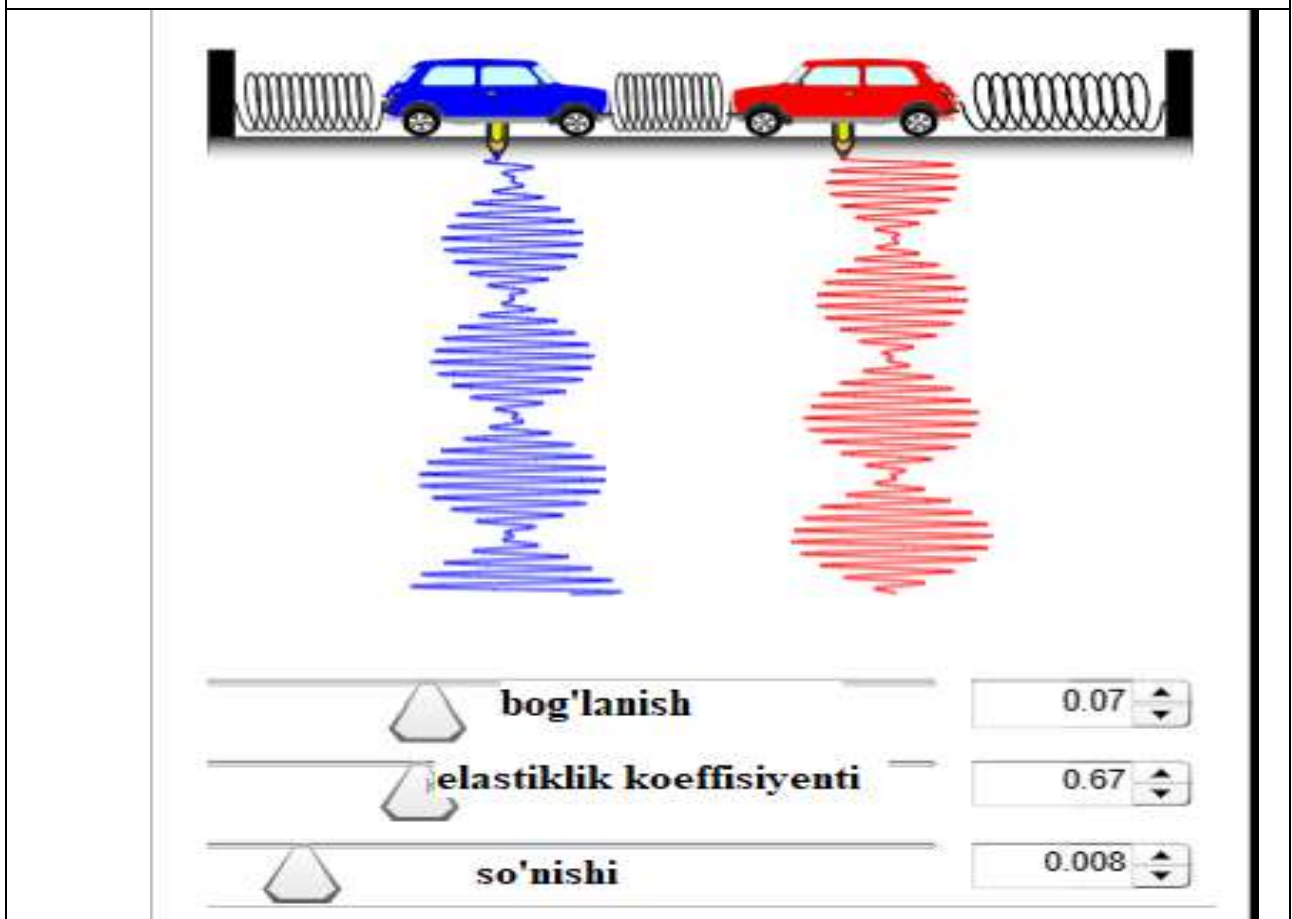
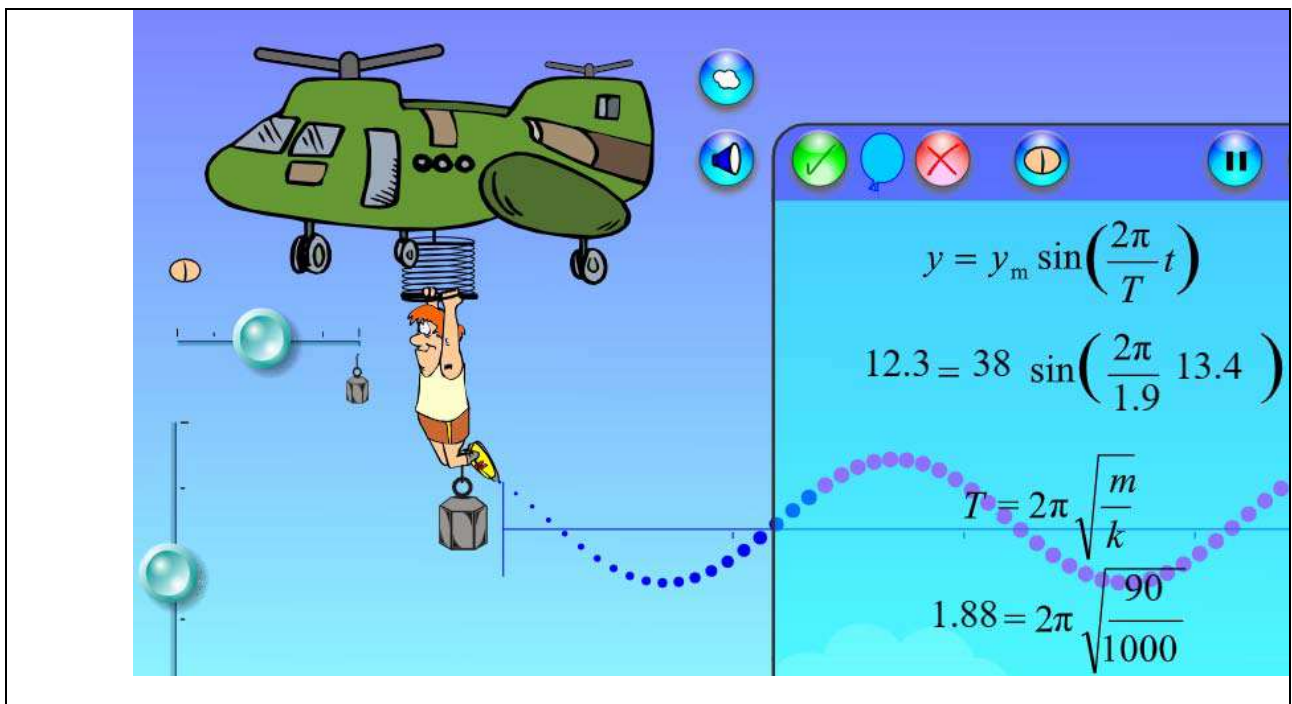
bunda l_1 — l_2 nurlar yurish yoʻlining farqi.

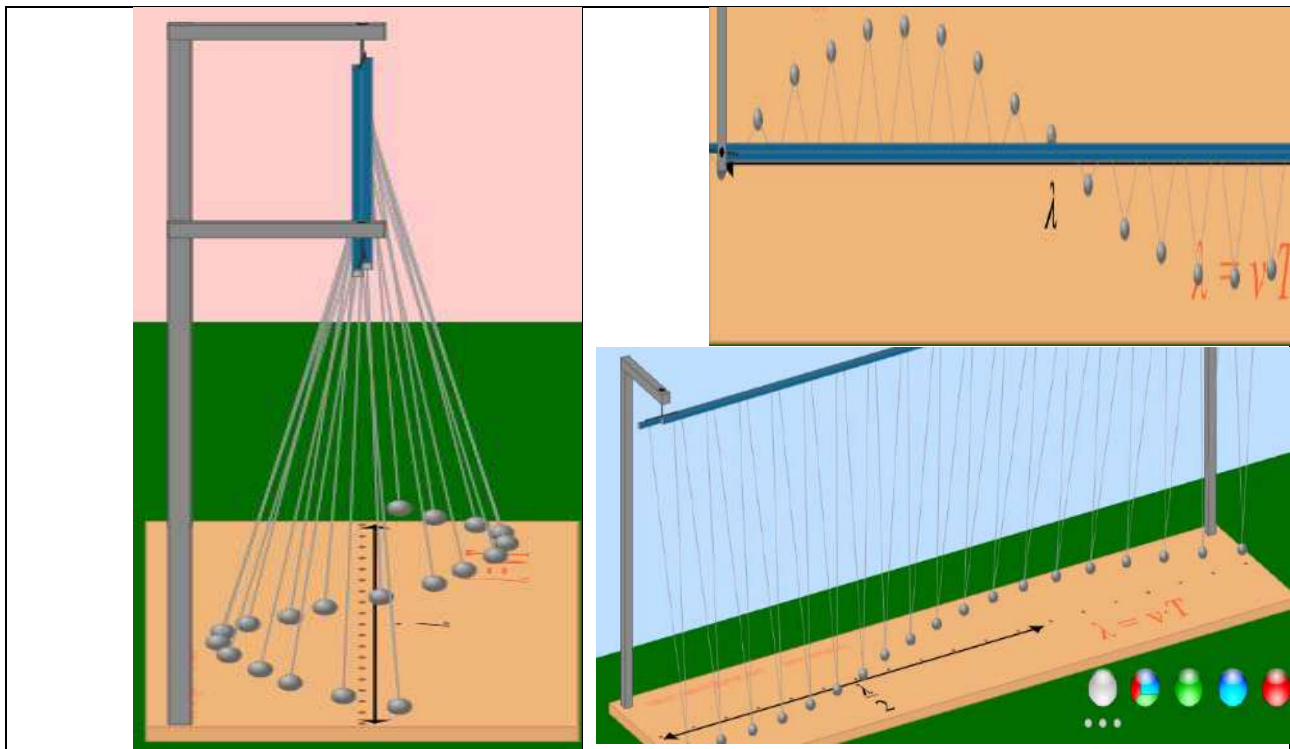
$$l_2 - l_1 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots)$$

shartda amplituda minimum boʻladi.

Qoʻyida garmonik ossilyatorlar uchun rasmlar keltiramiz.







Mexanik to'liqlarning muhitlarda tarqalishi

Bizga ma'lumki, biror jismning muhitdagi tebranma harakati shu jism turgan muhitga uzatiladi. Agar tebranish havoda bo'lsa, o'zining harakatini havo zarrachalariga uzatadi. Havo zarrachalarining tebranma harakati barcha yo'nalishda havo bo'ylab tarqaladi. Bu hodisa suyuqliklarda ham, qattiq jismlarda ham ro'y beradi. Vakuumda mexanik to'liqlar tarqalmaydi.

Tebranishning muhitda vaqt bo'yicha tarqalish jarayoniga **to'liq** deyiladi.

Bo'ylama
to'liqlar

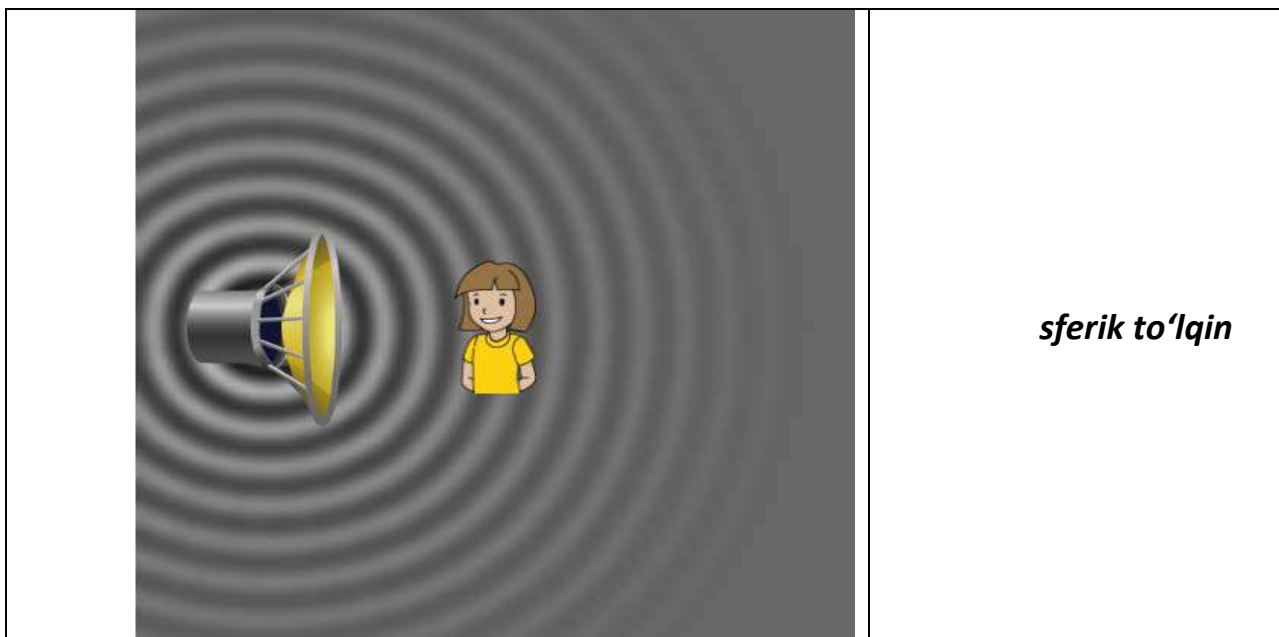
Ko'ndalang
to'liqlar

Mexanik to'liqlar
ikki xil bo'ladi

Muhitning zarralari to'liq tarqalish yo'nalishiga **perpendikulyar** yo'nalishda tebransa **ko'ndalang to'liq** deyiladi.

Muhitning zarralari to'liq tarqalish yo'nalishi yo'nalishda tebransa **bo'ylama to'liq** deyiladi.

Umumiy markazgaega bo‘lgan, undan tashqarida joylashgan har qanday sfekir sirtini barcha nuqtalari bir hilfazada tebransa, **sferik to‘lqin** hosil bo‘ladi.



To‘lqin manbaidan uzoq bo‘lgan nuqtalarda sferik to‘lqin frontining unchakatta bo‘lmagan qismi amalda yassi bo‘ladi. Bunda barcha nurlar o‘zaroparallel bo‘lib, to‘lqinning mazkur qismi **yassi to‘lqin** deyiladi.

4.2. Masala yechish bo‘yicha na‘munalar

1-masala. $x = A \sin \omega(t + \tau)$ tenglama berilgan. Berilgan tenglamani tebranish davri, chastotasi va fazasi topilsin. $\omega = 2.5\pi \text{ s}^{-1}$, $\tau = 0.5 \text{ s}$

Berilgan: $x = A \sin \omega(t + \tau)$

$\omega = 2.5\pi \text{ s}^{-1}$, $\tau = 0.5 \text{ s}$

Topish kerak:

$T - ?$

$\nu - ?$

$\varphi - ?$

Yechilishi: a)

fizikaviy bosqich. Garmonik tebranma harakat qilayotgan sistemaning tenglamasini

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

masala shartiga ko'ra

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

tenglamaga tenglashtiriladi.

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

Natijada

$$\varphi = \omega \tau$$

kelib chiqadi. Sistemaning doiraviy chastotasi

$$\omega = 2\pi\nu$$

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodalardan tebranish fazasini sonli qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz.

$$\varphi = \omega \tau = 2.5\pi \cdot 0.5 = 1.25\pi \text{ rad}$$

Doiraviy chastotaifodasidan xususiy chastotani sonli qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz.

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2.5\pi}{2\pi} = 1.25 \text{ Hz}$$

Chastota davrga teskari bo'lgan fizik kattalik ekanligidan davrni aniqlaymiz.

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{1.25} = 0.8 \text{ s}$$

kelib chiqadi.

Javob: $\varphi = 1.25\pi \text{ rad}, \nu = 1.25 \text{ Hz}, T = 0.8 \text{ s}$

c) tahliliy bosqich. Demak, garmonik tebranma harakat tenglamasida tebranishni ifodalovchi fizik kattaliklar sonli qiymatlari orqali berilgan bo'lsa, garmonik osstsilyatorlarning tebranish amplitudasi, fazasi, chastotasi va davrlarini topish mumkin ekan.

2-masala. Yassi to'liqin tenglamasi $\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$ berilgan. $A = 0.5 \text{ sm}, \omega = 628 \text{ s}^{-1}, k = 2 \text{ m}^{-1}$ gateng. Tebranishdavri, chastotasi, fazoviytezlik, muhitzarralaritebranishte zligivatezlanishiningmaksimalqiymatlaritopilsin.

Berilgan: $\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$

$$A = 0.5 \text{ sm},$$

$$\omega = 628 \text{ s}^{-1},$$

$$k = 2 \text{ m}^{-1}$$

Topishkerak: $T = ? \quad \nu = ? \quad \lambda = ? \quad g = ? \quad \dot{\xi} = ? \quad \ddot{\xi} = ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Yassito'ldintenglamasi

$$\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$$

ga masala shartida berilgan kattaliklarni qo'yib ifodalansa,

$$\xi(x, t) = 0,005 \cos(628 t - 2 x)$$

ko'rinishni oladi. Tebranishning to'ldin uzunligi bilan to'ldin son orasidagi bog'lanish quyidagi ifodalanadi:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Masalada berilgan to'ldin tenglamasidan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosilaolsak muhit zarralarining tebranish tezligikelib chiqadi.

$$\dot{\xi} = \frac{d\xi}{dt} = \frac{d(A \cos(\omega t - kx))}{dt} = -A\omega \sin(\omega t - kx)$$

$$\sin(\omega t - kx) = -1$$

gatengbo'lgandazarralariningtebranishteizligimaksimalqiymatgaerishadi.

Uholdamuhitzarralariningtebranishteizliginingmaksimalqiymati

$$\dot{\xi} = A\omega$$

ga teng bo'ladi. To'ldin tenglamasidan vaqt bo'yicha ikkinchi tartibli hosilaolsak, tezlanish kelib chiqadi, ya'ni

$$\ddot{\xi} = \frac{d\dot{\xi}}{dt} = \frac{d^2(A \cos(\omega t - kx))}{dt^2} = -A\omega^2 \cos(\omega t - kx)$$

$$\cos(\omega t - kx) = -1$$

gatengbo'lgandamuhitzarralariningtezlanishmaksimalqiymatgaerishadi. Natijada

$$\ddot{\xi} = A\omega^2$$

ifodagaega bo'lamiz.

b) matematikaviy bosqich. Masala shartidan yassi to'ldin tenglamasidan foydalanib, xususiy chastotani topish mumkin, ya'ni

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{628}{2 \cdot 3,14} = 100 \text{ Hz};$$

Bundan tebranish davrini hisoblanadi:

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ s};$$

Yuqoridagi ifodadan to'ldin uzunligi topiladi:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2 \cdot 3,14}{2} = 3,14 \text{ m}$$

To'ldin uzunligi, chastota va fazoviy tezliklar orasidagi bog'lanishdan foydalanib, fazoviy tezlikni hisoblab topiladi.

$$g = \lambda \cdot \nu = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ m/s}$$

Berilgan sonli qiymatlarni qo'yib muhit zarralarining tebranish tezligining maksimal qiymati hisoblanadi.

$$\dot{\xi} = A\omega = 0,005 \cdot 628 = 3,14 \text{ m/s}$$

So'ng muhit zarralarining tezlanish maksimal qiymati topiladi.

$$\ddot{\xi} = A\omega^2 = 0,005 \cdot 628^2 = 1972 \text{ m/s}^2$$

Javob: $T = 0,01 \text{ s}, \quad \nu = 100 \text{ Hz}, \quad \lambda = 3,14 \text{ m}, \quad g = 314 \text{ m/s}, \quad \dot{\xi} = 3,14 \text{ m/s}, \quad \ddot{\xi} = 1972 \text{ m/s}^2$

c) tahliliy bosqich. Demak, Yassi to'ldin tenglamasida muhit zarralarining tebranishni ifodalovchi fizik kattaliklar sonli qiymatlari orqali berilgan bo'lsa, muhit zarralarining tebranish chastotasi, davri, to'ldin uzunliklarini hamda muhit zarralarining tezlik va tezlanishlarining maksimal qiymatlarini aniqlash mumkin ekan.

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

Berilgan: $t = 2 \text{ min} = 120 \text{ sek}$

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

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

Topish kerak: $\lambda = ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Soʻnuvchi tebranishning amplitudasi vaqt oʻtishi bilan quyidagi qonunga asosan oʻzgaradi:

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

Bunda, $\lambda = \beta T$ - soʻnish logarifmik dekrementi, T - soʻnuvchi tebranishning shartli davri.

Yuqoridagi ifodadan quyidagi artopiladi:

$$\frac{A_0}{A} = e^{\lambda \frac{t}{T}} \ln \frac{A_0}{A} = \lambda \frac{t}{T}.$$

Bundan,

$$\lambda = \frac{T}{t} \ln \frac{A_0}{A}.$$

Soʻnish juda kam boʻlgan tebranish davri

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

boʻladi.

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodalardan matematik mayatnikning soʻnish logarifmik dekrementi uchun quyidagi ifoda hosil boʻladivahisoblashlar bajarilsa

$$\lambda = \frac{2\pi}{t} \sqrt{\frac{l}{g}} \ln \frac{A_0}{A} \approx 0,023$$

gataligikelibchiqadi.

