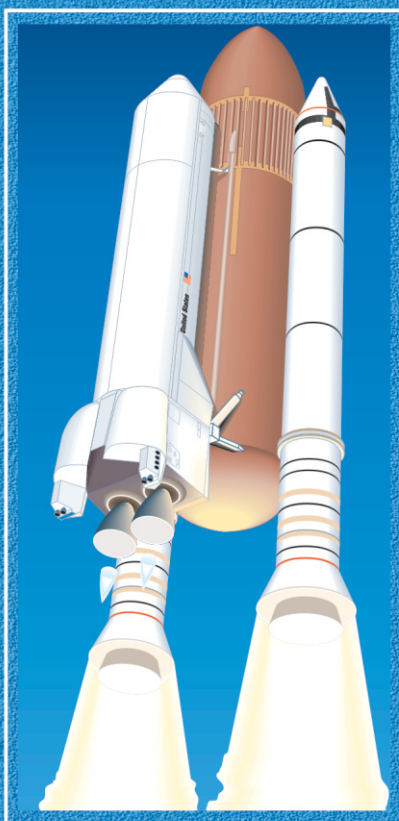


K. SUYAROV,
Sh. USMONOV,
J. USAROV

FIZIKA

MEXANIKA



1- kitob

**O'quvchilarga
yordamchi
qo'llanma**

K. SUYAROV, SH. USMONOV, J. USAROV

MEXANIKA

I- KITOB

*Maktab, akademik litsey o'quvchilari va
abituriyentlarga yordamchi qo'llanma*

TOSHKENT
“YANGI NASHR”
2016

UDK: 539.1 (075)

22.36

S-98

Respublika Ta'lim markazi huziridagi fizika fani yo'nalishidagi ilmiy metodik kengashning 2013- yil 27- sentabrdagi 3-sonli bayonnomasi bilan nashrga tavsiya etilgan.

Suyarov, K.

S-98

Mexanika: Maktab, akademik litsey o'quvchilari va abituriyentlarga yordamchi qo'llanma / K. Suyarov, Sh. Usmonov, J. Usarov; B. M. Mirzahmedov tahriri ostida. – T.: Yangi nashr, 2016. – 352 b.

Kitob 1. – 352 b.

ISBN-978-9943-22-203-8

I. Usmonov, Sh.

II. Usarov, J.

P. f. d., professor Botir Mirzaraximovich Mirzahmedov tahriri ostida

Taqrizchilar:

N. B. G'ofurov – p. f. n., TDPU professori

D. Po'latova – f. m. f. n., dotsent,

TDYU qoshidagi akademik litsey fizika o'qituvchisi

M. Rajabova – Toshkent shahar Shayxontohur tumani

34- maktab fizika o'qituvchisi

Ushbu qo'llanma oliy o'quv yurtlariga kiruvchi abituriyentlar, maktab, akademik litsey va kasb-hunar kollejlari o'quvchilari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan fizika o'qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

BBK 22.36

ISBN-978-9943-22-203-8

© “YANGI NASHR”, 2016

SO‘ZBOSHI

Ma'lumki keyingi yillarda oliy o'quv yurtlariga kirish uchun topshiriladigan sinovlarda fizika fanining nufuzi ancha ortdi. Jumladan ko'pgina oliy o'quv yurtlari yo'nalishlariga kirish uchun topshiriladigan test sinovlarida fizika fani birinchi blokka o'tkazildi. Birinchi blokda test topshiriqlarida har bir to'g'ri javob uchun 3,1 ball beriladi. Bundan tashqari o'ndan ortiq yo'nalishlariga kirish uchun topshiriladigan fan bloklariga fizika fani yangidan kiritildi. Shunga ko'ra oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun mazkur fanni o'zlashtirish muhim ahamiyatga egadir.

Umumiy o'rta ta'lim maktablarida har yili asosiy fanlardan "Bilimlar bellashuvi" o'tkaziladi. Barcha fanlar kabi fizika o'quv fanidan umumta'lim maktablarining 6-9 sinf o'quvchilari bilimlari bo'yicha bellashuvlarda qatnashadilar. Bellashuvlar to'rt bosqichda ya'ni maktab, tuman, viloyat va Respublika bosqichida qatnashadilar. Bellashuvlar masalalar yechish, test topshiriqlarini bajarish hamda laboratoriya ishlarini bajarishdan iborat.