Javobi: $\lambda \approx 0,023$

c)

tahliliy bosqich. Demak,

matematik mayatnikning soʻnishning logarifmik dekrementini ifodasi dankoʻrish mumkin,

soʻnishning logarifmik dekrementini matematik mayatnikning tebranish davriga bogʻliq boʻlarkan.

4-masala. Kuzatuvchidan 1060

muzoqlikdabolg'abilantemiryo'lrelsigaurilmoqda. Kuzatuvchirelsgaquloqtutib, tovushnihavoorqalieshitganvaqtidan3sekundoldineshitadi.

Tovushningpo'latdagitezliginimagateng? Tovushninghavodatarqalishtezligi330 m/s.

Berilgan: $S=1060m$,

$$\Delta t = 3s,$$

$$g = 330m / s$$

Topish kerak: $g_1 - ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Tovushning bosib o'tgan masofasi $S = g \cdot t$ orqali aniqlanadi. Kuzatuvchi relsdagi tovushni havo orqali eshitgan vaqtidagi tarqalish masofasi esa

$$S = g_1 \cdot (t - \Delta t)$$

ga teng bo'ladi. Bundan tovushning po'latdagi tezligini topiladi:

$$g_1 = \frac{S}{(t - \Delta t)}$$

bu yerda $t = \frac{S}{g}$ ga tengligidan tovushning po'latdagi tezligini topiladi:

$$g_1 = \frac{S}{(t - \Delta t)} = \frac{S}{(\frac{S}{g} - \Delta t)} = \frac{S}{(S - g\Delta t)}$$

b) matematikaviy bosqich. Tovushning po'latdagi tezligi ifodasiga sonli qiymatlarni qo'yib hisoblansa,

$$g_1 = \frac{S}{(t - \Delta t)} = \frac{S}{(\frac{S}{g} - \Delta t)} = \frac{S}{(S - g\Delta t)} = \frac{1060}{(1060 - 330 \cdot 3)} \approx 5000 m / s$$

kelib chiqadi.

Javobi: $g_1 \approx 5000m / s$

c) tahliliy bosqich. Demak, tovushning po'latdagi tezligi ifodasidan kuzatuvchi relsga quloq tutib, tovushni havo orqali eshitgan vaqti bog'liq bo'lar ekan.

4.3. Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. Agar 1 min da 150 tebranish bo‘lib, tebranishlarning boshlang‘ich fazasi 45° ga teng va amplitudasi 5 sm bo‘lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. Shu harakat grafigini chizing.

2. Amplitudasi 0,1 m, davri 4 sek va boshlang‘ich fazasi nolga teng bo‘lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing.

3. Garmonik tebranishlar amplitudasi 50 mm, davri 4 sek va boshlang‘ich fazasi $\frac{\pi}{4}$. 1) Mazkur tebranishning tenglamasini yozing. 2) $t=0$ va $t=1,5$ sek bo‘lganda tebranayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishi toping. 3) Bu harakat grafigini chizing.

4. Tebranishlarning boshlang‘ich fazasi: 1) 0, 2) $\frac{\pi}{2}$, 3) π , 4) $\frac{3}{2}\pi$, 5) 2π bo‘lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. Tebranishlar amplitudasi 5 sm va tebranishlar davri 8 sek. Bu hollarning hammasi uchun tebranishlar grafigini chizing.

5. Birday amplituda ($A_1=A_2=2\text{sm}$) va birday davrga ($T_1=T_2=8$ sek) ega bo‘lgan, lekin fazalarning farqi: 1) $\frac{\pi}{4}$, 2) $\frac{\pi}{2}$, 3) π , 4) 2π bo‘lgan ikki garmonik tebranishni bitta grafikdacha chizing.

6. Garmonik tebranayotgan nuqta harakat boshlanishidan qancha vaqt o‘tgach muvozanat vaziyatdan yarim amplitudaga teng siljiydi? Tebranish davri 24 sek, boshlang‘ich faza nolga teng.

7. Garmonik tebranishning boshlang‘ich fazasi nolga teng. Davrning qanday qismini o‘tgach nuqtaning tezligi maksimal tezligining yarmiga teng bo‘ladi?

8. $x=7 \sin 0,5 \pi t$ tenglama bo‘yicha tebranma harakat qilayotgan nuqta harakat boshlanganidan qancha vaqt o‘tgach muvozanat vaziyatidan maksimal siljishga qadar yo‘lni o‘tadi?

9. Garmonik tebranish amplitudasi 5 sm, davri 4 sek ga teng. Tebranayotgan nuqtaning maksimal tezligini va uning maksimal tezlanishini toping.

10. Nuqtaning harakat tenglamasi $x = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ sm}$ ko'rinishida berilgan.

1) Tebranishlar davrini 2) nuqtaning maksimal tezligini, 3) uning maksimal tezlanishini toping.

11. Fizik mayatnik uzunligi 25 sm bo'lgan ingichka bir jinsli tayoqchadan iborat. Tebranish chastotasi maksimal bo'lishi uchun osilish nuqtasi massa markazidan qanday masofada bo'llshi kerakligi aniqlansin?

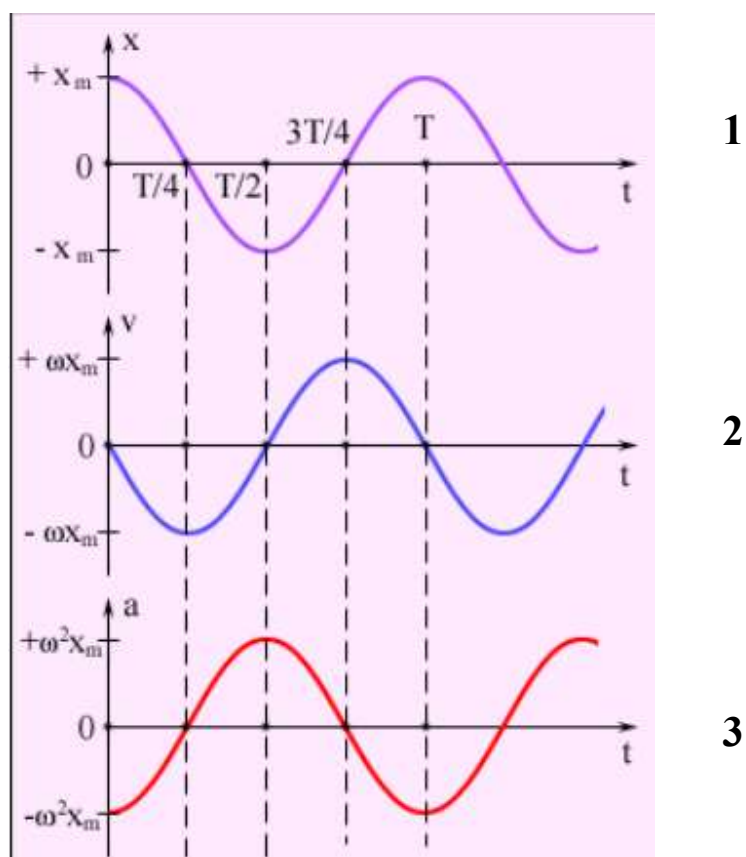
12. Uzunliklari 16sm ga farq qiladigan ikkita matematik mayatnik bir xil vaqtda, biri 10, ikkinchisi 6 marta tebranadi. Mayatniklarning uzunliklari I) va II) aniqlansin.

13. 500 g massali qadoqtosh qattiqligi 20 N/m bo'lgan buramaprujinaga osilgan va qandaydir muhitda elastik tebranadi. Tebranishning logarifmik dekrementi 0,004. Qadoqtoshning tebranishlar amplitudasi 2 marta kamayishi uchun qilish kerak bo'lgan to'la tebranishlar soni aniqlansin. Bu kamayish qancha t vaqtda ro'y beradi. 14. Yassi tovush to'lqinining davri 3 ms, amplitudasi 0,2 mm va to'lqin uzunligi 1,2 m ga teng. Tebranish manbaidan 2 m masofada bo'lgan muhit nuqtalari uchun: 1) 7 s da siljish $\xi(x, t)$; 2) Shu onning o'zi uchun tezlik $\dot{\xi}$ va tezlanish $\ddot{\xi}$ -topiisin. Tebranishning boshlang'ich fazasi nolga teng deb qabul qilinsin.

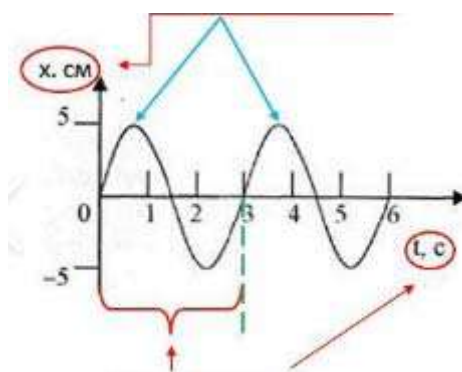
15. Agar turg'un to'lqinda: 1) birinchi va y ettinchi do'ngliklar; 2) birinchi va to'rtinchi tugunlar orasidagi masofa 15 sm bo'lsa, yugurma to'lqin uzunligi aniqlansin.

4.4. Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar

1-topshiriq. Rasmda keltirilgan grafiklarni qaysi biri siljish kattaligi, tezlik va tezlanishni ifodalaydi?

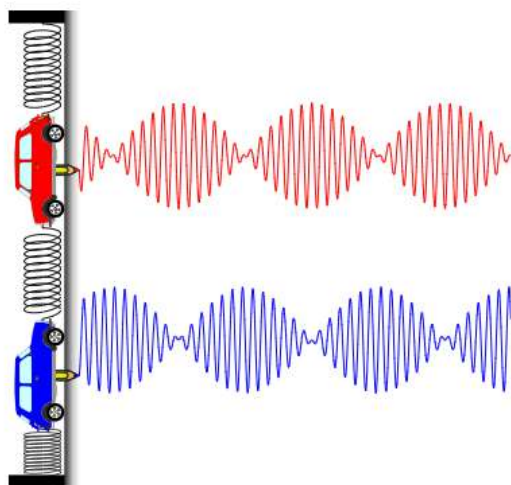


2-topshiriq. Grafikdan foydalanib tebranish amplitudasi, davr va chastotasini toping.



3-topshiriq. Amplitudasi vaqt bo'yicha o'zgarib turadigan tebranishlar tebranishlar deb ataladi.

- a) Erkin tebranish b) majburiy tebranish c) tepkili tebranish



4-topshiriq. Beshiktebratarning tebranishi tebranishlarning qaysi turiga mos keladi?



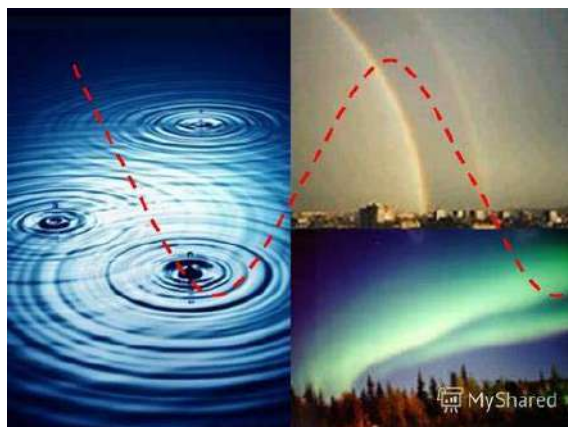
5-topshiriq. Qo'yidagi xollarda metal sterjinggaosilgan mayatnikli soatning yurishi qanday o'zgaradi: a) harorat ko'tarilganda b) toqqa ko'tarilgandac) qutbdan ekvatorga ko'chganda?

6-topshiriq. Ipgaosilgan po'lat sharchaostiga kuchli magnit joylashtirilsa , sharchaning tebranish chastotasi qanday o'zgaradi?

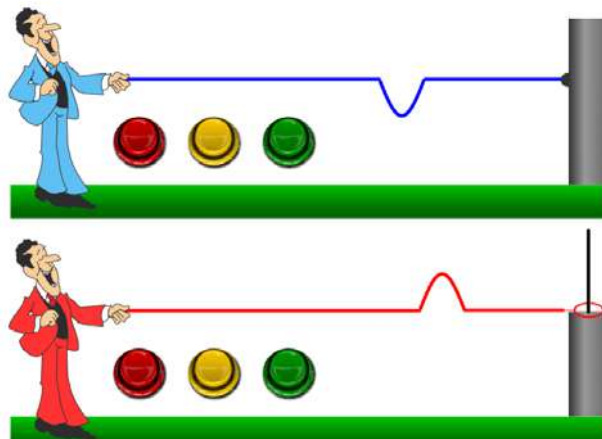
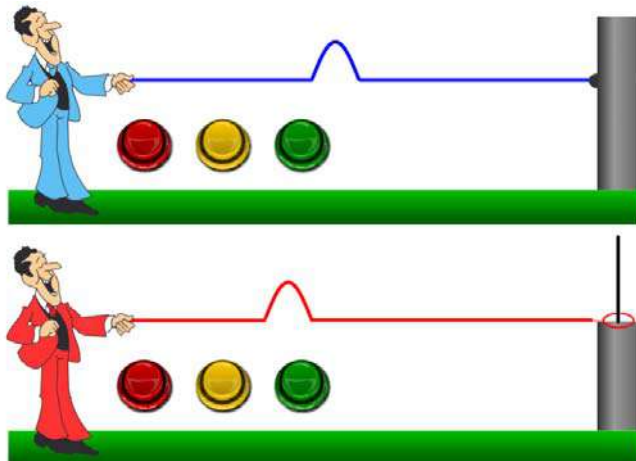
7-topshiriq. Arg'amchoq uchayotgandaso'nmas tebranishlar qanday energiya hisobiga so'ndirmay turiladi? Bu sistemani avtotebranish sistemasi deyish mumkinmi?

8-topshiriq. Ipga salmopqli yuk osing va uni puflab tebrating. Hodisani tushuntiring.

9-topshiriq. Ushbu rasmda qanday to'lqin xosil bo'lgan?



10-topshiriq. To‘lqinlarning qaytishidagi farqni tushuntiring?



V. SUYUQLIK VA GAZLAR MEXANIKASI

5.1. Suyuqlik va gazlarning umumiy xossalari

Nazariy ma'lumotlar

Gidrostatik bosim:

$$P = \rho gh ,$$

bu yerda, ρ - suyuqlikning zichligi, g - erkin tushish tezlanishi.

Dinamik bosim:

$$P = \frac{\rho v^2}{2}$$

v - suyuqlikning tezligi.

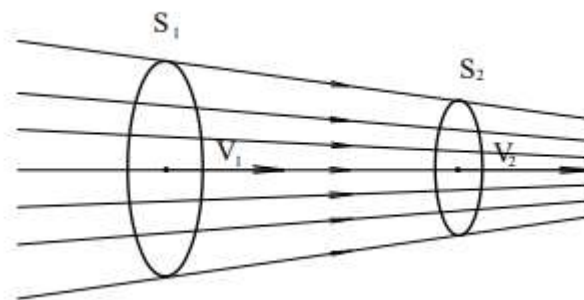
Arximedkuchi,

suyuqlik yoki gazga botirilgan jism o'zini hajmi ga teng bo'lgan suyuqlik yoki gazni tashqari qisqirib chiqaradi va jismni itarib chiqaruvchi kuch:

$$F_a = \rho_s g V ,$$

bu yerda, V - siqib chiqarilgan suyuqlikning hajmi.

Naydagi suyuqlik oqimi uchun uzluksizlik tenglamasi:



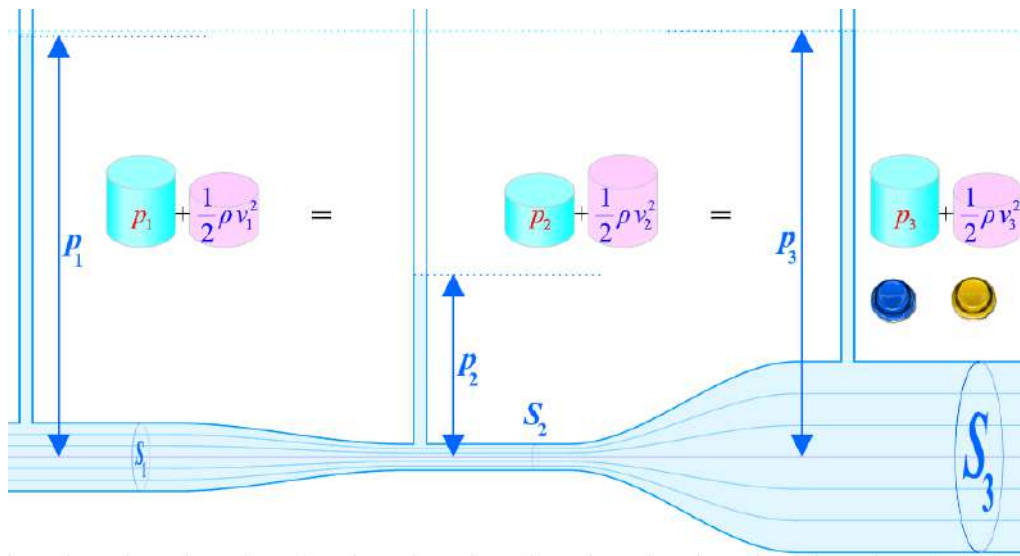
$$v_1 S_1 = v_2 S_2 \text{ yoki } v S = \text{const}$$

Bu yerda, S_1 va S_2 - oqim nayidagi ikki joyning ko'ndalang kesim yuzalari, v_1 va v_2 - mos oqim tezliklari.

Ideal siqilmaydigan suyuqlikning statsionar oqimi uchun Bernulli tenglamasining umumiy ko‘rinishi:

$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho gh + P = const ,$$

Bu yerda, P - suyuqlik oqimining nayning ma’lum ko’ndalang kesimiga ko‘rsatadigan statik bosimi, $\frac{\rho g^2}{2}$ - suyuqlikning shu kesimga dinamik bosimi, h - shu kesim joylashgan balandlik, g - suyuqlikning shu kesimdagi tezligi. Gorizontal joylashgan oqim nayi holida:



$$\frac{\rho g^2}{2} + P = const$$

Suyuqlikning, ochiq kengidishning kichkinateshigidanoqishte zligi,
Torichelli formulasi

$$g = \sqrt{2gh} ,$$

bu yerda, h chuqurligi,
ya'ni idishdagi suyuqlik sathiganisbatanteshikning joylashish chuqurligi.

Uzun naydan tvaqtdaoqadigan suyuqlikning (gazning) hajmi - Puazeyl formulasl:

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

Bunda, r - nay radiusi, l - uning uzunligi, ΔP - nay uchlaridagi bosimlar farqi; η - suyuqlikning dinamik qovushqoqligi (ichki ishqalanish koeffitsienti) .

Oqayotgan suyuqlik qatlamlari orasidagi ichki ishqalanish kuchi:

$$F = \eta \left| \frac{\Delta g}{\Delta x} \right| S,$$

Bunda, $\frac{\Delta g}{\Delta x}$ - tezlikgradienti, S - tegibturuvchiqatlamlarningyuzasi.

SuyuqlikningharakatxarakterinianiqllovchiReynoldssoni:

$$Re = \rho \cdot g \cdot \frac{d}{\eta}$$

bunda: ρ - suyuqlikningzichligi, $\langle g \rangle$ - suyuqlikningnaykesimibo'yichao'rtachaoqimtezligi; d - nayningdiametri.

Sharchaning suyuqlikdagi harakati uchun

$$Re = \rho \frac{gd}{\eta}$$

bunda: g - sharchaning tezligi; d - uning diametri.

Reynolds soni suyuqlik oqimi xarakterining miqdoriy ko'rsatkichidir. Kichkina (1000 dan kam) bo'lsa, oqim laminar bo'ladi. Bunday holda, o'zaro ta'sirlanish inertsia kuchi orqali sodir bo'ladi. 1000 dan 2000 gacha bo'lgan qiymatlar uchun oqim turbulent yoki laminar emas. Boshqacha qilib aytganda, harakatlarning bir turidan ikkinchisigao'tish mavjud. Reynolds soni o'lchovsiz.

Reynolds soni kritik qiymatga (2000 ga yaqin) yetganda, cheklangan uzunlikdagi bir tekis silindrsimon quvurda harakatlanadigan, shuningdek, Poyzeyl deb nomlanuvchi, turbulent bo'ladi. Biroq, Reynolds soni 10000 dan katta bo'lgandaoqim aniq turbulent bo'lishi mumkin emas.

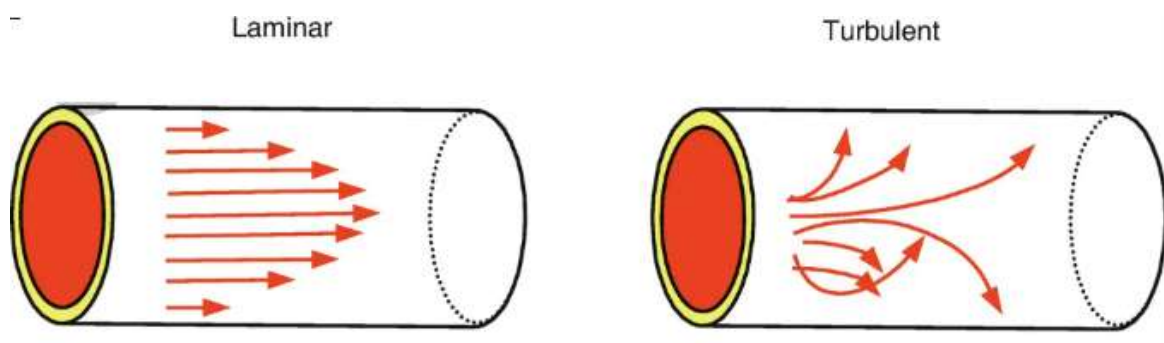
Umumiy holda

$$R_e = f(\rho, \eta, l, g)$$

$R_e < R_{ekr}$ daoqim laminar, $R_e > R_{ekr}$ da suyuqlikning oqimi turbulentgao'tadi.

Reynolds soni suyuqlik oqimi xarakterining miqdoriy ko'rsatkichidir. Kichkina (1000 dan kam) bo'lsa, oqim laminar bo'ladi. Bunday holda, o'zaro ta'sirlanish inertsia kuchi orqali sodir bo'ladi. 1000 dan 2000 gacha bo'lgan qiymatlar uchun oqim turbulent yoki laminar emas. Boshqacha qilib aytganda, harakatlarning bir turidan ikkinchisigao'tish mavjud. Reynolds soni o'lchovsiz.

Reynolds soni kritik qiymatga (2000 ga yaqin) yetganda, cheklangan uzunlikdagi bir tekis silindrsimon quvurda harakatlanadigan, shuningdek, Poyzeyl deb nomlanuvchi, turbulent bo'ladi. Biroq, Reynolds soni 10000 dan katta bo'lganda oqim aniq turbulent bo'lishi mumkin emas.



Laminar oqim. Suyuq zarralar bir-birining traektoriyalarini kesib o'tmasdan harakat qilganda va tezlik vektori traektoriyaga tegib tursa, bunday oqim yo'naltirilgan deb ataladi. Bu sodir bo'lganda, suyuqlik qatlamlari bir-biriga nisbatan siljishga moyil. Ushbu oqim laminar oqim deb nomlanadi. Uning mavjud bo'lishining muhim sharti zarrachalar harakatining nisbatan past o'rtacha tezligi.

Laminar oqimda statsionar yuzaga tegib turgan qatlam nol tezlikkaega. Yuzagaperpendikulyar yo'nalishda qatlamlarning tezligi asta-sekin o'sib boradi. Bundan tashqari, oqimning har bir nuqtasida suyuqlikning bosimi, zichligi va boshqa dinamik xususiyatlari o'zgarishsiz qoladi.

Turbulent oqim. Oqimdagi suyuqlikning xossalari vaqt o'tishi bilan tez o'zgarganda, uni turbulent deyiladi. Tezlik, bosim, zichlik va boshqa ko'rsatkichlar bir vaqtning o'zida butunlay tasodifiy qiymatlarni oladi.

Turbulent oqim xarakteristikalarining tasodifiy tabiati, diffuziya va shoshilinchligi bilan tavsiflanadi. Tajriba ularni o'rganishning yagona usuli bo'ladi.

Laminar va turbulent oqim o'rtasidagi farqi:

1) Laminar oqimdaoqim past Reynolds raqami bilan past tezlikda sodir bo'ladi va u yuqori tezlikda va yuqori Reynolds sonida turbulent bo'ladi.

2) Laminar oqimda suyuqlik parametrlari bashorat qilinishi mumkin va deyarli o'zgarmaydi. Bunday holda, qatlamlarning harakatida va ularning aralashmasida buzilishlar bo'lmaydi. Turbulent oqimda oqim sxemasi tartibsiz bo'ladi. Bu erda quduqlar, g'aroyibalar va o'zaro oqimlar mavjud.

3) Laminar oqim ichida suyuqlikning fazoning istalgan nuqtasidagi xossalari vaqt o'tishi bilan o'zgarishsiz qoladi. Turbulent oqim holatida ular stoxastikdir.

Yopishqoq muhitda sekin harakatlanayotgan sharchaga ta'sir etuvchi qarshilik kuchini aniqlovchi formula - Stoks formulasi:

$$F = 6\pi\eta \cdot r \cdot g$$

bunda: r - sharcha radiusi, g - uning tezligi.

Peshona qarshilik:

$$R_p = S_p \frac{\rho g^2}{2} S$$

bu yerda: S_p - qarshilikning o'lchamsiz koeffitsienti, ρ - muhitning zichligi, g - jismning harakat tezligi, S - jismning eng katta ko'ndalang kesimining yuzasi. Ko'tarish kuchi:

$$R_k = S_p \frac{\rho g^2}{2} S_k$$

bunda: S_k - ko'tarish kuchining o'lchamsiz koeffitsienti.

5.2. Masalalar yechish bo'yicha na'munalar

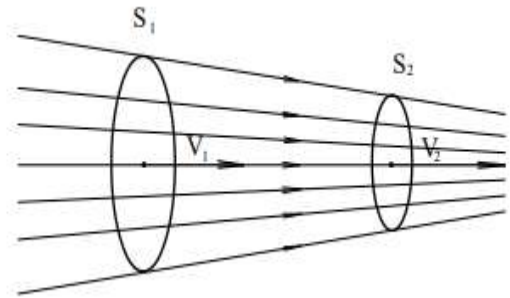
1-masala. O'zgaruvchan kesimli, gorizonta joylashgan quvurdan suv oqadi. Quvurning keng qismida suvning tezligi 20 sm/s . quvurning keng qismini diametri tor qismining diametridan 1.5 marta katta bo'lsa, quvurning tor qismidagi tezligi aniqlansin.

Berilgan:

$$g_1 = 20 \frac{sm}{s};$$

$$\frac{d_1}{d_2} = 1.5;$$

Topish kerak: $g_2 = ?$



Yechilishi:

a)

fizikaviy bosqich. Quvurning keng va tor qismlaridagi oqayotgan suyuqlik oqimi uchun uzluksizlik tenglamasi quyidagicha ko'rinishdabo'ladi:

$$g_1 S_1 = g_2 S_2$$

Bundan

$$g_2 = \frac{g_1 S_1}{S_2}$$

oqim nayining ko'ndalang kesim yuzalarini quyidagicha aniqlanadi:

$$S_1 = \pi \left(\frac{d_1}{2} \right)^2, S_2 = \pi \left(\frac{d_2}{2} \right)^2$$

Ushbu ifodadan foydalanib quvurning tor qismidagi tezligini topiladi.

$$g_2 = \frac{g_1 S_1}{S_2} = g_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

b)

matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodadan sonli qiymatlarni qo'yib hisoblansa,

$$g_2 = \frac{g_1 S_1}{S_2} = g_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 = 0.2 \cdot (1.5)^2 = 0.45 m / s^2$$

hosil bo'ladi.

Javob: $g_2 = 0.45 m / s^2$

c) tahliliy bosqich. Demak, Quvurning keng va tor qismlaridagi oqayotgan suyuqlik oqimi uchun uzluksizlik tenglamasidan quvurning tor qismidagi tezligini aniqlash mumkin ekan.

2-masala. Gorizontally joylashgan quvurning keng qismidan oqimning oqish tezligi 8 m/s. Agar quvurning kengvator qismidagi statik bosimlar farqi 6.65 kPa bo'lsa, quvurning tor qismidan oqimning oqish tezligi g_2 aniqlansin.

Berilgan:

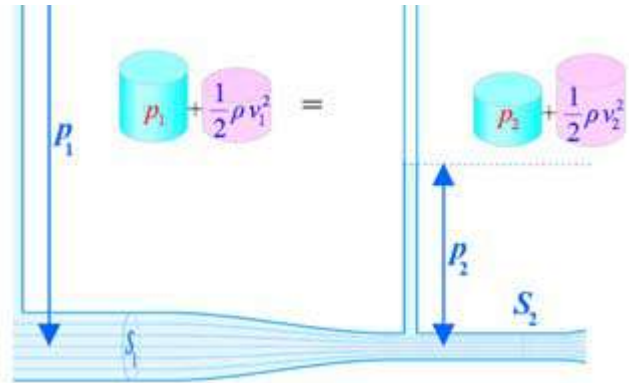
Topish

$$g_1 = 8 \frac{m}{s};$$

$$\Delta P = 6.65 \text{ kPa}$$

$$\rho = 900 \text{ kg/m}^3$$

kerak: $g_2 = ?$



Yechilishi: a)

fizikaviy bosqich. Gorizontally joylashgan quvurdagi kengvator qismlaridagi oqim uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishdabo'ladi:

$$P_1 + \frac{\rho g_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho g_2^2}{2}$$

Gorizontally joylashgan quvurdagi keng va tor qismlaridagi bosimlar ayrimasi uchun

$$P_1 - P_2 + \frac{\rho g_1^2}{2} = \frac{\rho g_2^2}{2} \text{ yoki } \frac{\rho g_2^2}{2} = \Delta P + \frac{\rho g_1^2}{2}$$

Ushbu ifodadan tezlikni topamiz:

$$g_2 = \sqrt{\frac{\Delta P + \frac{\rho g_1^2}{2}}{\rho}} = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho} + g_1^2}$$

b)

matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodaga sonli qiymatlarni kattaliklarning o'rniga qo'yi bhisoblansa,

$$g_2 = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho} + g_1^2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.65 \cdot 10^3}{900} + 8^2} = 4.3 \text{ m/s}$$

kelib chiqadi.

Javob: Quvurning tor qismida neftning oqish tezligi $g_2 = 4.3 \text{ m/s}$

c) tahliliy bosqich. Demak, Quvurning keng va tor qismlaridagi oqayotgan suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasidan quvurning tor qismidagi oqimning oqish tezligini aniqlash mumkin ekan.

3-masala. Idishning yon sirtiga ichki deametri $2mm$ va uzunligi $1,2 sm$ bo'lgan gorizontal kapilyar qo'yilgan. Kapilyardan kanakunjit moyi oqib chiqmoqda. Moyning sathi kapilyardan $30 sm$ balandlikda o'zgaras qilib saqlanadi. Kapilyardan $10 sm^3$ moy oqib chiqishi uchun qancha vaqt ketishi aniqlansin.

Berilgan: $d=2mm=0.002 m$;

$l=1,2 sm=0.012 m$;

$h=30 sm=0,3 m$;

$V=10sm^3=10^{-5} m^3$

Topish kerak: $t=?$

Yechilishi: a)

fizikaviy bosqich. Kapilyardan oqib chiqqan moyning hajmi Puazeyl formulasi yordamida aniqlanadi:

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

Bu formuladan suyuqlikning oqib chiqish vaqti t ni topsak,

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

Kapilyar nay uchlaridagi bosimlar farqi

$$\Delta P = \rho gh$$

Vaqtni topish ifodasiga bosimlar farqini qo'ysak, ifoda qo'yidagicha ko'rinishni oladi.

$$t = \frac{8l \cdot \eta \cdot V}{\pi r^4 \cdot \Delta P} = \frac{8l \cdot \eta \cdot V}{\pi r^4 \cdot \rho \cdot g \cdot h}$$

b) matematikaviy bosqich. Kanakunjut moyining dinamik qovushqoqligi

$\eta = 0.99 Pa \cdot s$, zichligi esa $\rho = 960 kg / m^3$ gateng.

Hosil bo'lgan ifodaga sonli qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz:

$$t = \frac{8l \cdot \eta \cdot V}{\pi^4 \cdot \rho \cdot g \cdot h} = \frac{8 \cdot 0,012 \cdot 0,99 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot (0,001)^4 \cdot 960 \cdot 9,8 \cdot 0,3} = 107s$$

Javob: Moyoqibchiqishi uchun $t = 107s$ vaqt kerak bo'ladi.

c)

tahliliy bosqich. Demak,

kapilyarnaydankanakunjut moyining oqib chishezliginayning diametri, uzunligi va kapilyarnay uchlaridagi bosimlar farqigabog'liq bo'larekan.

5.3. Mustaqilishlash uchun masalalar

1. Dinamometr gailingan massali

540

gbo'lgan alyuminiy slindrkerosingato'liq botirildi. Dinamometr ko'rsatishini aniqlang. Kerosin zichligi 800 kg/m^3 , alyuminiy zichligi 2700 kg/m^3 .

2. 1 kg massali alyuminiy detalini suvgato'liq botirilgan dagi og'irligini

(tayanchning reyaksiya kuchiyoki ipning taranglik kuchi) toping. Alyuminiy zichligi 2700 kg/m^3 .

3. Asosini yuzi 75 sm^2 bo'lgan vertikal devorli idishga suv quyilgan. Idishga 300

g massali, zichligi suv zichligidan kichik bo'lgan jismlar solinsa, idishdagi suvsatxi qancha ko'tariladi?

4. Suv quyilgan slindir shakldagi idishga temir quti qo'yildiva undasuzaboshladi

(cho'kmadi). Natijada suv sathi 2 sm ga ko'tarildi.

Qutiga ostidagi teshikdan suv kirish natijasida cho'kib ketgan suvsatxi qanday o'zgaradi?

Temirning zichligi 7800 kg/m^3 .

5.

Dinamometr ga osilgan yuksuvgat ushirilganda,

idishning vertikal devorlaridagi suvsatxi

5

sm ga ko'tarildi.

Bunda dinamometrning ko'rsatgichi 0.5 N ga o'zgaradi. Idish asosining yuzini aniqlang.

6.

Yog'och detal hajmining qismi botgan holada suvdasuzmoqda.

Detal kerosin ga cho'chirilsa,

unga ta'sir qiluvchi Arximed kuchi qanday o'zgaradi?

Detalkerosingato‘liqbotishiuchunungaqandayminimalkuchqo‘yishkerak?

Detal massasi 400 g, kerosin zichligi 800 kg/m^3 .

7. Kemasho‘rsuvdantozasuv gao‘tishida uning suvgabotishibirozoshdi. Kemadan 600 tyuktushirilgandanso‘ngsuvgabotishavvalgi holatigaqaytdi. Sho‘rsuvning zichligitozasuvning zichligidan 3 % ortiqbo‘lsa, Kemaningyukbilanbirgalikdagimassasinianiqlang.

8. Suvdasuzayotgan massasi 600 gyog‘och brusokkaqanday massali alyuminiyilinganda ularsuv gato‘liqbotgan holdamuall axqoladi? Yog‘ochning zichligi 500 kg/m^3 , alyuminiy zichligi 2700 kg/m^3 .

9. Qalinligi 40 sm bo‘lgan yassimusuvdasuzmoqda. Uning ustida 80 kg massali yuk qo‘yilganda suvgato‘liqbotdi. Muzning yuzasini toping. Muz zichligi 900 kg/m^3 .

10. Qalinligi 5 sm bo‘lgan taxtaning 700 % ibotgan holda suvdasuzmoqda. Suv ustidan 1 sm qalinlikdagikerosin quyildi. Taxta kerosin sirtidan qancha chiqib turadi? Kerosin zichligi 800 kg/m^3 .

11. Aralashmaydigan ikki suyuqlik chegarasida to‘liqbotgan holda yaxlit birjinsli sharsuzmoqda. Yuqori suyuqlikning zichligi 0.8 g/sm^3 , quyi suyuqlikning zichligi 1.2 g/sm^3 . Sharning materialining zichligi 1 g/sm^3 . Sharning hajmining qanday qismi quyi suyuqlikga joylashgan?

12. Suv quyilgan silindrik idishda taxta sharsuzmoqda (idish devori vertikal). Agartaxta chaustigashishaplastinka qo‘yildi. Natijada suvning satxi 2 sm ga ko‘tariladi va taxta chaplastinkabilansuzishda davom etdi. Agar shishaplastinkani idish tubiga tushirilsa, taxta sharsuzi byurganidishdagisuv satiqanchaga ortadi? Shishaning zichligi 2500 kg/m^3 .

13. Suvkeltirishtarmog`iteshilib, undantepagasuvotilibchiqaboshladi. Agartirqishyuzasi  $4 \text{ mm}^2$ , suvningotilibchiqishbalandligi  $80 \text{ sm}$ bo`lsa, birsutkadaqanchasuvisrofbo`ladi?

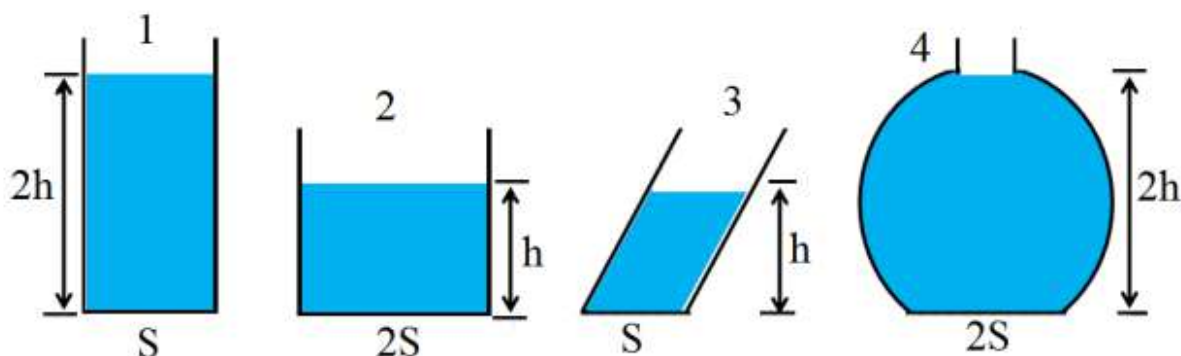
14.

Qandnipiyolagasolibustidanchoyquyilsatezeriydimiyokioldinchoyniquyibkeyinqands olinsatezeriydimi?

15. Sutliidishlardanbirinisovitgichga, ikkinchisinixonagaqo`yishdi. Ulardanqaysibiriningyuzidatezroqqaymoqhosilbo`ladi?

16. Qishdaosibqo`yilgankirqotibqolibbuklanishiqiyinbo`ladi. Sababinima?

17. 1, 2, 3 va 4 idishlargasuvquyilgan. Suvningidishtublarigaberganbosimiqanday? h -suyuqlikbalandligi, s – yuzasi.



18. 12 g massali, havodaerkin tushayotgan qo`rg`oshin sharchaolishi mllmkin bo`lgan eng katta tezlik aniqlansin. S_k koeffitsienti $0,5$ ga teng deb olinsin.

19. Ichki bo`shlig`ining hajmi 150 sm^3 bo`lgan koyak alyuminiy shaming havodagi og`irligi 4 N . Shaming suvdagi og`irligi aniqlansin.

20. Radiusi 2 sm bo`lgan quvurdan  $20 \text{ sm/s}$  tezlik bilan glitserin oqib chiqadi.  $200 \text{ kg}$  glitserin sig`adigan idishni to`ldirish uchun qancha vaqt kutish kerak?

21. Gorizontall joylashgan, kesim yuzasi o`zgaruychan quvuming tor qismidagi suvning oqim tezligi  $1 \text{ m/s}$  keng qismidagi oqim tezligi  $12 \text{ m/s}$  dan  $n=3$  marta katta bo`lsa,

quvurning keng qismining diametri d_2 tor qismining diametri d) dan necha marta katta bo'ladi?

22. Agar oldingi masalada $12 = 50$ sm/s bo'lsa, quyuming tor va keng qismlarida bosimlar farqi M aniqlansin.

23. Bakda to'la bo'lmagan holda suy saqlanadi. Ma'lum vaqtdan so'ng idish devori poldan 1 m balandlikdan teshilib suv otilib ketdi vapolga 1,8m masofada tushdi. Idishdagi suv sathining balandligi topilsin. Bak devorlarining qalinligi hisobgaolinmasin.

24. Idishning devorida hosil bo'lgan teshikdan suv 4 m/s tezlik bilan otilib chiqadi. Teshik SIIV sathidan qanchapastda hosil bo'lgan?

25. Quyurdan mashina yog'i oqmoqda. Yog'ning bu qllvurdagi harakati laminar bo'lib qoladigan maksimal tezlik 3,2 sm/s. Shu quvllming o'zida, qanday V tezlikda glitsrlinning harakati laminarlikdan turbulentlikkao'tadi?

26. Glitserin bilan to'ldirilgan keng idishda 1 sm/s o'zgaras tezlik bilan I mm radiusli po'lat sharcha tushmoqda. Glitserinning dinamik qovushqoqligi topilsin.

27. Diametri 0,8sm bo'lgan sharcha kanakunjut moyida, o'zgaras tezlik bilan tushmoqda. Sharchaning suyuqlikdagi harakatini xarakterlovchi Reynolds soni 1,9. Sharchaning zichligi va qanday materialdan yasalganligi aniqlansin.

28. Havoda (10 sm/s tezlik bilan harakatlanayotgan, diametri 50 sm bo'lgan sharchaga qanday qarshilik kuchi ta'sir qiladi? Qarshilikning o'lchamsiz koeffitsienti $S_k = 0,25$ deb olinsin.

29. Havodaerkin tushayotgan po'lat sharchaerishadigan eng katta tezlik 55 m/s ga teng. $S_k = 0,5$ deb hisoblab sharchaning massasi aniqlansin.

30. Balandligi 1,5 m bo'lgan bak suv bilan limmo-lim qilib to'ldirilgan. Bakning yuqori chegarasidan 1 m masofada kichik diametrli teshik hosil bo'ladi. Teshikdan chiqadigan suv oqimi polga bakdan qanday 1 masofada tushadi?