Bundan tashqari, uzluksiz ta'lim tizimida akademik litsey va kasb-hunar kollejlari talabalari umumta'lim fanlari bo'yicha fan olimpiadalarida qatnashadilar. Olimpiada ham to'rt bosqichli bo'lib, oxirgi Respublika bosqichi ikki turda, masalalar yechish va test topshiriqlarini bajarishdan iborat. To'plash mumkin bo'lgan ballarning yetmish foizi test topshiriqlari orqali to'planadi. Sanab o'tilgan barcha yo'nalishlarda chuqur bilimga hamda puxta tayyorgarlikka ega bo'lgan o'quvchilar g'oliblik supasiga ko'tariladilar. Lekin, tayyorgarlik ko'rish uchun o'zbek tilida fizikaga oid adabiyotlar juda kam. Shuni hisobga olib, hurmatli o'quvchilarimiz va ularning murabbiylari uchun o'quv qo'llanma tayyorlandi. O'quv qo'llanma 4 kitobdan iborat bo'lib 1-kitob fizikaning mexanika bo'limiga, 2-kitob molekulyar fizika va termodinamika bo'limiga, 3-kitob elektr hodisalari bo'limiga, 4-kitob atom va yadro fizikasi bo'limiga bag'ishlangan. Qo'llanmada bo'limlarga tegishli barcha mavzularga doir asosiy nazariy material, masala yoki test topshirig'ini yechish namunasi hamda mustaqil shug'ullanish uchun materiallar keltirilgan. Qo'llanma oddiydan murakkabga qarab borish tamoyiliga asoslangan bo'lib, ta'limning barcha bosqichi o'quvchilari undan o'zlariga kerakli va qiziqtirgan materialni topadilar.

N.SH.Turdiev
Fizika-matematika fanlari nomzodi,dotsent

I-BOB

1. VEKTOR KATTALIKLAR VA ULAR USTIDA AMALLAR

Fizika, matematika, geometriya va astronomiya kabi fanlarni o'rganishda ikki xil kattaliklar bilan ishlashga to'g'ri keladi: o'zining son qiymati bilan aniqlanadigan kattaliklar va son qiymati bilan birgalikda yana o'zining yo'nalishi bilan aniqlanadigan kattaliklar.

**Faqat son qiymati bilan aniqlanadigan
kattaliklar skalyar kattaliklar deyiladi.**

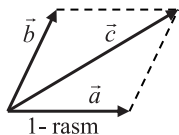
Masalan; uzunlik, yuza, hajm, vaqt, massa, energiya kabi kattaliklar skalyar kattaliklardir. Skalyar kattaliklarni qo'shish (yoki ayirish) oddiy arifmetik qo'shish (yoki ayirish) qoidasiga amal qiladi, ya'ni ularning son qiymatlari to'g'ridan-to'g'ri qo'shiladi (yoki ayriladi).

**Yo'nalishga ega bo'lgan va son qiymati bilan
aniqlanadigan kattaliklar vektor kattaliklar deyiladi.**

Masalan, tezlik, tezlanish, ko'chish, kuch, impuls, kuch momenti vektor kattalikga misoldir. Geometriya kursida vektor deyilganda yo'nalishga ega bo'lgan kesma tushuniladi.

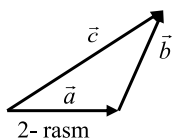
Vektor kattalikning son qiymatiga uning moduli deyiladi. Bu kattalikning moduli vektorning uzunligini bildiradi. Vektor kattalikning son qiymati (moduli) ham, yo'nalishi ham bir xil ahamiyatga ega. Agar vektor kattalikning faqat yo'nalishi o'zgargan holda ham, vektor kattalik o'zgaradi deyish o'rinli.

Vektor kattaliklar ustida matematik amallarni (qo'shish, ayirish, ko'paytirish) bajarish zaruriyati hayotiy masalalarni yechish jaroyonidan kelib chiqqan. Shuning uchun biz vektorlar ustida matematik amallarni bajarishni bilishimiz kerak. Vektor kattaliklarini qo'shish usullari bilan tanishamiz.