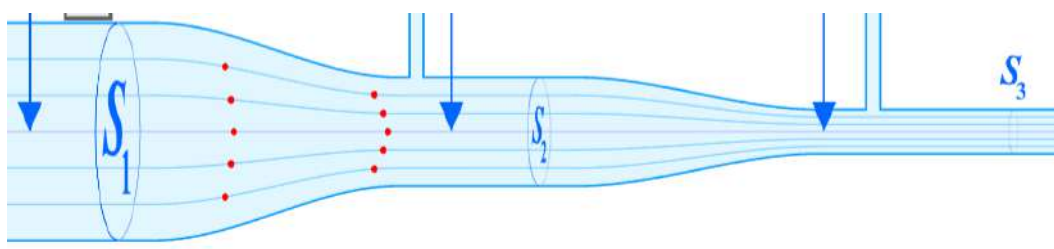
5.4. Mustaqil ishlash mantiqiy topshiriqlar

1-topshiriq. Hammomda trubalarning tashqi ko'rinishiga qarab sovuq suvli trubani issiq suvli trubadan qanday ajratish mumkin.

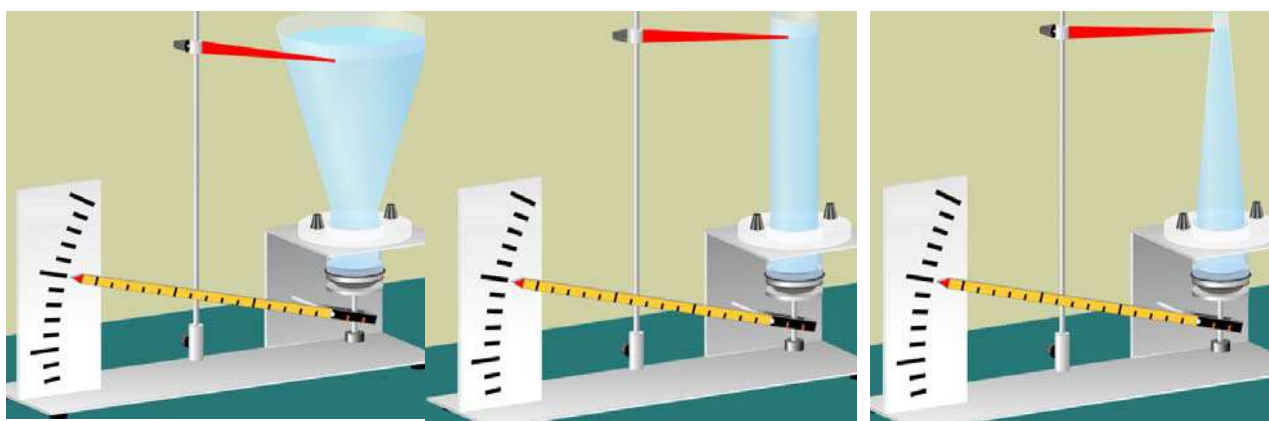
2-topshiriq. Qishda deraza oynalarida qirov paydobo'lishi qanday tushuntiriladi. Qirov oynaning qaysi tomonidapaydo bo'ladi?

3-topshiriq. Nima uchun ko'zoynak taqib sovuq havodan xonaga kirilganda ko'zoynak terlaydi?

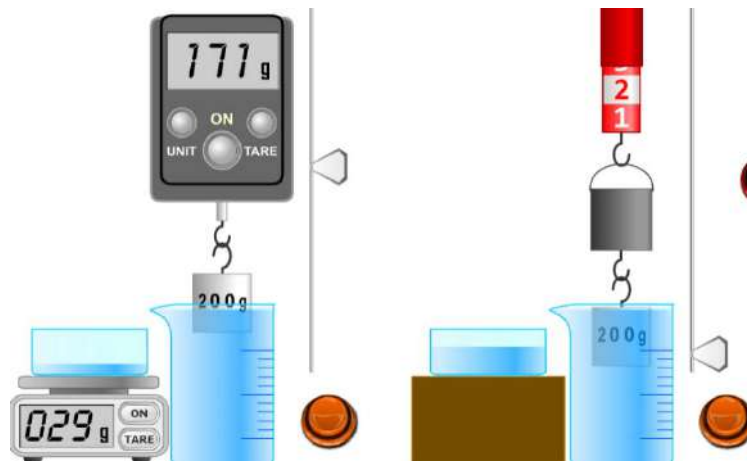
4-topshiriq. Qo'yida keltirilgan rasmdan foydalanib, uzluksizlik tenglamasi va Bernulli tenglamasini yozing. Kesim yuzalarida suyuqlik zarralarining harakatlanishini tushuntiring.



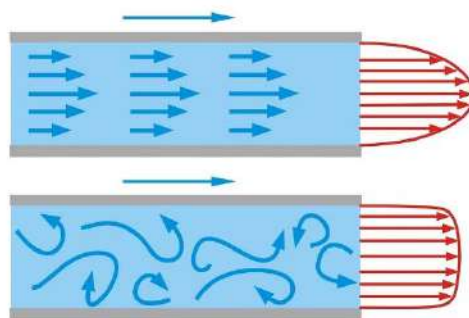
5-topshiriq. Rasmdagi gidrostatik paradoks ko'rsatilgan. Bu holatni tushuntiring.



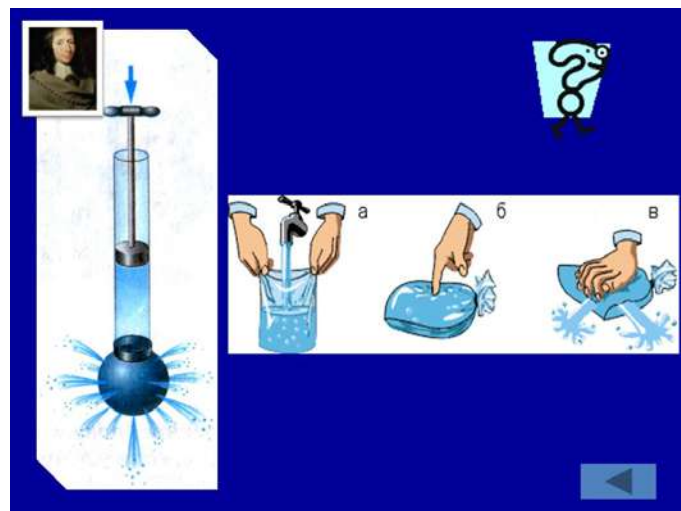
6-topshiriq. Ushbu rasmkimning qonunini tushuntiradi?



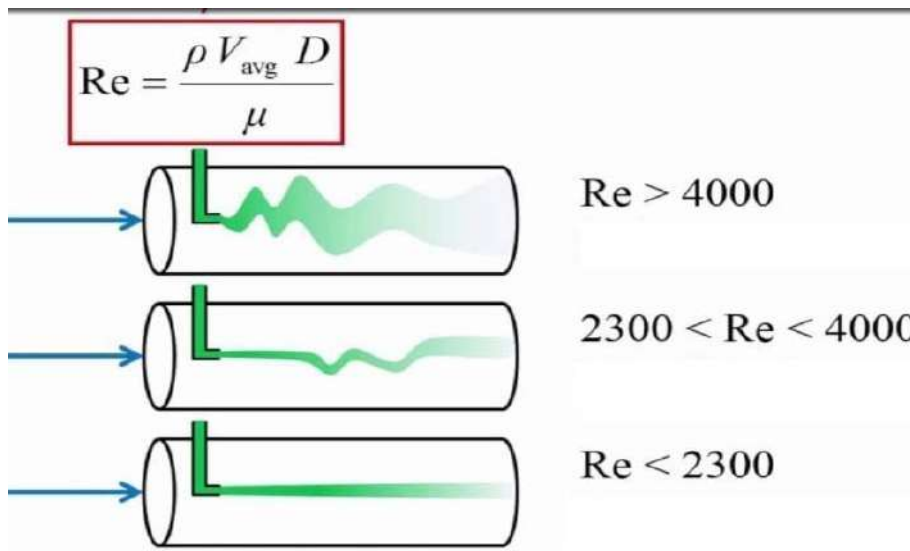
7-topshiriq. Rasmda keltirilgan oqimlarni nomlang



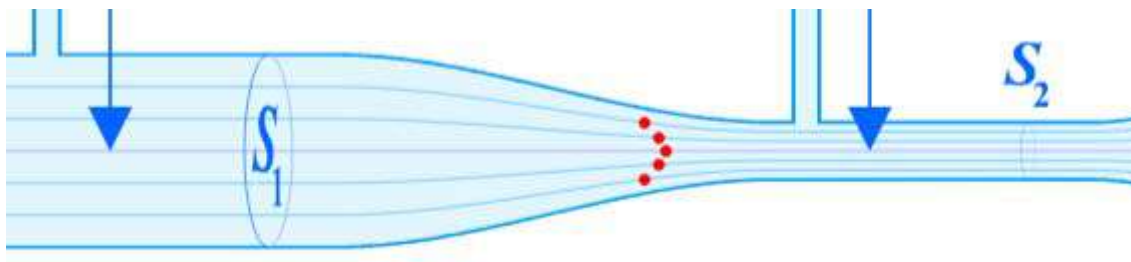
8-topshiriq. Rasmni izohlang



9-topshiriq. Reynold soni oraliqlariga qarab oqimlarni turlarga ajrating.



10-topshiriq. Trubaning keng qismida suvning oqish tezligi 10m/s. Uning diametri keng qismiga qaraganda 3 marta kichik bo‘lgan qismida suvning oqish tezligi qaanday bo‘ladi?



VI. MOLEKULYAR FIZIKA

6.1. Molekulyar kinetik nazariya va statistikaasoslari

Nazariy ma'lumotlar

Molekulyar fizika - issiqlik hodisalar, modda yoki jismning fizik xossalarini ulaming molekulyar tuzilishi, o'zaro ta'siri va zarralarining harakati asosidao'rganadi.

Molekulyar fizika — fizikaning modda tuzilishini va uning xossalarini shu moddaning zarra (molekula, atom, ion) lardan tashkil topganligi, bu zarralarning hamma vaqt betartib harakat holida bo'lishi va ular orasidao'zaro ta'sir kuchlari mavjudligi asosidao'rganadigan sohasi.

Molekulyar fizikao'rganadigan jarayonlar – juda ko'p miqdordagi molekulalarning o'zaro ta'siri natijasi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlardir.

Hozirgi kunda jism xossalarining o'zgarishiga bog'liq bo'lgan hodisalami o'rganishning ikki usuli mavjud:

Statistik usul — bu katta miqdordagi zarrachalardan iborat bo'lgan tizimni izlash usulidir. U tizimni to'laxarakterlovchi fizikaviy kattaliklarning statistik qonuniyatlari vao'rtacha qiymatlarigaasoslanadi.

Termodinamik usul– bu termodinamik tizimning holatini aniqlash usulidir. Tizimning holati, uning xususiyatini belgilovchi fizik kattaliklar majmuasidan iborat bo'lgan termodinamik parametrlar bilan belgilanadi.

Juda ko'p miqdordagi molekulalarning o'zaro ta'siri, holatiga bog'liq qonunlar – statistik usullar orqali o'rganiladi.

Fizik hodisalami o'rganishning ikkala usuli bir-birini to'ldiradi. Molekulyar fizika savollariga termodinamika tushunchalariga yondjshmay turib javob berib bo'lmaydi, shu bilan birga, termodinamikada u yoki bu hodisalaming tabiatini molekulyar tasavvurlarsiz bayon etib bo'lmaydi.

Odatda tizimning holatini belgilovchi parametrlar sifatida – *temperatura, bosim vasolishtirma hajmlar* tanlanadi. Tizimning holatini aniqlab beruvchi fizikaviy kattaliklar tizimning parametrlari deb ataladi

O'zgarimas massada P, V, T parametrlar tashqi ta'sirlar (mexanik, issiqlik) natijasida o'zgarishi mumkin. Agar fizik holatlari bo'yicha bir jinsli bo'lib, unda hech qanday kimyoviy reaksiyalar bormayotgan bo'lsa, parametrlaridan binning o'zgarishi natijasida boshqa parametrlarining o'zgarishi sodir bo'ladi. Bir jinsli tizimning parametrlari (massa doimiy bo'lganda) bir-biriga funksional bog'liq bo'ladi:

$$f(P, V, T) = 0$$

Bu tenglama tizimning termodinamik holat tenglamasi deyiladi yoki oddiy qilib, holat tenglamasi deb ataladi. Bu tenglamani topish molekulyar fizikaning asosiy masalalaridan biridir.

Moddalar bir holatdan ikkinchi holatga o'tish, bir qator birbiriga ketma-ket almashinuvchi oraliq holatlar orqali amalga oshiriluvchi termodinamik jarayon bilan amalga oshiriladi.

Parametrlarining o'zgarishiga bog'liq bo'lgan tizim holatining o'zgarishiga termodinamik jarayon deyiladi.

Har qaysi oraliq holatlari muvozanatli bo'lgan bir holatdan ikkinchi holatga bunday o'tishni tasavvur etish mumkin. Muvozanatli jarayonlar - ideallashtirilgan jarayonlardir. Bunday jarayonlarni o'rganish juda muhimdir, chunki ularning ko'p tavsiflari real jarayonlar uchun chegaraviy hisoblanadi.

Molekulyar kinetik nazariya - issiqlik hodisalami, jismlarning va turli agregat holatdagi moddalarning fizik xossalari, ularning molekulyar tuzilishiga, o'zaro ta'siriga va zarralarning harakatiga asosan, tushuntirib beruvshi ilmiy nazariyadir.

Molekulyar kinetik nazariya quyidagi qonun-qoidalariga asoslanadi:

- 1. Fizik jismlar diskret tuzilishga ega, ular zarralardan (molekula, atom, ionlardan) tuzilgan.*
- 2. Zarralar tartibsiz va to'xtovsiz harakatdadir.*
- 3. Zarralar orasida tortishish va itarishish kuchlari bilan tavsiflanuvchi o'zaro ta'sir sodir bo'lib turadi.*

Gaz holatidagi moddaning xossalari, ayniqsa juda katta bosim va uncha kichik bo'lmagan haroratlarda ancha oddiydir. Masalan, bir xil boshlang'ich bosim va haroratlarda olingan O_2 , N_2 va H_2 kabi gazlar katta bosim (100 atm dan katta)

lardasiqiluvchanligi va issiqlikdan kengayishi bo'yicha bir-biridan farq qiladilar. Atmosfera I atm ga yaqinlashganda gazlardagi bu farq kamayib ketadi. Shuning uchun real gazlarning chegaraviy holati kabi ideal gaz tushunchasi kiritiladi.

Ideal gazning fizikaviy modeli:

1. Gaz molekulalarining xususiy hajmi gaz egallagan idish hajmiga nisbatan juda kichikdir
2. Gaz molekulalari orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud emas
3. Gaz molekulalarining o'zaro va idish devorlari bilan to'qnashishi mutlaq elastikdir.

Ideal gazning holat tenglamasi

- Ideal gaz qonunlariga asosan ma'lum massali gaz holati uning uchta termodinamik parametri bilan belgilanadi; P - bosim, V - hajm va T – temperatura.
- Bu parametrlar bir-biri bilan *holat tenglamasi* deb ataladigan aniq bog'lanishga ega:

Termodinamik muvozanat

- Bir necha jismlardan tashkil topgan tizim behtiyoriy termodinamik muvozanatga intiladi, bu holatda jismlar temperaturallari tenglashadi, bosim va hajm o'zgarmasdan qoladi.
- Uchinchi tizim bilan issiqlik muvozanatida bo'lgan ikkita tizim bir – biri bilan issiqlik muvozanatida bo'ladi (termodinamikaning nolinchi qonuni)

Ideal gazlar Mendeleyev — Klapeyron holat tenglamasiga bo'ysunadi:

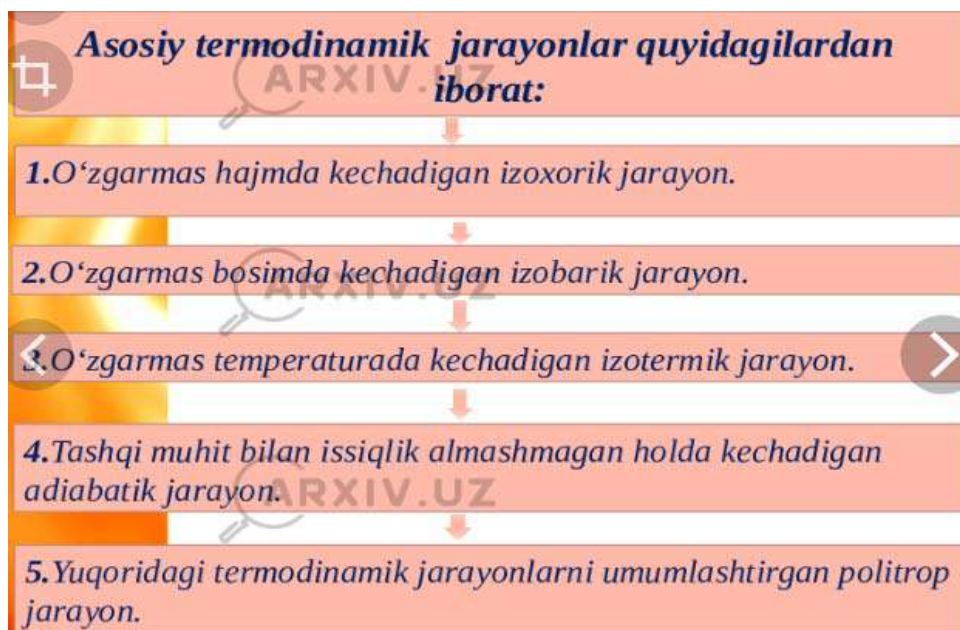
$$pV = \frac{m}{\mu}RT$$

bunda, P — gazning bosimi, V — uning hajmi, T — absolyut temperatura, m — gazning massasi, μ — bir mol gazning massasi, $R = 8,31441 \text{ J/(mol K)}$ — gaz doimiysi, $\nu = m/\mu$ — nisbat mollar sonini beradi.

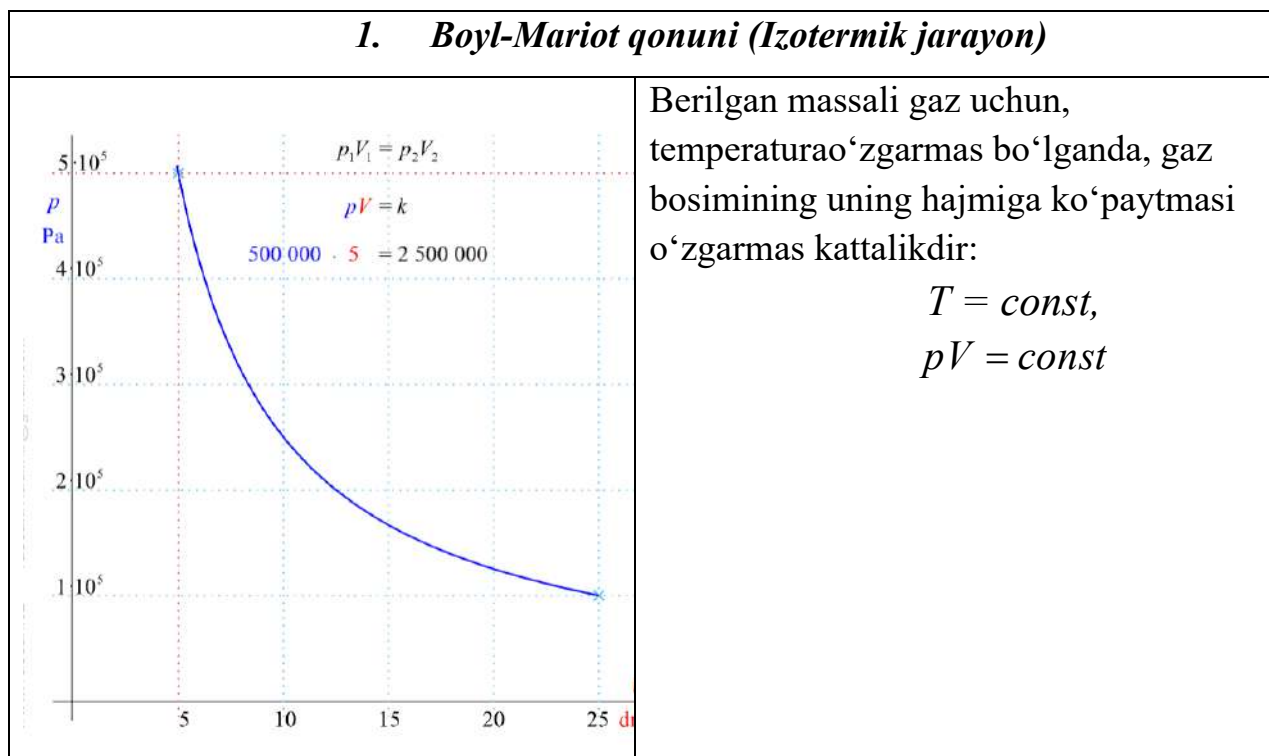
- *Berilgan temperaturada ideal gazning bosimi molekulalar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir.*
- *Bir xil temperatura va bosimda barcha gazlar birlik hajmda bir xil*

miqdorda molekullargaega bo'ladilar

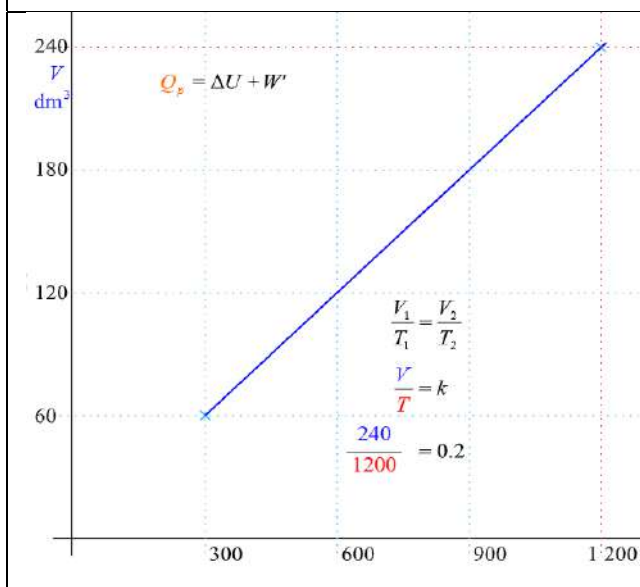
Yuqoridagi parametrlarni o'zgarishiga qarab ideal gaz qonunlari yokitermodinamik jarayonlarhaqida to'xtalamiz.



Tizim parametrlaridan biri o'zgarmas bo'lganda, qolganlari o'zaro bog'lanish hosil qiladigan jarayonlar *izojarayonlar* deb ataladi.



2. Gey-Lyussak qonuni (Izobarik jarayon)

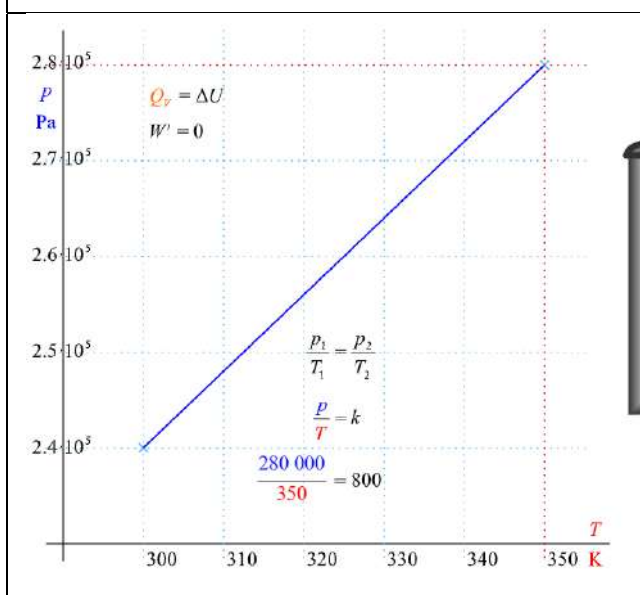


Berilgan massali gaz hajmi, bosim o'zgarmas bo'lganda, temperaturaga bog'liq ravishda to'g'ri chiziq bo'yicha o'zgaradi

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

$$P = \text{const}$$

3. Sharl qonuni (Izoxorik jarayon)



Hajmo'zgarmas bo'lganda gazning berilgan massasi uchun bosimning temperaturaga nisbati o'zgarmas miqdordir

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

$$V = \text{const}$$

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

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_z$$

Molekulyar fizika masalalarini echish uchun statistik fizika usullaridan foydalanamiz. Statistik fizika ayrim molekular xossalari tavsiflovchi kattaliklarning o'rtacha qiymatlari bilan ishko'radi: molekulalarning o'rtacha o'lchami, ular orasidagi o'rtacha masofa va molekulalarning o'rtacha tezligi.

Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$P = \frac{2}{3} n \overline{W_0} = n \frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2},$$

bunda, n — hajm birligidagi molekulalarning soni, W_0 — bitta molekula ilgarilama harakatining o‘rtacha kinetik energiyasi, m_0 — molekulaning massasi va $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$ — molekulaning o‘rtacha kvadratik tezligi.

Molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi:

$$\sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}},$$

shu bilan birga

$$m = \mu / N_A.$$

Molekulalarning o‘rtacha arifmetik tezligi

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

Hajm birligidagi molekulalarning soni molekulalar konsentratsiyasi deb ataladi va u quyidagiga teng bo‘ladi.

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

bunda, $k = R/N_A = 1,380662 \cdot 10^{-23}$ - Bolsman doimiysi, $N_A = 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ - Avogadro soni.

Molekulyar-kinetik nazariyaning juda muhim natijasi harorat bilan molekulalar ilgarilama harakati o‘rtacha energiyasi orasida bog‘liqlikni o‘rnatishdir. Molekulalarning ilgarilama harakatining o‘rtacha kinetik energiyasi:

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

Demak, molekulalar ilgarilama harakati kinetik energiyasining o‘rtacha qiymati termodinamik haroratdan faqatgina $3/2$ k ko‘paytmaga farq qiladi. Shunday qilib, *termodinamik harorat - bu molekulalar ilgarilama harakati o‘rtacha energiyasiga proporsional kattalikdir.*

Molekulalarning issiqlik harakat energiyasi (gazning ichki energiyasi)

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

bundai — molekulaning erkinlik darajasi.

Mexanik tizimning erkinlik darajasi soni deb, fazoda uning holati (albatta, harakati ham) aniqlanadigan bir-biriga bog'liq bo'lmagan koordinatalar soniga aytiladi.

Doimiy hajmda ideal gazning issiqlik sig'imi quyidagi hosila bilan topiladi:

$$C_V = \frac{dU}{dT}$$

O'zgarmas hajmdagi gazning molyar issiqlik sig'imi

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

ga tengligi kelib chiqadi.

Mayer munosabatini qo'llab, issiqlik sig'imi uchun tenglamani doimiy bosimda yozamiz:

$$C_V = C_p + R$$

Bundan ko'rinadiki, C molyar issiqlik sig'imi gaz molekulalari erkinlik darajasining soni i bilan to'liq aniqlanadi : bir atomli gazlar uchun ($i = 3$)

$C_V = 12,5 \text{ J/(mol K)}$, $C_p = 20,8 \text{ J/(mol K)}$, ikki atomli gazlar uchun ($i = 5$)

$C_V = 20,8 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$, $C_p = 29,1 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$, ko'patomli gazlar uchun ($i = 6$)

bo'lib, $C_V = 24,9 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$, $C_p = 33,2 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$.

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

$$p = p_0 l^{\left(-\frac{\mu g h}{RT}\right)}.$$

bunda, p — gazning h balaidlikdagi bosimi, p_0 — gazning $h = 0$ balaidlikdagi bosimi, $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ — og'irlik kuchining tezlanishi. Bu formula taqribiydir, chunki balandliklarning farqi katta bo'lganda T temperaturani bir xil deb bo'lmaydi.

Gaz molekulasini erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi

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

bunda, $\bar{v}$ — o'rtacha arifmetik tezlik, $\bar{z}$ - har bir molekulaning qolgan molekulalar bilan vakt birligi ichida o'rtacha to'qnashishlar soni, σ — molekulaning effektiv diametri 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 massam quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

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

bunda $\frac{\Delta \rho}{\Delta x}$ - yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi zichlik gradiyenti, D — diffuziya koeffitsiyenti bo'lib, quyidagiga teng.

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

Bu yerda $\bar{v}$ - o'rtacha tezlik, $\bar{\lambda}$ - molekula erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi.

Gazning Δt vaqt ichida ko'chirilgan impulsi gazdagi ichki ishqalanish kuchni F ni aniqlaydi:

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

bunda $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ — yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi gaz oqimining tezlik gradiyenti,

η - ichki ishqalanish koeffitsiyenti dinamik yopishqoqlik.

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

Issiqlik o'tkazuvchanlik natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan issilik miqdori quyidagiga teng:

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

bunda $\frac{\Delta T}{\Delta x}$ - yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi temperatura gra-diyente, K - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti u:

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

MOLEKULYAR FIZIKAGA DOIR ASOSIY FORMULALAR

O'rtachaarifmetik tezlik

$$\bar{g}_{yp} = \sqrt{8 \frac{kT}{\pi m}}$$

O'rtacha kvadratik tezlik

$$\bar{g}_{yp.k6} = \sqrt{3 \frac{kT}{m}}$$

Eng kattaehtimolli tezlik

$$\bar{g}_{\text{э.m}} = \sqrt{2 \frac{kT}{m}}$$

Maksvell taqsimoti

$$f(g) = A e^{-\frac{m g^2}{2kT}} g^2$$

Boltsman taqsimoti

$$f(x, y, z) = B e^{-U/kT}$$

Maksvell- Boltsman taqsimoti

$$f(\varepsilon) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\left(\frac{m g^2}{2kT} + \frac{mgh}{kT} \right)}$$

Barometrik formula

$$p = p_0 e^{-mgh/kT}$$

Molekulailgarilanma harakatining
o'rtachaenergiyasi

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

Gazlarkinetiknazariyasiningasosiy tenglamasi

$$P = nkT$$

Ideal gaz holat tenglamasi

$$PV = RT$$

Mendeleev-Klapeyron tenglamasi

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

Van-der-Vaals tenglamasi

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

Joul-Tomson koeffitsienti

$$\mu = \frac{V}{C_p} (\alpha T - 1)$$

Klapeyron-Klauzius tenglamasi

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)}$$

6.2. Masalalaryechishuchunnamunalar

1-masala.2 gazot 2 atm bosim ostida 820 sm^3 hajmni egallasa, uning temperaturasi qanday bo'ladi?

Berilgan:

$$m = 2 \text{ gr} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$P = 2 \text{ atm} = 2 \cdot 10^5 \text{ pa}$$

$$V = 820 \text{ sm}^3 = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$M_n = 28 \text{ kg} / \text{k.mol}$$

$$R = 83,1 \cdot 10^3 \text{ kg} / \text{k.mol}$$

Topish kerak: $T - ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Azotni holatini ifodalovchi tenglamani, ya'ni Mendeleev-Klapeyron tenglamasini ifodalaymiz:

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

Bundan temperaturani topamiz:

$$PVM = mRT$$

$$T = \frac{PVM}{mR}$$

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodadan sonly qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblashlar bajaramiz:

$$T = \frac{PVM}{mR} = 280 \text{ K} = 7^\circ \text{ C}$$

Javob: $T = 280 \text{ K} = 7^\circ \text{ C}$

c) tahliliy bosqich. Demak, azotni temperaturasi holat tenglamasidan bosim va hajm orqali aniqlanarekan.

2-masala.6,4 kG kislorod sig'adigan ballon devori 20° C temperaturada 160 kG/sm^2 bosimgachidasa, uning eng kichik hajmi qanday bo'ladi?

Berilgan: $m = 6,4 \text{ kG} = 64 \text{ kg}$

$$T = 293 \text{ K}$$

$$P = 160 \text{ kPa} / \text{m}^2$$

Topish kerak: $V = ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Kislorodni holatini ifodalovchi tenglamani, ya'ni Mendeleev-Klapeyron tenglamasini ifodalaymiz:

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

Bundan hajmini topamiz:

$$PVM = mRT$$

$$V = \frac{mRT}{PM}$$

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodadan sonly qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblashlar bajaramiz:

$$V = \frac{mRT}{PM} = 0,31 \text{ m}^3$$

Javob: $V = 0,31 \text{ m}^3$

c) tahliliy bosqich. Demak, kislorodni hajmini holat tenglamasidan bosim va temperaturasi orqali aniqlanarekan.

3-masala.4

hajmli yopiq idishdagi 20°C temperaturali 5 gazot 40°C temperaturagacha isitilgan. Gazning isitilishdan oldingi va keyingi bosimi topilsin.

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

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

Berilgan: $m = 5 \text{ g} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

$$\mu_{m_2} = 28 \text{ kg} / \text{kmol}$$

$$t_2 = 40^\circ\text{C}$$

Topish kerak:

$$P_1 = ?$$

$$P_2 = ?$$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Azotni holatini ifodalovchi tenglamani, ya'ni Mendeleev-Klaapeyrontenglamasini ifodalaymiz:

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

Bundan bosimni topamiz:

$$PVM = mRT$$

$$P_1 = \frac{mRT_1}{\mu V}$$

$$P_2 = \frac{mRT_2}{\mu V}$$

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodadan sonli qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblashlar bajaramiz:

$$P_1 = \frac{mRT_1}{\mu V} = 1,08 \cdot 10^5 \text{ pa};$$

$$P_2 = \frac{mRT_2}{\mu V} = 1,16 \cdot 10^5 \text{ pa};$$

Javob: $P_1 = 1,08 \cdot 10^5 \text{ pa}$; $P_2 = 1,16 \cdot 10^5 \text{ pa}$;

c) tahliliy bosqich. Demak, azotni bosimlatini holat tenglamasidan hajmi va temperaturasi orqali aniqlanar ekan.

6.3. Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. $m=2 \text{ g}$ azot $p=0,2 \text{ MPa}$ bosim ostida $V=820 \text{ sm}^3$ hajmni egallasa, uning temperaturasi t qanday bo'ladi?

2. $t=20^\circ\text{C}$ temperatura $p=100 \text{ kPa}$ bosimda 10 g kislorod kanday hajmni egallaydi?

3. Sig'imi $V=12 \text{ l}$ bo'lgan ballonda $p=8,1 \text{ MPa}$ bosim $t=17^\circ\text{C}$ temperaturada azot to'ldirilgan. Ballonda qancha m azot bor?

4. Og'ri mahkam berkitilgan shisha idishdagi havoning tempera -turalari $t_1 = 7^\circ\text{C}$, bosimi $p = 100\text{ kPa}$. Shisha idish isitilganda ,undagi havo bosimi $p = 130\text{ kPa}$ ga yetganda tiqin otilgan. Shisha idish qanday t temperaturagacha isitilganligi topilsin.

5. $m = 6,4\text{ kg}$ massali kislorod sig'adigan ballon devori $t = 20^\circ\text{C}$ temperaturadap=15,7 MPa bosimgachidasa, uning eng kichik hajmi V qanday bo'ladi?

6. Ballonda $P_1 = 10\text{ MPa}$ bosimli $m_1 = 10\text{ kg}$ gaz bo'lgan. Ballondagi bosim $P_2 = 2,5\text{ MPa}$ ga teng bo'lishi uchun ballondan qancha m miqdordagi azotni olish kerak? Azotning temperaturasi o'zgarmas deb hisoblansin.

7. $t = 27^\circ\text{C}$ temperaturada $p = 100\text{ kPa}$.bsimda $V = 25\text{ l}$ hajmni egallashi uchun oltingugurt gazi (SO_2) ning massasi m topilsin.

8. Balandligi $h = 5\text{ m}$ vapolining yuzi $S = 200\text{ m}^2$ bo'lgan auditoriyadagi havoning massasi topilsin. Binoning tem -peraturasi $t = 17^\circ\text{C}$, bosimi $P = 100\text{ kPa}$ ga teng. Bir mol havoning massasi $\mu = 0.029\text{ kg/mol}$ deb olinsin.

9. Qishda binoni to'ldirib turgan ($t = 7^\circ\text{C}$) havoning zichligi yozdagi (37°C) havoning ρ_2 zichligidan necha marta katta? Bosim bir xil deb olinsin.

10. a) $t_1 = 0^\circ\text{C}$ va b) $t_2 = 100^\circ\text{C}$ temperaturalar uchun $m = 0,5\text{ g}$ vodorodning izotermalari chizilsin.

11. a) $t_1 = 29^\circ\text{C}$ va b) $t_2 = 180^\circ\text{C}$ temperaturalar uchun $m = 15,5\text{ g}$ kislorod-ning izotermalari chizilsin.

12. Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi 2 marta ortsa, uning bosimi qanay o'zgaradi?

13. Qandaydir ideal gazning zichligi 0.06 kg/m^3 . Molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi 500 m/s . Gazning idish devorlariga beradigan bosimini aniqlang. Ikkinchi daraja 29.3. Hajmi 8 l bo'lgan idishda 150 g massali, 400 kPa bosimli gaz bor. Gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligini aniqlang.

14. Hajmi 480 sm^3 bo'lgan idishdagi gaz bosimi 20°C temperaturada 250 kPa bo'lsa, idishdagi molekulalar sonini aniqlang.

15. Geli molekulalarining 20°C temperaturadagi o'rtacha kvadratik tezligini hisoblang. Geliyning molyar massasi 4 g/mol .

16. Gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 400 m/s. Massasi 1 kg bo'lgan gaz 100 kPa bosimda qanday hajimni egallaydi?

17. Ideal gaz hajmi 3 marta kamayib, molekularining o'racha kinetik energiyasi 2 marta o'ttirilsa, bosimi qanday o'zgaradi?

18. Kislorod molekularining o'rtacha kvadratik tezligi 700 m/s, bosimi 0.2 MPa bo'lsa, molekular konsentratsiyasini aniqlang. Kislorodning molyar massasi 32 g/mol.

19. Yopiq idishdagi gaz bosimi qizdirish natijasida 44% ortdi. Gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi necha marta o'tgan?

20. Yopiq idishdagi gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi qizdirish natijasida 20% ortsa, gaz bosimi necha marta o'tadi?

21. Bir gazning 400 kPa bosimdagi zichligi 1.6 kg/m³. Massasi 2 kg bo'lgan ikkinchi gaz 10 m³ hajmda 200 kPa bosimga ega. Ikkinchi gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligi birinchi gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligidan necha marta katta?

22. Gaz 27 °C temperaturada 6 m³ hajimni egallasa, uning 77 °C temperaturada hajmi qanday bo'ladi? Bosimni o'zgarmas deb hisoblang.

23. Hajmi 10 m³ bo'lgan ballonda 2 MPa bosimda vodorod joylashgan. Huddi shuncha miqdordagi vodorodni, shu temperaturada 0.1 MPa bosimda saqlash uchun qanday hajimli balon kerak bo'ladi?

24. Xavo 50.65 kPa bosimda joylashgan. Bosim 202.6 kPa ga teng bo'lishi uchun uning hajmini necha marta kamaytirish kerak? Temperaturasi o'zgarmas.

25. Gaz 300 K temperaturada qandayrid hajimni egallaydi. Uning hajmi 1.2 marta kamayishi uchun, uni qanday temperaturagacha izobarik sovutish kerak?

26. Gazning bosimi o'zgarmas hajmda 50 kPa dan 80 kPa gacha o'tishi uchun, temperaturasini necha marta o'ttirish kerak? 30.6. Ikkita ballon kranli nay yordamida ulangan. Hajmi 5 l bo'lgan balonda Hajmi 5 l bo'lgan balonda Pa bosimda xavo bor, 1 l hajimli balon bo'sh. Kran ochilsa, qanday bosim qaror topadi? Temperaturasi o'zgarmas. Ikkinchi daraja

27. Temperaturasi 10°C bo'lgan kislorod gazi qandaydir hajmni egallaydi. Uni 25°C ga qizdirilganda izobarik kengayib 10 l hajmni egalladi. Gazning kengayishdan oldingi hajmi qanday bo'lgan?

28. 4 l hajmda joylashgan gaz massasi 12 g, temperaturasi 177°C . Bosim o'zgarmas qoldirilsa, qanday temperaturada gazning zichligi 6 kg/m^3 bo'ladi?

29. Qandaydir massali gaz hajmi 3 l dan 1 l gacha izotermik siqildi. Qisiqlish natijasida gazning bosimi Pa ga ortdi. Gazning dastlabki bosimi qanday bo'lgan?

30. Gaz o'zgarmas bosimda 150 K ga qizdirilishi natijasida hajmi 2 marta ortdi. Gazning boshlang'ich va oxirgi temperaturasini toping.

31. Xavoo'zgarmas bosimda 3 K ga qizdirilganda hajmi 1% ortdi. Xavoning boshlang'ich temperaturasini toping.

32. Ideal gaz vertical joylashgan slindrik idishdagi erkin siljiy oladigan porshen ostida joylashgan. 27°C temperaturada porshen slindr asosidan 30 sm masofada joylashgan. Agar gaz 127°C temperaturagacha qizdirilsa, porshen slindr asosidan qanday masofada joylashadi?

33. Izoxorik jarayonda gaz bosimi 50 kPa ga ortdi. Gazning boshlang'ich bosimi Pa, boshlang'ich temperaturasi esa 300 K bo'lsa, gaz necha K ga qizdirilgan?

34. Sig'imi 4 l bo'lgan idishda Pa bosimli gaz joylashgan. Gaz hajmi 12 l gacha izotermik kengaydi, so'ng izoxorik ravishda temperaturasi 3 marta o'rttirildi. Gazning jarayon oxiridagi bosimini aniqlang.

35. Sferik shakldagi idishlarnad birining radiusi 1 m bo'lib unda 100 kPa bosimda gaz bor, ikkinchisini radiusi 0.5 m bo'lib ichi vakkum. Idishlar ingichka nay orqali tutashtirilsa, qanday bosim qaror topadi? Jarayon izotermik. 36. Uzunligi 1.2 m bo'lgan yopiq slindrik idish o'rtasidan erkin siljiy oladigan kichik porshen bilan bo'lingan. Porshen qo'zg'almas holda ushlab turilib, idishning birinchi yarmi ikkinchi yarmiga nisbatan 2 marta katta bosimda gaz bilan to'ldirildi. Porshen bo'shatib yuborilsa, qanday masofaga siljiydi?

37. Gorizontall joylashgan probirkada 240 sm^3 havo 150 mm uzunlikdagi simob bilan ajralib qoldi. Probirkaochiq uchi bilan yuqoriga qaratilganda, xavo hajmi 200 sm^3 bo'lib qoldi. Atmosfera bosimini aniqlang. Simobning zichligi $13\,600\text{ kg/m}^3$.