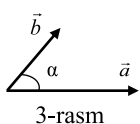
1- rasm

Parallelogramm qoidasi. Bu qoidaga ko'ra $\vec{a}$ va $\vec{b}$ vektorlarni uzunligi va yo'nalishini o'zgartirmasdan bir nuqtadan chiqadigan qilib joylashtiramiz (1-rasm). Shuni alohida ta'kidlash kerakki, vektorni tekislikda (yoki fazoda) o'z - o'ziga parallell ravishda bir joydan ikkinchi joyga ko'chirganimizda o'zgarmaydi. $\vec{a}$ vektorning uchidan $\vec{b}$ vektorga parallell qilib, $\vec{a}$ vektorning uchidan esa $\vec{b}$ vektorga parallell qilib to'g'ri chiziq kesmalarini o'tkazamiz va ularning kesishgan nuqtasini aniqlaymiz. Berilgan vektorlar va ularga parallell kesmalar parallelogrammni tashkil qiladi. Parallelogrammning (katta) diagonal $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ vektorni beradi. Vektorlarning yig'indisini bu usulda topish **parallelogramm qoidasiga** ko'ra qo'shish deyiladi.



2- rasm

Uchburchak qoidasi. Agar $\vec{a}$ vektorning oxiriga $\vec{b}$ vektorning uzunligi va yo'nalishini o'zgartirmagan holda qo'yib $\vec{a}$ vektorning boshi bilan $\vec{b}$ vektorning oxiri $\vec{c}$ vektor bilan birlashtirilsa, bu vektor yig'indi vektorni beradi (2-rasm). Vektorlarning yig'indisini bu usulda topish uchburchak qoidasiga ko'ra qo'shish deyiladi.



3-rasm

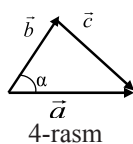
$\vec{a}$ va $\vec{b}$ vektorlari orasidagi burchak α ga teng bo'lsin (3-rasm). Ularning uchlarini birlashtiruvchi $\vec{c}$ vektorning son qiymati quyidagi formula yordamida topiladi:

$$|\vec{c}|^2 = |\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2 \cdot |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos \alpha$$

Xususiyl holda, agar $\vec{a}$ va $\vec{b}$ vektorlar o'zaro parallell,

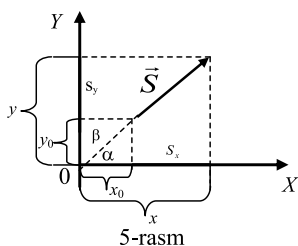
ya'ni $\alpha = 0^\circ$ bo'lsa, u holda $|\vec{c}| = |\vec{a}| + |\vec{b}|$ ga teng bo'ladi. Agar $\vec{a}$ va $\vec{b}$ vektorlar o'zaro perpendikulyar, ya'ni ular orasidagi burchak $\alpha = 90^\circ$ bo'lsa, u holda $|\vec{c}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2}$ ga teng bo'ladi.

Vektorlarni ayirish – qo'shishga teskari amal sifatida aniqlanadi. Vektorlarni bir-biridan ayirishning uchburchak qoidasida qarab chiqamiz. Buning uchun $\vec{a}$ va $\vec{b}$ vektorlarni uzunligi va yo'nalishini o'zgartirmasdan bir nuqtadan chiqadigan qilib joylashtiramiz (4-rasm).



Ayiriluvchi vektorning uchidan, kamayuvchi vektorning uchiga yo'nalgan vektor bilan tutashtiramiz. Hosil bo'lgan vektor bu ikki vektorning ayirmasi bo'ladi, ya'ni $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$

Vektorning o'qlardagi proyeksiyalarini topish uchun vektorning boshidan va oxiridan o'qlarga perpendikulyar kesmalar o'tkazish kerak bo'ladi (5-rasm).



$S_x - \vec{S}$ vektorning OX o'qdagi proyeksiyasi: $S_x = x - x_0$.

$S_y - \vec{S}$ vektorning OY o'qdagi proyeksiyasi: $S_y = y - y_0$.

$\vec{S}$ vektorning moduli vektorning koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari orqali quyidagicha topiladi:

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}$$

Agar $\vec{S}$ vektor OX o'qi bilan α burchak va OY o'qi bilan β burchak hosil qilsa uning o'qlardagi proyeksiyalari quyidagicha aniqlanadi:

$$S_x = S \cdot \cos\alpha, S_y = S \cdot \cos\beta$$

Agar $-\pi/2 < \alpha < \pi/2$ bo'lsa, $S_x > 0$ (musbat ishorada) va hamda $\pi/2 < \alpha < 3\pi/2$ bo'lsa, $S_x < 0$ (manfiy ishorada) bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Skalyar kattaliklar deb qanday kattaliklarga aytiladi? Misollar keltiring.