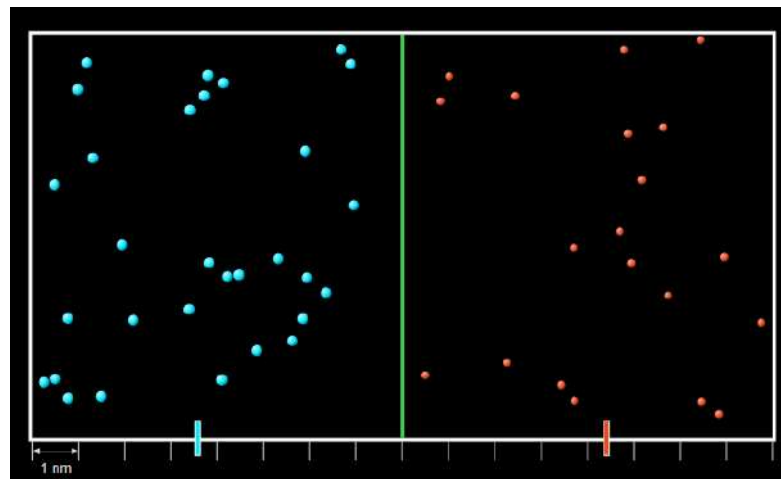
38. Xovuz tubidan ko'tarilayotgan xavopufakchasini hami suv sirtigachiqqanda 1.5 martaortdi. Atmosfera bosimini 100 kPa, temperatura barchachuqurlikda bir xil deb hisoblab, xovuz chuqurligini toping.

39. Massasi 12 g bo'lgan gaz 450 K temperaturada 4 l hajimni egallaydi. Bosim o'zgarmas qolsa, qanday temperaturada gaz zichligi 6 kg/m³ bo'ladi?

40. Balonda 15 °C temperaturali gaz joylashgan. Gazning 40 % i chiqib ketganda temperatura 8 °C gapastlasa, bosim necha marta kamayadi?

6.4. Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar

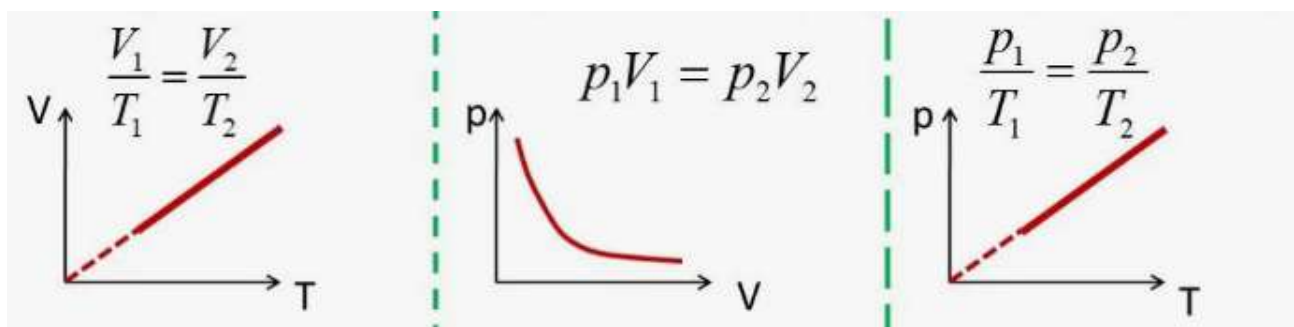
1-topshiriq.Temperatutalari va massalari bir xil gaz molekulalarining qaysi biridaharakat tezligi yuqori bo'ladi?



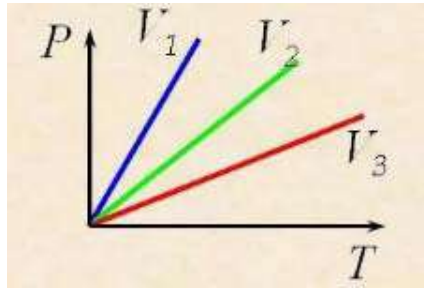
2-topshiriq.Nega zarralar soni yetarli ko'p bo'lgan makroskopik jism holatini o'rganishda dinamika qonunlaridan foydalanib bo'lmaydi?

3-topshiriq.Og'irlik kuchi xosil qilgan maydonda molekulalarning balandlik bo'yicha taqsimoti qanday xisoblanadi?

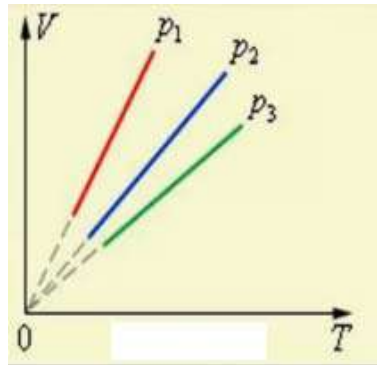
4-topshiriq.Grafiklarni izojarayonlargaajratib izoxlang.



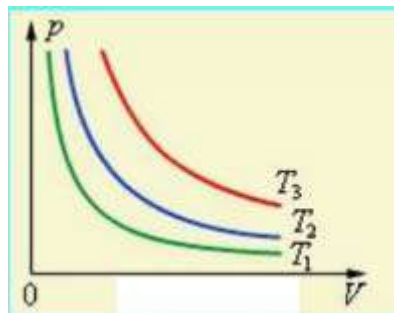
5-topshiriq. Grafikda keltirilgan xajmlarni o'sish va kamayish tartibini yozing va tushuntiring?



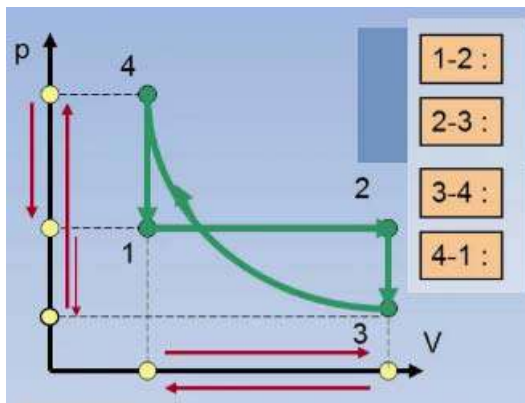
6-topshiriq. Grafikdan foydalanib bosimlarni o'sib borish tartibini tushuntiring?



7-topshiriq. Grafikdan foydalanib temperaturaning kamayib borish tartibini yozing?



8-topshiriq. Rasmda keltirilgan grafikdagi parametrlar bosim, xajm va temperature orasidagi bog'lanishni tushuntiring va jarayonlarga tadbiq eting?



9-topshiriq. Real gazni ideal gazdan farqi nima? Real gazlar uchun holat tenglamasi Van-der-Vaals tenglamasi qanday fikrlarga asoslangan?

10-topshiriq. Ikki atomli gazning hajmi: a) izotermik; b) izobarik; v) adiabatik ravishda ikki marta kichrayganda, uning qovushoqlik koeffitsiyenti qanday o'zgaradi?

VII.TERMODINAMIKA

7.1. Termodinamikaasoslari

Nazariy ma'lumotlar

TERMODINAMIKANING O'ZI NIMA?

Termodinamika materiyaharakati issiqlik shaklining energiyaning boshqa turlariga aylanish asosida gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlardagi issiqlik hodisalami o'rganadigan fizikaning bo'limidir.

Termodinamikada maxsus terminologiyalar qo'llaniladi: jismning ichki energiyasi, termodinamik tizim izolyasiyalangan (yopiq) tizim, termodinamik muvozanat, termodinamik jarayon, qaytuvchi (qaytmas) jarayon.



Termodinamik tizim deb, ichki energiyaning o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar boradigan jism yoki jismlar yig'indisiga aytiladi.

Termodinamik tizimga gaz, suyuqlik, qattiq jism, odam organizmi va h.k.lar misol bo'laoladi.

Izolyasiyalangan (yopiq) termodinamik tizim deb, tashqi muhit bilan hech qanday energiya almashmaydigan tizimga aytiladi.

Termodinamik muvozanat deb, tizimning shunday holatiga aytiladiki, bu holatga izolyasiyalangan tizim vaqt o'tishi bilan erishadi.

Termodinamik muvozanat holatda tizimning makroskopik parametrlari doimiy qoladi.

Termodinamik jarayon deb, tizimning bir termodinamik holatdan ikkinchisiga o'tishiga aytiladi.

Qaytuvchi termodinamik jarayon deb, shunday jarayonga aytiladiki, bu jarayon natijasida tizim barcha oraliq holatlar orqali, to'g'ri jarayon kabi, dastlabki holatiga qaytadi. Barcha real termodinamik jarayonlar qaytmasdir.

TERMODINAMIKANING ASOSIY POSTULATLARI:

1. Sistemaga o'zgarish tashqi muhit bilan chegaralanganda vaqt o'tishi bilan muvozanat holatida keladi.

2. Termodinamik sistemaning barcha xossalari (shu jumladan ichki parametrlar) tashqi parametrlar va sistema tarkibiga bog'liqdir.

Jismning ichki energiyasi deb, zarralar issiqlik harakati kinetik energiyasi va ular o'zaro ta'sir potensial energiyasi yig'indisiga aytiladi:

$$U = \sum_N E_{KN} + \sum E_{PN}$$

bu yerda N — zarralar soni.

Agar termodinamik tizimga qandaydir miqdorda issiqlik berilsa, u holda uning holati, yoki tizimning ichki energiyasi o'zgaradi. Bunday o'zgarishlarning tavsiflari turli solishtirma issiqlik sig'implaridir.

Solishtirma issiqlik sig'imi deb, 1 kg moddaning haroratini 1 K ga oshirganda, uning ichki energiyasining o'zgarishini ko'rsatuvchi fizik kattalikka aytiladi.

$$c = Q / (m \Delta T)$$

bu yerdac — solishtirma issiqlik sig‘imi. Solishtirma issiqlik sig‘imining o‘lchov birligi: $[J/(kgK)]$.

M massali jismni T_1 haroratdan T_2 haroratgacha qizdirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdorini:

$$Q=cm(T_2-T_1)$$

formula bilan aniqlash mumkin.

Agar jism sovutilayotgan bo‘lsa, u holda $T_1 > T_2$, shuning uchun jismni sovutishda ajralgan issiqlik miqdori

$$Q=cm(T_1 - T_2)$$

ga teng.

Termodinamikaning birinchi qonuni issiqlik miqdori, ichki energiyaning o‘zgarishi va tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan foydali ish o‘rtasidagi munosabatni belgilaydi. Jismga uzatilayotgan yoki undan olib ketilayotgan issiqlik miqdori jarayonning turiga bog‘liq bo‘ladi.

Termodinamikaning birinchi qonuni: *tizimga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasining o‘zgarishi bilan ish bajarishga sarflanadigan* uni quyidagi ko‘rinishda yozilishi mumkin:

$$dQ=dU + dA,$$

bundad Q — gaz olgan issiqlik miqdori, dU — gaz ichki energiyasining o‘zgarishi va $dA = pdV$ gazning hajmi o‘zgarganda uning bajargan ishi. Gazning ichki energiyasining o‘zgarishi

$$dU=\frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R dT,$$

bundad dT — temperaturaning o‘zgarishi. Gazning hajmi o‘zgarganda bajarilgan to‘la ish

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

dU kattalik tizim holati o'zgarishini bu o'zgarish usuliga bog'liq bo'lmagan holda tavsiflaydi. Q va A kattaliklar aynan holat o'zgarish jarayonini tavsiflaydi. Tizim holatining bir xil o'zgarishida bu kattaliklar tizim bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi usuliga bog'liq holda turlicha bo'ladi:

1. Izotermik kengayishda ($T=const$, $dU = 0$) issiqlik miqdori dQ gazning kengayish ishiga teng: $dQ=dA$. Izotermik kengayishda gazning ishi P, V diagrammada izoterma va izoxora bilan chegaralangan shakl yuzasi bilan tasvirlanadi.

2. Izobarik kengayishda $dQ = dU + dA$ issiqlik miqdori gazning ichki energiyasining o'zgarishi va ular tomonidan ish bajarilishiga sarflanadi.

3. Izoxorik isitishda $V=const$ ligidan $dA=0$. Shuning uchun $dQ = dU$. Tizim tomonidan olingan issiqlik miqdori tizimning ichki energiyasining oshishiga sarflanadi.

$dU=C_V dT$ munosabatni qo'llab, ideal gazlar uchun termodinamikaning birinchi qonunini qayta yozamiz:

$$dQ = C_V dT + p dV$$

Izobarik jarayonda gaz ishini ko'rib chiqamiz. Hajmning V_1 dan V_2 gacha bir tekis o'zgarishida ish:

$$A_{1,2} = P(V_2 - V_1)$$

Ideal gaz holat tenglamasini qo'llab, (5) munosabatni

$$A_{1,2} = \frac{m}{M} R(T_2 - T_1)$$

shaklda yozish mumkin.

Gazning hajmi izotermik o'zgarganda bajarilgan ish,

$$A_{iz} = RT \frac{m}{\mu} \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Adiabatik jarayon deb, tizim tashqarisidan issiqlik olmaydigan va uni tashqariga bermaydigan jarayonga aytiladi. Adiabatik jarayonda ish ichki energiya kamayishi hisobiga boradi. Ideal gazlar uchun $dQ=0$ da (adiabatiklik sharti) $dQ = C_V dT + p dV$ dan, $p dV = -C_V dT$ ligi kelib chiqadi.

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

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

yani

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$$

$$\text{Bunda } \chi = \frac{C_p}{C_{vV}}$$

Puassontenglamasini quyidagi ko‘rinishdagi ham yozish mumkin

$$TV^{\chi-1} = \text{const}, \text{ yoki } \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\chi-1}$$

yani

$$TP^{(1-\chi)/\chi} = \text{const}, \text{ yoki } \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{(1-\chi)/\chi} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{(1-\chi)/\chi}$$

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

$$A_{\text{ad}} = \frac{RT_1}{\chi-1} \frac{m}{\mu} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\chi-1} \right] = \frac{RT_1}{\chi-1} \frac{m}{\mu} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = \frac{pV_1(T_1 - T_2)}{(\chi-1)T_1},$$

bunda p_1 va V_1 — gazning T_1 temperaturadagi bosimi va hajmi .

Politropik jarayonining tenglamasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$pV^n = \text{const}, \text{ yoki } p_1V_1^n = p_2V_2^n,$$

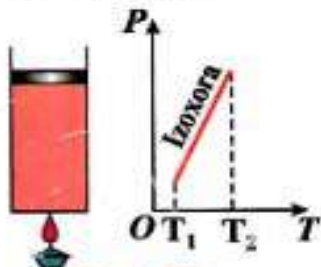
bunda n — politrop ko‘rsatkichi ($1 < n < \chi$).

Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamika birinchi qonunini ideal gazlardagi jarayonlarga tatbiqi

1. Izoxorik jarayon

$$V_1 = V_2 = \text{const}$$

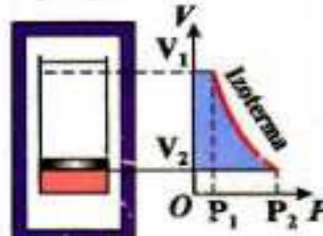


$$Q = \Delta U$$

Keltirilgan issiqlik ichki energiya o'zgarishiga sarflanadi.

2. Izotermik jarayon

$$T_1 = T_2 = \text{const}$$

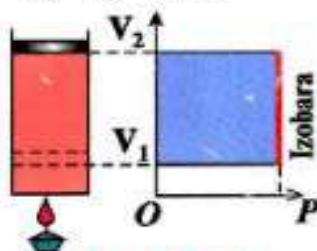


$$Q = A$$

Keltirilgan issiqlik faqat ishga sarflanadi.

3. Izobarik jarayon

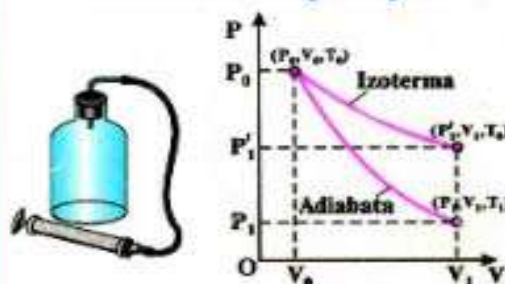
$$P_1 = P_2 = \text{const}$$



$$Q = \Delta U + A$$

Keltirilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga va o'zgarmas bosimda ish bajarishga sarf etiladi.

4. Adiabatik jarayon



$$A = -\Delta U$$

Issiqlik almashmaydigan qilib izolyatsiyalangan sistemada bo'ladigan jarayon adiabatik jarayon deyiladi. Ish ichki energiya kamayishi evaziga bajariladi.

TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI.

Bu qonunning bir nechta shakllari mavjud bo'lib, ularning eng soddasi Klauzius ta'rifini keltiramiz.

Issiqlik miqdori o'z-o'zidan past temperaturali jismdan yuqori temperaturali jismga o'tmaydi.

Plank ta'rifi ham e'tiborga molik: tabiatda issiqlik miqdori to'laligicha ishga aylandigan jarayon bo'lishi mumkin emas.

Issiqlik ishgaaylanishi uchun isitkich va sovitgich bo'lishi dardkor.

Termodinamika qonunlari amalda qanday mashinalar yasash mumkinligi va ularning unumdorligini orttirish uchun nimalargae'tibor berish zarurligi haqida yo'llanma beradi.

Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti (F.I.K.)

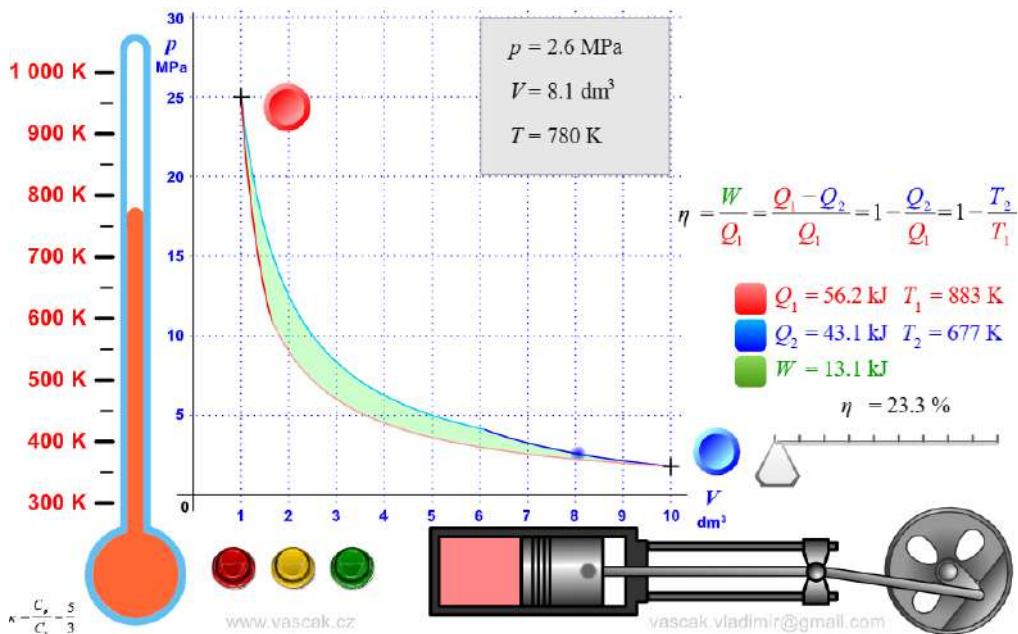
$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1},$$

bunda Q_1 — ishchi jismga berilgan issiqlik miqdori va Q_2 — sovitgichga berilgan issiqlik miqdori.

Karnoning ideal sikli uchun

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

bunda T_1 — isitgichning temperaturasi, T_2 —sovitgichning temperaturasi.



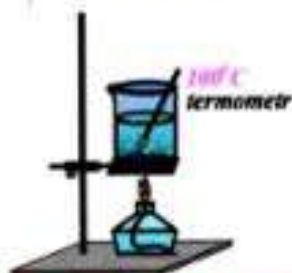
Ikkita A va B holatdagi entropiyaning $S_B - S_A$ farqi quyidagi formuladan aniqlanadi:

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

Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Agar sovuqroq sistema bilan issiqroq sistemaning ikkalasida yoki atrofdagi jismlarda ayni bir paytda boshqa o'zgarishlar bo'lmasa, sovuqroq sistemadan issiqroq sistemaga issiqlik o'tkazib bo'lmaydi.

Isitish



$$Q = cm(t_2 - t_1) = cm\Delta t$$

Q - isitishga sarflangan issiqlik (J)

c - moddaning solishtirma issiqlik sig'imi (J/kg K°)

$t_2 - t_1$ - temperaturalar farqi (°K)

m - modda massasi (kg)

Yonish



$$Q = qm$$

Q - yoqilg'i to'liq yonganda ajralgan issiqlik miqdori (J)

q - yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi (J/kg)

m - yoqilg'ining massasi (kg)

Bug'lanish



$$Q = Lm$$

Q - bug'lanish uchun sarflangan issiqlik miqdori yoki kondensatsiyalanganida ajralib chiqqan issiqlik miqdori (J)

L - bug'lanish solishtirma issiqligi (J/kg)

m - bug'ning massasi (kg)

Erish



$$Q = \lambda m$$

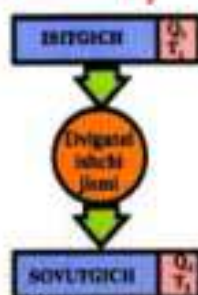
Q - erishga sarflangan issiqlik miqdori, yoki kristallanishda ajralgan issiqlik (J)

λ - solishtirma erish issiqligi (J/kg)

m - massa (kg)

F.I.K.

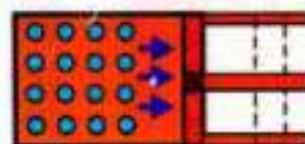
$$\eta_{\max} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$



$\eta_{\max}$ - ideal issiqlik mashinasi f.i.k.

T_1 u T_2 - isitkich va sovutkich temperaturasi

Gaz va bug'ning ishi



$$A' = p\Delta V$$

A' - gazning kengayshida bajargan ishi (J)

p - bosim (Pa)

ΔV - hajmining o'zgarishi (m³)

TERMODINAMIKAGA DOIR ASOSIY FORMULALAR

Termodinamikaning birinchi qonuni	$dQ = dU + pdV$
Issqlik sig'im	$C = \frac{dQ}{dT}$
O'zgarmas bosimdagi vao'zgarmas	$C_p = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_p$
hajmdagi issqlik sig'irlar	$C_v = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_v$
Ideal gaz uchun Mayer tenglamasi	$C_p - C_v = R$
Hajm kengayishini termik koeffitsienti	$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$
Bosimning termik koeffitsienti	$\beta_v = \frac{1}{P} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v$
Siqilishning izotermik koeffitsienti	$\gamma_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$
Puasson tenglamasi	$PV^\gamma = \text{const}$
Izobarik jarayonda bajarilgan ish	$A = P(V_2 - V_1)$
Izotermik jarayonda bajarilgan ish	$A = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$
Adiabatik jarayonda bajarilgan ish	$A = S_v(T_1 - T_2)$
Issqlik mashinasining F.I.K.	$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$
Karno tsiklining F.I.K.	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$
Klauzius tengsizligi	$\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$
Sistemaentropiyasi	$S = \int_0^T \frac{dQ}{T}$
Termodinamikaning asosiy tenglamasi	$TdS = dU + PdV$
Entropiyavaehtimollikorasidagibog'lanish (Boltsmanformulasi)	$S = k \ln W$
Nernst teoremasi	$\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$
Entalpiya	$J = U + PV$
Erkin energiya	$F = U - TS$
Termodinamik potentsial	$F = F + PV$
Gibbs-Gelmgolts tenglamasi	$U = F - T \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_v$
Muvozanatli jarayonlar uchun holat tenglamasi	$f(r, V, T) q_0$
Muvozanatsiz jarayonlar uchun holat tenglamasi	$F(p, V, T, x, y, z, t) q_0$

7.2. Masalalar yechish uchun na'munalalar

1-masala. Yopiq idishda, massasi 56 g bo'lgan azot va massasi 64 g bo'lgan kislorod gazining aralashmasi bor. Agar harorat 20 gradusgapasaytirilgan bo'lsa, aralashmaning ichki energiyasining o'zgarishi aniqlansin.

Berilgan: $m(N_2) = 56 \text{ g} = 0,056 \text{ kg}$;

$m(O_2) = 64 \text{ g} = 0,064 \text{ kg}$;

$\mu_1 = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$

$\mu_2 = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$

$\Delta T = 20^\circ \text{C}$

Topish kerak: $\Delta U = ?$

Yechilishi: a)

fizikaviy bosqich. Azot va kislorod gazlarining ichki energiyasining o'zgarishi aralashmaning ichki energiyasining o'zgarishiga teng bo'lib, quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2$$

Ichki energiyaning aniqlash formulasiga ko'ra

$$\Delta U_1 = \frac{i_1}{2} \frac{m_1}{\mu_1} R \Delta T \text{ va } \Delta U_2 = \frac{i_2}{2} \frac{m_2}{\mu_2} R \Delta T$$

teng bo'ladi. Shartda berilgan gazlarni ikki atomligini e'tiborga olsak $i_1 = i_2 = 5$.

Yuqoridagi ifodalardan foydalanib, quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = \frac{i_1}{2} \frac{m_1}{\mu_1} R \Delta T + \frac{i_2}{2} \frac{m_2}{\mu_2} R \Delta T = \frac{5}{2} R \Delta T \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right)$$

b) matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodaga sonli qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz:

$$\Delta U = \frac{5}{2} R \Delta T \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right) = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 20 \left(\frac{0,056}{0,028} + \frac{0,064}{0,032} \right) = 1662 \text{ J} = 1,662 \text{ kJ}$$

Javobi: $\Delta U = 1,662 \text{ kJ}$.

c) tahliliy bosqich.

Azot va kislorod gazlarining ichki energiyasini o'zgarishi aralashmaning ichki energiyasini o'zgarishiga tengligidan aralashmaning ichki energiyasining o'zgarishi aniqlash mumkin ekan.

2-masala. a) izotermik jarayonda, b) izobarik jarayonda, - 10 J ish bajarish uchun kislorodga qancha issiqlik miqdori berilishi kerak?

Berilgan: $A=10J$;

a) $T=\text{const}$

b) $P=\text{const}$

Topishkerak $Q=?$

Yechilishi: a)

fizikaviy bosqich. Termodinamikaning birinchi qonunini umumiy ko'rinishda ifodalaymiz :

$$Q = A + \Delta U$$

Bu qonunni izojarayonlarga tadbiq etasak,

a) $T=\text{const}$ bo'lsa $\Delta U = 0$; $Q = A$

b) $P=\text{const}$ bo'lsa $Q = A + \Delta U$

Ichki energiyaning o'zgarishi quyidagicha topiladi:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1)$$

Ikki holat uchun ham holat tenglamasini yozamiz:

$$PV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$$

$$PV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2$$

Ikkinchi holatdan birinchi holatni ayrib tashlaymiz:

$$PV_2 - PV_1 = \frac{m}{\mu} RT_2 - \frac{m}{\mu} RT_1$$

$$P(V_2 - V_1) = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$$

ushbu ifodadan

$$\frac{m}{\mu}(T_2 - T_1) = \frac{P(V_2 - V_1)}{R} \text{ yoki } \frac{m}{\mu} \Delta T = \frac{P\Delta V}{R} = \frac{A}{R}$$

ifodagaega bo'lamiz.

Bularni e'tiborgaolsak ichki energiyaning o'zgarish ifodasi qo'yidagichako'rinishda bo'ladi:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{i}{2} \frac{P\Delta V}{R} R = \frac{i}{2} \frac{A}{R} R = \frac{i}{2} A$$

Termodinamikaning birinchi qonuni ifodasiga ichki energiyaning o'zgarish ifodasi ni qo'yib issiqlik miqdori topib olamiz:

$$Q = A + \Delta U = A + \frac{i}{2} A = A(1 + \frac{i}{2})$$

b)

matematikaviy bosqich. Ushbu ifodaga sonli qiymatlarni qo'yib issiqlik miqdori topib olamiz:

$$Q = A(1 + \frac{i}{2}) = 10(1 + \frac{5}{2}) = 35 J$$

Javob: $Q = 35 J$

c) tahliliy bosqich. Demak,

izotermik jarayonda $Q = 10 J$ va izobarik jarayonda $Q = 35 J$ issiqlik berilishi kerak.

3-masala. $3 \cdot 10^5 N / m^2$

bosimda bo'lgan $10^0 C$ temperaturali $10 g$ kislorodni o'zgarish bosimda sitish natijasida $10 l$ hajmni egallagan. 1) gazning olgan issiqlik miqdori, 2)

Gaz ichki energiyasining o'zgarishi 3) Gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

Berilgan:

$$P = 3 \cdot 10^5 Pa$$

$$t = 10^0 S$$

$$m = 10 gr$$

$$M_0 = 32 kg / kmol$$

$$V = 10 l$$

Topishkerak: $\Delta Q - ? \Delta U - ? A - ?$

Yechilishi: a)

fizikaviy bosqich. Kislorodni o'zgarmas bosimda isitish uchun berilgan issiqlik miqdori

$$Q = \frac{m}{M} C_p \Delta T$$

ga teng bo'ladi. Gazni ichki energiyasining o'zgarishi va gazni bajargan ishi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta U = \frac{i}{2} P \Delta V$$

$$A = P \Delta V$$

b)

matematikaviy bosqich. Yuqoridagi ifodalarga berilgan masalashartidagi sonli qiymatlar q o'yib hisoblaymiz:

$$1) Q = \frac{M}{M} C_p \Delta T = 1890 \text{ kal}$$

$$2) \Delta U = \frac{i}{2} p \Delta V = 1350 \text{ kal}$$

$$3) A = p \Delta V = 540 \text{ kal}$$

Javob:

$$Q = 1890 \text{ kal}$$

$$\Delta U = 1350 \text{ kal}$$

$$A = 540 \text{ kal}$$

c) tahliliy bosqich. Demak, kislorodni o'zgarmas bosimda isitish natijasida u kengayishiga berilishi kerak bo'lgan issiqlik miqdori, gazni ichki energiyasining o'zgarishini va bajargan ishini hisoblash mumkin bo'lar ekan.

4-masala. Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi sovitgichga 1 soatda 270 MJ issiqlik miqdori beradi. Agar isitgichning temperaturasi 500 K, sovutgichning temperaturasi 300 K bo'lsa, qurilmaning quvvati qancha?

Berilgan:

$$t = 1\text{soat} = 3600\text{s};$$

$$T_1 = 550\text{K};$$

$$T_2 = 300\text{K};$$

$$Q_2 = 270\text{MJ} = 27 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Topish kerak: $N = ?$

Yechilishi: a) fizikaviy bosqich. Issiqlik mashinasining quvvati $N = \frac{A}{t}$

ifodalar orasida topiladi. Sistemaning bajarilgan ishi

$$A = Q_1 \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1} \right)$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \text{ yoki } Q_1 = \frac{T_1}{T_2} Q_2$$

shartlar qalib bajarilgan ishi ifodasi qo'yilgan holda topiladi.

$$A = Q_2 \left(\frac{T_1 - T_2}{T_2} \right)$$

Hosil bo'lgan natijani quvvat ifodasiga olib borib qo'yamiz:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Q_2 \left(\frac{T_1 - T_2}{T_2} \right)}{t}$$

b)

matematikaviy bosqich. So'ngi ifodamizga tegishli sonli qiymatlarni qo'yib, qurilmaning quvvati topiladi.

$$N = \frac{A}{t} = \frac{Q_2 \left(\frac{T_1 - T_2}{T_2} \right)}{t} = \frac{27 \cdot 10^7}{3600} \cdot \left(\frac{550 - 300}{300} \right) = 62500 \text{ Vt} = 62,5 \text{ kVt}$$

Javobi : $N = 62,5 \text{ kVt}$

c)

tahliliy bosqich. Demak,

Karnosik libo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasini quvvati isitgich va sovutgichning temperaturalarini hamda sovutgichga berilayotgan issiqlik miqdoriga bog'liq bo'larekan.

7.3. Mustaqilishlashuchunmasalalar

Termodinamikadaish

1. Doimiy 5 kPa bosimda gaz hajmi 5 dan 11 gachaortdi. Gaz qancha ish bajargan?
2. Hajmi qanchagaortadi agargaz 54 kPa bosim ostida izobarik kengayishda 27 kJ ish bajarsa?
3. Izobarik ravishda gaz hajmi 0.25 m^3 gaortganda 1550 J ish bajargab bo'lsa, gaz bosimini aniqlang.
4. Ideal gaz $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ bosimda izobarik kengayib, hajmi 3 martaortdi. Agar gaz kengayish jarayonida 12.9 kJ ish bajargan bo'lsa, uning boshlang'ich hajmini aniqlang.
5. 5 mol ideal gaz 283 K dan 293 K gacha izobarik qizdirilsa, qancha ish bajaradi?
6. Silindrdagi porshen ostida 1 kg havo joylashgan. Havoni izobarik ravishda 140°C ga qizdirish uchun qancha ish bajarish kerak?
7. Qandaydir massali kislorodni 200 K ga izobarik qizdirilganda 25 kJ ish bajardi. Kislorod massasini aniqlang. Kislorodning molyar massasi 32 g/mol.
8. 2 kg havo izobarik qizdirilganda 3.4 kJ ish bajaradi. Xavo necha gradusga qizdirilgan?
9. 1 mol ideal gaz necha gradusga doimiy bosimda qizdirilganda 166 J ish bajaradi?
10. Boshlang'ich temperaturasi 27°C bo'lgan 0.5 mol ideal gaz doimiy bosimda qizdirilganda hajmi ikki martaortdi. Gaz kengayishda qancha ish bajargan?
11. 300 kPa bosimli ideal gaz temperaturasi doimiy bosimda 3 martaortdi. Gaz kengayishda 18 kJ ish bajargan bo'lsa, gazning boshlang'ich hajmini aniqlang.
12. Temperaturasi 300 K dan 350 K gacha izobarik qizdirilganda gaz 100 J ish bajaradi. Bu gaz yana 25 K ga izobarik qizdirilsa, qancha ish bajaradi?
13. Ideal gazni izobarik siqishda tashqi kuchlar 20 kJ ish bajardi. Bu jarayonda gazni ichki energiyasi qanday o'zgargan?
14. Hajmi 1 m^3 bo'lgan slindrda yengil qo'zg'aluvchan porshen bilan

berkitilgan, 105 Paatmosfera bosimidagi temperaturasi 273 K bo'lgan havo joylashgan. Havo 1 K ga qizdirilganda qancha ish bajaradi?

15. Izobarik jarayonda 1 mol ideal gaz konsentratsiyasi 2 marta kamaysa, gaz qabcha ish bajaradi? Gazning boshlang'ich temperaturasi 300 K.

16. Hajmi 190 sm^3 bo'lgan silindrda erkin siljiy oladigan porshen ostida 323 K temperaturali gaz joylashgan. Gaz 100 K ga qizdirilganda bajarigan ishini toping. Porshen massasi 120 kg, yuzasi 50 sm^2 . Atmosfera bosimi 100 kPa.

17. Vertikal joylashgan asosini yuzi 1 dm^2 bo'lgan silindrdagi havo 10 kg massali erkin siljiy oladigan porshen bilan berkitilgan. Izobarik qizdirish natijasida porshen 20 sm ga ko'tariladi. Xavo kengayishda qancha ish bajargan? Atmosfera bosimi 100 kPa.

Termodinamikaning birinchi qonuni

1. Gaz 48 J ish bajardi, uning ichki energiyasi esa 52 J gaoshdi. Gazga qancha issiqlik miqdori berilgan?

2. Gazga 50 J issiqlik miqdori berilganda 30 J ish bajargan bo'lsa, uning ichki energiyasi qancha o'zgargan?

3. Gazga 65 J issiqlik miqdori berilganda, uning ichki energiyasi 40 J gaoshdi. Gaz bajargan ishni aniqlang.

4. Izotermik jarayonda gazga 8 MJ issiqlik miqdori uzatildi. Gaz qancha ish bajargan ?

5. Izoxorik qizdirish jarayoniga gazga 15 MJ issiqlik miqdori berildi. Uning ichki energiyasi qanday o'zgargan?

6. Gaz adiabatik jarayonda $4 \cdot 10^8 \text{ J}$ ish bajardi. Uning ichki energiyasi qanday o'zgargan?

7. Gazga 1.6 MPa doimiy bosimdada 1.6 MJ issiqlik uzatilganda, 0.5 m^3 ga kengaydi. Uning ichki energiyasi o'zgarishini aniqlang.

8. Massasi 5 kg bo'lgan geliy 150 °C ga izoxorik qizdirildi. Gaz olgan issiqlik miqdorini aniqlang. Geliyning molyar massasi 4 g/mol .

9. Ikki atomli gaz 100 kPa bosim ostida izobarik kengayib, o'z hajmini 5 m³ gaoshirdi. Gazga berilgan issiqlik miqdorini aniqlang.

10. Hajmi 6.5 l bo'lgan yopiq idishda 105 Pa bosimda bir atomli ideal gaz bor. Gaz bosimini 3 martaoshirish uchun qancha issiqlik miqdori uzatish kerak?

11. 2 mol bir atomli ideal gaz doimiy bosimda 50 K ga qizdirildi. Gazga berilgan issiqlik miqdorini aniqlang.

12. 20 g vodorod izobarik qizdirilganda, hajmi 2 martaortdi. Gazning boshlang'ich temperaturasi 300 K. Gazga berilgan issiqlik miqdorini toping. Vodorodning molyar massasi 2 g/mol.

13. Temperatura 300 K bo'lgan, 1 mol miqdordagi bir atomli ideal gaz izoxorik sovish natijasida bosimi 3 marta kamaydi. Gazdan ajralgan issiqlik miqdorini aniqlang.

14. Issiqlikdan izolyatsiyalangan slindrda, o'zg'aluvchan porshen ostida 2 mol geliy joylashgan. Agar temperatura 100 K gaoshirilsa, gaz qancha ish bajaradi?

15. Gazga 125 J issiqlik miqdori berilganda, izobarik kengayib hajmi 2 l gaoshdi, ichki energiyasi esa 75 J gaoshdi. Gaz bosimini aniqlang.

16. Issiqlikdan zolyatsiyalangan idishdagi bir atomli ideal gaz 625 J ish bajardi, bunda uning temperaturasi 10 K gapasaydi. Idishda necha mol gaz bor?

17. Necha mol bir atomli ideal gaz temperaturasini doimiy bosimda 5 K gaoshirish uchun 41.5 J issiqlik miqdori kerak bo'ladi?

18. Bir atomli ideal gazga 15 kJ issiqlik miqdori berildi. Buda gaz doimiy bosimda kendayib, qancha ish bajaradi?

19. Bir atomli ideal gaz izobarik kegayishda 30 kJ issiqlik miqdori olsa, uning ichki energiyasi qanchagao'zgaradi?

20. Izotermik jarayonda gaz 200 J ish bajardi. Agar gaz izoxorik jarajonda, izotermik jarayondaolagan issiqlik miqdorida ikki marta ko'p issiqlik miqdori olsa, uning ichki energiyasi qanchagao'zgaradi?

21. Bir atomli ideal gaz $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ bosim va 273 K temperaturada 2 m^3 hajimni egallaydi. Gazni atof muhit bilan issiqlik almashmasdan siqishda 35 kJ ish bajarildi. Gazning oxirgi temperaturasini toping.

22. 800 mol bir atomli ideal gaz 500 K ga izobarik qizdirilganda unga 9.4 MJ energiya berildi. Gaz bajargan ishni hisoblang.

23. 0.5 mol ideal gaz 27°C dan 47°C gacha izobarik qizdirishda unga 290 J energiya uzatilgan bo'lsa, gazning ichki energiyasi o'zgarishini aniqlang.

24. Bir atomli ideal gaz doimiy bosimda qizdirilmoqda. Unga berilgan issiqlik miqdorining qanday qismi gaz ichki energiyasini o'zgartirishga sariflanadi?

25. Bir atomli ideal gaz izobarik va izotermik jarayonda bir xil ish bajardi. Izobarik va zotermik jarajonda gazga brilgan issiqlik miqdorlari nisbatini toping.

26. Gaz kengayish jaryonidaporshenga $4 \cdot 10^5 \text{ N}$ doimiy kuch bilan tasir qildi va unga $3 \cdot 10^5 \text{ J}$ issiqlik miqdori uzatildi. Agar porshen 30 sm ga silgigan bo'lsa, gaz ichki energiyasi qanchagao'zgargan?

27. Isiqlikdan izolyatsiyalangan 2 m^3 hajmli yopiq idishda bir atomli ideal gaz joylashgan. Idish ichiga joylashtirilgan o'tkazgichdan 100 s davomida 1 A tok o'tishi natijasiga bosim 10^4 Pa gaortgan bo'lsa, o'tkazgich qarshiligini aniqlang.

28. 2 mol bir atomli ideal gaz 300 K temperatura va 10^5 Pa bosimda isiqlikdan izolyatsiyalangan yopiq idishda joylashgan. Idish ichiga joylashtirilgan 16.6 W quvvatli kichik isitgich 3 minut yoqilgandan so'ng bosim qanday bo'ladi?

29. Massasi 20 kg va molyar massasi 0.028 kg/mol bo'lgan gaz temperaturasi doimiy bosimda 50 K gaoshirilganda 1 MJ issiqlik miqdori sarflandi. Bu gazni yana 50 K gao'zgarmas hajmda qizdirish uchun qancha issiqlik miqdori kerak bo'ladi?

Issiqlik mashinalarining F.I.K.

1. Karno sikli bo'yicha ishlovchi ideal issiqlik mashinasining FIK 80% ga teng. Isitgichning absolyut temperaturasi sovutgichnikidan necha marta katta?
2. Ideal gaz Karni siklini bajaradi. Isitgichning absolyut temperaturasi sovutgichnikidan 4 marta marta katta? Isitgichdan olingan issiqlik miqdorining qanday qismi sovutgichga beriladi?
3. Issiqlik mashinasi 200 J ish bajardi, bunda sovutgichga 300 J energiya berdi. Issiqlik mashinasining FIK ni aniqlang.
4. Qandaydir vaqtda issiqlik mashinasi isitgichdan 60 kJ issiqlik miqdori oldi va sovutgichga 50 kJ issiqlik miqdori berdi. Sovutgich temperaturasi 300 K bo'lsa, isitgich temperaturasini aniqlang.
5. Ideal issiqlik dvigateli isitgichning absolyut temperaturasi, sovutgichnikidan 3 marta marta katta. Isitgich gazga 60 kJ issiqlik miqdori berganda, gaz qancha ish bajaradi?
6. Ideal issiqlik mashinasi isitgichdan har 1000 J issiqlik miqdori olganda, 100 J ish bajaradi. Sovutgich temperaturasi 280 K bo'lsa, isitgich temperaturasini aniqlang.
7. Ideal gaz ikkita izoterma va ikkitaadiabatadan iborat siklda 600 J ish bajardi. Isitgich temperaturasi 500 K, sovutgichniki 300 K. Bir siklda sovutgichga berilgan issiqlik miqdorini aniqlang.
8. Dvigatel slindrida gazni qizdirish uchun 2 kg neft yonganda, gaz 36 MJ ish bajardi. Neftning solishtirma yonish issiqligi $4.3 \cdot 10^7$ J/kg. Dvigatelning FIK ni aniqlang.
9. Ideal issiqlik mashinasining ishchi moddasi bug' bo'lib, boshlang'ich temperaturasi 710 K vaqaytgan bug'ning temperaturasi 350 K. Agar bug' isitgichdan 1 minutda 142 kJ issiqlik miqdori olsa, Mashinaning foydali quvvatini aniqlang.

10. Issiqlik dvigatelining FIK 20%. Dvigatelni takomillashtirish natijasida isitgichdan olinadigan issiqlik miqdori o'garmagan holda, sovutgichga beriladigan issiqlik miqdorini 2 marta kamaytirishga erishildi. Dvigatelning yangi FIK ni aniqlang.

11. FIK 60% bo'lgan qandaydir ideal issiqlik mashinasi isitgichining temperaturasi 2 marta oshirildi, sovutgich temperaturasi esa 40 % kamaytirildi. Issiqlik mashinasi FIK ning yangi qiymatini hisoblang.

12. Karno siklining FIK 25%. FIK ni ikki marta oshirish uchun isitgich temperaturasi necha marta oshirish kerak (sovutgich temperaturasi o'zgartirmasdan)?

13. Motosiklchi 90 km/h tezlikda harakatlanganda 100 km yo'lga 3.3 l benzin sarflaydi. Bu harakatda dvigatel erishgan quvvat 7 kW. Dvigatelning bu harakatda FIK qanday? Benzinning zichligi 700 kg/m^3 , solishtirma yonish issiqligi 46 MJ/kg.

14. Avtomobil dvigatelining quvvati 44.2 kW. Slindirdagi gaz temperaturasi 1300 K, sovutuvchi suyuqlik temperaturasi 365 K bo'lsa, 72 km/h tezlikda harakatlanib 100 km yo'lga necha kg benzin sarflaydi? Benzinning solishtirma yonish issiqligi 46 MJ/kg.

7.4. Mustaqil ishlash uchun mantiqiy topshiriqlar

1-topshiriq. Nega issiqlik o'z-o'zidan issiq jismdan sovuq jismga o'tadi? Aksincha xodisa ro'y bermaydi?

2-topshiriq. Nega issiqlikni butunlay ishg'aylantirib bo'lmaydi?

3-topshiriq. Tabiatdagi hodisalar qaytuvchan va qaytmas jarayonlardan iborat bo'lib, qaytmas jarayonlar qanday o'rganiladi?

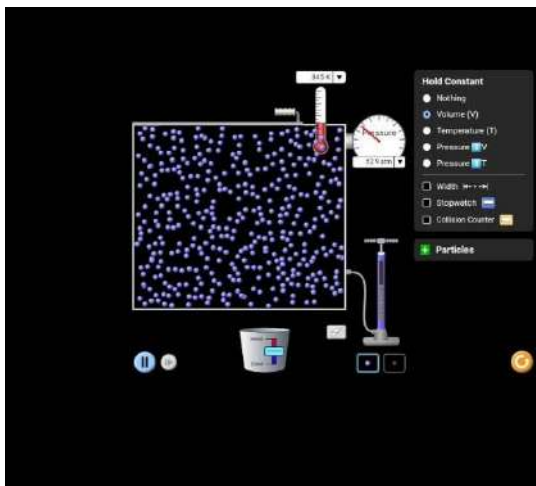
4-topshiriq. Molekulalarning uzluksiz, tartibsiz harakati bo'lgan ularni bir joydan boshqa ikkinchi bir joyga ko'chishi qanday ro'y beradi?

5-topshiriq. Moddalarda energiyasi katta bo'lgan joydan energiyasi kam bo'lgan joyga energiya ko'chishi nimaga olib keladi?

6-topshiriq. Moddalarni bir-biriga kirishib aralashib ketishi nega sodir bo'ladi?

7-topshiriq. Nega sistemani muvozanatli holatiga qaraganda nomuvozanatli holatini tavsiflash qiyinroq?

8-topshiriq.Quyidagi rasmda izoxorik jarayon keltirilgan. Agar biz temperaturani keskin oshirib borsak nima hodisa roy berishini tushuntiring.



9-topshiriq.Termodinamikaning birinchi qonunini izojarayonlarga tadbiqini moslab chiqing.

$dQ=dU + dA$	
Izoxorik jarayon	$dQ=0 \quad dA=-dU$
Izotermik jarayon	$dA=0 \quad dQ=dU$
Izobarik jarayon	$dU=0 \quad dQ=dA$
Adiabatik jarayon	$dQ=dU + dA$

10-topshiriq.Piyolagaissiqchoyni quyib kutib tursa tez soviydimi yoki shakar solib kutib tursa tez soviydimi?

ASOSIY FIZIK KATTALIKLAR

Kattalik nomlari	Belgilanishi	Son qiymati
Erkin tushish tezlanishi	g	$9,81 \text{ m/s}^2$
Tortishish doimiysi	γ	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{S}^2$
Avagadro soni	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Universal gaz doimiysi	R	$8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$
Bolsman doimiysi	K	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Elektron zaryadi	q	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ kl}$

Elektron massasi	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Faraday soni	F	$9,65 \cdot 10^7 \text{ kl/kg} \cdot \text{ekv}$
Elektr doimiysi	ε_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
Magnit doimiysi	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$
Yorug'likningvakuumdatarqalishtezligi	C	$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Stefan-Bolsman doimiysi	σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{grad}^4$
Plank doimiysi	h	$6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
VodorodatomiuchunRidbergdoimiysi	R	$1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
Birinchi Bor orbitasining diomiysi	r_1	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Massaning atom birligi	$m.a.b$	$1,666 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$
Neytronning massasi	m_n	$1,675 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$
α -zarraning massasi	m_α	$6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Vodorod atomining ionizasiyaenergiyasi	E_i	$13,6 \text{ eV}$

GREKCHA BELGILANISH

α	Alpha	ν	Nu
β	Beta	ξ	Ksi
γ	Gamma	$\omicron$	Omicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Epsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ	Theta	υ	Upsilon
ι	Iota	φ	Phi
κ	Kappa	χ	Chi
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

BA'ZI ASTRONOMIK KATTALIKLAR

Nomi	Son Qiymati
Yerning o'rtacha radiusi	$6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$
Yerning massasi	$6,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Quyosh radiusi	$6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$
Quyosh massasi	$1,97 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Oy radiusi	$1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$
Oy massasi	$7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
YermarkazidanQuyoshmarkazigachabo'lgano'rtachamasofa	$1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$
YermarkazidanOymarkazigachabo'lgano'rtachamasofa	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

BA'ZI GAZLARNING NORMAL SHAROITDA ZICHLIGI VA QOVUSHQOQLIGI

Gaz	Zichligi kg/m^3	Qovushqoqligi MKPA/s
Azot	1,25	17,0
Ammiak	0,77	9,35
Argon	1,78	21,20
Vodorod	0,09	8,52
Geliy	0,18	18,80
Karbonadangidrid	1,97	14,30
Kislород	1,43	19,80
Havo	1,29	17,10

GAZ MOLEKULALARINING EFFEKTIV DIAMETRI

Gaz	Diametri,nm
Azot	0,3
Argon	0,36
Vodorod	0,23
Geliy	0,2
Kripton	0,32
Karbonat angidrid	0,45
Kislorod	0,3
Neon	0,35
Simob	0,30
Xlor	0,54

T_k va R_k kritik qiymatlari

Modda	T _k , °K	P _k , atm	R _k , N/m ²
Suv bug'i	647	217	22,0
Karbonat angidrid	304	73	7,4
Kislorod	154	50	5,07
Argon	151	48	4,87
Azot	126	33,6	3,4
Vodorod	33	12,8	1,3
Geliy	5,2	2,25	0,23

BA'ZI BIR SUYUQLIKLARNING XOSSALARI

Suyuqlik	Zichlik kg/m ³	20 ⁰ S dagi solishtirma issiqlik sig'imi		20 ⁰ S dagi sirt taranglik koeffitsiyenti, N/m
		J/kg·grad	Kal/g·grad	
Benzol	880	1720	0,41	0,03
Suv	1000	4190	1	0,073
Gliserin	1200	2430	0,58	0,064
Kanakunjut moyi	900	1800	0,43	0,035
Kerosin	800	2140	0,051	0,03
Simob	13600	138	0,033	0,5
Spirt	790	2510	0,6	0,02

BA'ZI SUYUQLIKLARNING XOSSALARI

Suyuqlik	Qovushqoqlik (20 ⁰ Sda) 10 ⁻⁴ N·s/m
Benzol	6,3
Gliserin	14990
Kerosin	1800
Suv	10
Simob	1554
Spirt	11,9

BA'ZI BIR QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

Modda	Zichlik, kg/m ³	Erishtem perat. ⁰ C	Solishtirma issiqlig isig'imi		Erishsolisht irma issiqli gi, J/kg	Chiziqli issiqlik kengayishkoef fisiyenti grad ⁻¹
Alyuminiy	2600	659	896	0,214	$3,22 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^{-5}$
Temir	7900	1530	500	0,119	$2,72 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Jez	8400	900	386	0,092	-	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Muz	900	0	2100	0,5	$3,35 \cdot 10^5$	-
Mis	8600	1100	395	0,094	$1,76 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Qalay	7200	232	230	0,055	$5,86 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Platina	21400	1770	117	0,028	$1,13 \cdot 10^5$	$0,89 \cdot 10^{-5}$
Po'kak	200		2050	0,49	-	
Qo'rg'oshin	11300	327	126	0,03	$2,26 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^{-5}$
Kumush	10500	960	234	0,056	$8,8 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Po'lat	7700	1330	460	0,11	-	$1,06 \cdot 10^{-5}$
Rux	7000	420	391	0,093	$1,17 \cdot 10^5$	$2,9 \cdot 10^{-5}$

BA'ZIBIRQATTIQJISMLARNINGELASTIKLIKXOSSALARI

Modda	Mustahkamlik chegarasi N/m	Yung moduli N/m ²
Alyuminiy	$1,1 \cdot 10^8$	$6,9 \cdot 10^{10}$
Temir	$2,94 \cdot 10^8$	$19,6 \cdot 10^{10}$
Mis	$2,45 \cdot 10^8$	$11,8 \cdot 10^{10}$
Qo'rg'oshin	$0,2 \cdot 10^8$	$1,57 \cdot 10^{10}$
Kumush	$2,9 \cdot 10^8$	$7,4 \cdot 10^{10}$
Po'lat	$7,85 \cdot 10^8$	$21,6 \cdot 10^{10}$

**BA'ZI BIR QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIK
O'TKAZUVCHANLIGI (VT/M·GRAD)**

Alyuminiy	210
Temir	58,7
Eritilgankvars	1,37
Mis	390
Quruqqum	0,325
Po'kak	0,050
Kumush	460
Ebonit	0,174

**AYRIM O'TKAZGICHLARNING 0°S DAGI SOLISHTIRMA
QARSHILI (Om·m)**

O'tkazgich	Solishtirmaqarshilik
Alyuminiy	25,3
Grafit	390
Mis	17
Temir	87
Qo'rg'oshin	220
Simob	940
Nixrom	1000
Pulat	100

IONLARNING ELEKTROLITLARDAGI HARAKATCHANLIGI,
 $\text{m}^2/\text{V} \cdot \text{s}$

NO_3^-	$6,4 \cdot 10^{-8}$
H^+	$3,26 \cdot 10^{-7}$
K^+	$6,7 \cdot 10^{-8}$
Cl^-	$6,8 \cdot 10^{-8}$
Ag^+	$5,6 \cdot 10^{-8}$

IONLARNING GAZLARDAGI HARAKATCHANLIGI ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)

Gaz	Musbationlar	Manfiyionlar
Azot	1,27	1,81
Vodorod	5,90	8,60
Kislород	1,30	1,80
Havo	1,40	1,90
Xlor	6,50	5,0

ELEKTRONLARNING METALLARDAN CHIQISH ISHI

Metall	Chiqishishi	
	10^{-19} J	Ev
Volfram	7,20	4,5
Volfram-Seziy	2,56	1,6
Volfram-Toriy	4,21	2,63
Platina –Seziy	2,24	1,4
Platina	8,48	5,3
Kaliy	3,20	2,0
Kumush	7,58	4,74

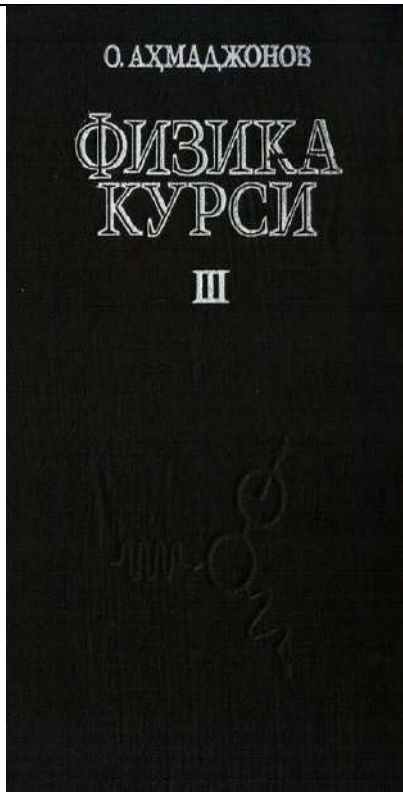
Litiy	3,84	2,4
Natriy	3,68	2,3
Seziy	3,04	1,9

MODDALARNING SINDIRISH KO'RSATKICHLARI

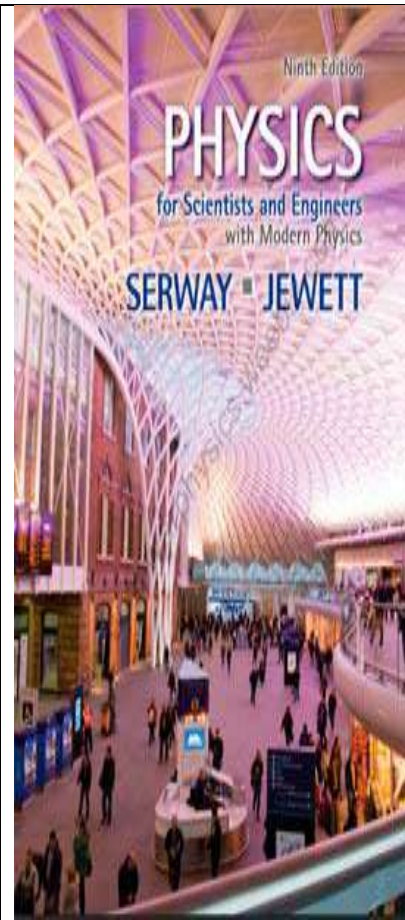
Muz	1,31
Olmos	2,42
Suv	1,33
Shisha	1,5-1,9
Gliserin	1,47

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

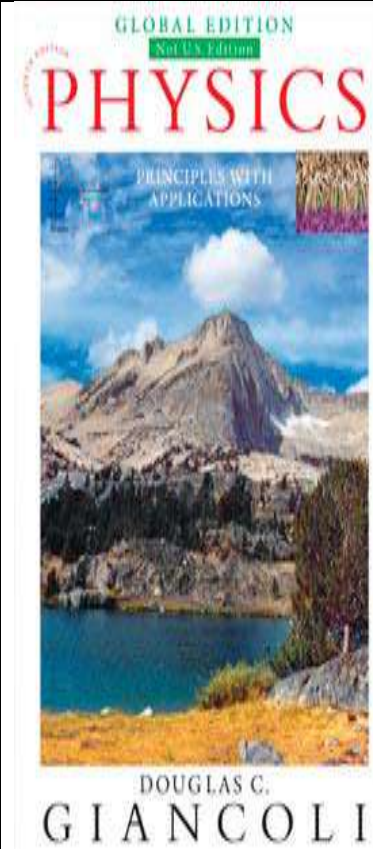
1. Chertov A., Vorobyov A. Fizikadan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma -T.: O'zbekiston, 1997	А. Г. Чертов, А. А. Воробьев ФИЗИКАДАН МАСАЛАЛАР ТЎПЛАМИ Русча қайта ишланган ва тўлдирилган бешинчи нашрдан таржимма Техника олийгоҳларининг талабалари учун ўқув қўлланмаси Тошкент «Ўзбекистон» 1997
2. Qodirov O., Boydedayev A. Fizikakursi. Qism-3: Kvantfizikasi – T: O'zbekiston, 2005	O. Qodirov, A. Boydedayev FIZIKA KURSI 3-qism Kvant fizika <i>O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida chop etishga tavsiya qilingan</i> Alisher Navoiy nomidagi O'zbekiston Milliy kutubxonasi nashriyoti Тошкент, 2005 йил

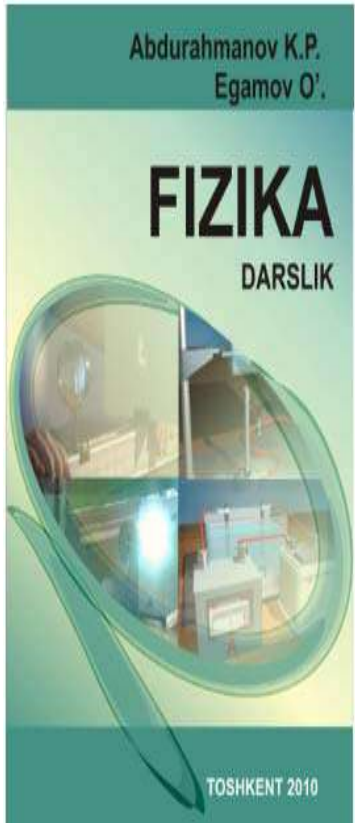
3. Axmadjonov O. Fizika kursi. Darslik, 1-3 q.-T., "O'qituvchi", 1999.	
4. Трефимова Т.И. Курс физики. Учебник. -М.: «Академия», 2006	

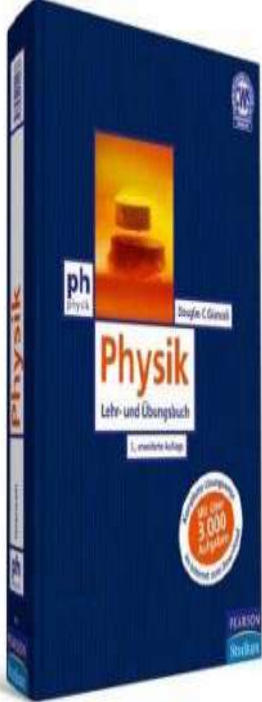
5. Raymond A. Serway, John W. Jewett .
Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Cengage Learning; 9th edition (January 17, 2013), Brooks/Cole 20
Channel Center Street Boston, MA 02210 USA.



6. Douglas C. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall; 6th edition
January 17, 2004 USA.



7. Детлаф А.А., Явориский Б.М., Курс физики. Учебник - Москва.: "Академия", 2009	ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ А.А.ДЕТЛАФ, Б.М.ЯВОРСКИЙ КУРС ФИЗИКИ <i>Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших технических учебных заведений</i> 8-е издание, стереотипное  Москва Издательский центр «Академия» 2009
8. Abduraxmonov K.P., Egamov O'. Fizika kursi. Darslik – Toshkent; 2010	
9. Sultanov N. Fizika kursi. Darslik, -T: Fan va texnologiya, 2007	

	O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI N.A.SULTANOV FIZIKA KURSI O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan oliy texnika o'quv yurtlari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan TOSHKENT – 2007
10.Douglas Ciancoli. Phusics a General Course. 2010 year.Chapter 1-43.	
Axbobrot manbalari	
1. www.gov.uz 2. www.lex.uz 3. www.ziyonet.uz	4. www.phys.ru 5. https://phet.colorado.edu u 6. https://vascak.ru

QAYDLAR UCHUN

Ilmiy nashr

G.N.MAJIDOVA, Q.B.UMAROV, M.G'.DADAMIRZAYEV

FIZIKADAN MASALALAR TO'PLAMI

(O'quv qo'llanma)

Mas'ul muharrir: S.Boydedayev

Muharrir: Adhamjon XOJIYEV

Dizayner: Marguba KURBANOVA

Musahhih: Munajat ATAXANOVA

Terishga berildi: 18.03.2024-yilda.

Bosishga ruxsat etildi: 28.03.2024-yilda.

Bichimi: 60x42 1/16. Hajmi: 14.5 bosma taboq.

Adadi: 100 nusxa. Bahosi kelishilgan narxda.

«SUNRISE-PRO», MAS'ULIYATI CHEKLANGAN JAMIYATI

8898



“FAZILAT ORGTEX SERVIS”

hususiy korxonasi bosmahonasida chop etildi.

Manzil: Namangan sh. Amir Temur ko'chasi 97 uy.

Tel: (+998) 91-346-44-43, (+998) 99-806-44-43