2. Vektor kattaliklar deb qanday kattaliklarga aytiladi? Misollar keltiring.

3. Vektor kattaliklarni qo'shishning parallelogramm va uchburchak usulini misollar yordamida tushuntiring.

4. Vektorlar qanday ayriladi?

5. Berilgan o'q yo'nalishida vektor proyeksiyasi qanday olinadi?

2. Mexanik harakat. Moddiy nuqta, trayektoriya, ko'chish, yo'l tushunchalari

Tabiatda hamma jismlar harakatda bo'ladi. Hatto Yer sirtida qo'zg'almay turgan jismlarni (daraxtlar, binolar, tog'lar va hakozo) kosmosdan turib kuzatilganda, ularning Yer bilan birgalikda harakat qilayotganligi ko'rinadi. Olamda sodir bo'layotgan har bir jarayon biror joy (fazo) da va biror paytda qachondir yuz beradi. Har bir jism har qanday paytda fazoda boshqa jismlarga nisbatan tayinli biror vaziyatni egallaydi. Agar jismning vaziyati vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, jism tinch turibdi deymiz. Agar jismning vaziyati vaqt o'tishi bilan o'zgarsa, bu jismning harakat qilayotganligini bildiradi.

Vaqt o'tishi bilan jismning fazodagi vaziyatining boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishiga *mexanik harakat* deyiladi.

Mexanikaning asosiy vazifasi harakatlanayotgan jismning istalgan paytdagi vaziyati (o'rni)ni aniqlashdan iborat. Mexanikaning asosiy masalasini yechish uchun jism harakat qilayotganda, ya'ni mexanik harakatni tavsiflaydigan kattaliklar orasidagi bog'lanishni aniqlash zarur. Bu kattaliklar orasidagi bog'lanishlarni o'rganadigan mexanikaning bo'limi **kinematika** deb ataladi. Kinematika bo'limida jism harakati vaqtga bog'liq o'rganilib, ammo bu harakatni yuzaga keltiruvchi sabablar o'rganilmaydi.

Jismning mexanik harakatini o'rganishda absolyut (mutloq) qattiq jism va moddiy nuqta kabi tushunchalaridan foydalaniladi.

Harakati o'rganilayotgan sharoitda jismning shakli va o'lchami o'zgarishsiz qolsa, bunday jism *absolyut qattiq jism* deb ataladi.

Har qanday jism ma'lum shakl va o'lchamga egadir. Ko'p hollarda harakat qilayotgan paytda jismning o'lchamlari hisobga olinmaydi. Masalan, Toshkentdan Samarqandga jo'nagan avtomobilning biror vaqt o'tgandan keyingi o'rnini aniqlashda mashinaning o'lchamini hisobga olinmasa bo'ladi. Chunki, mashinaning o'lchami uning shu vaqt davomida bosib o'tgan yo'lga nisbatan hisobga olinmas darajada kichik.

Harakati o'rganilayotgan jism o'lchamining kattaligi va shakli kuzatilayotgan sharoitda hech qanday ahamiyatga ega bo'lmasa, bunday jism *moddiy nuqta* deb aytiladi.

Yuqorida keltirgan misolimizdagi avtomobil harakatini moddiy nuqtaning harakati deb qarash mumkin.

Mexanik harakatning juda ko'p turlari uchraydi. Masalan, ilgarilanma harakat, aylanma harakat. Jismning hamma nuqtalari bir xil harakat qiladigan holdagi harakati ***ilgarilanma harakat*** deb ataladi. Ilgarilanma harakatda jismga farazan o'tkazilgan har qanday to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallelligicha qoladi. Agar jism ayni vaqtning o'zida aylanmasa, u ilgarilanma harakat qiladi deyish mumkin.

Jismning harakati davomida uning ikkita nuqtasini birlashtiruvchi to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallelligicha qoladigan harakat *ilgarilanma harakat* deyiladi.

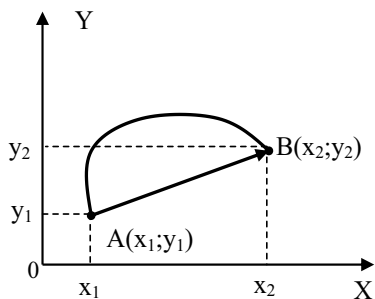
To'g'ri yo'lida ketayotgan mashinaning harakati ilgarilanma harakatga misol bo'ladi.

Moddiy nuqtaning harakatini o'rganishga yordam beradigan ba'zi kattaliklar (trayektoriya, ko'chish, yo'l kabi) bilan tanishamiz.

Moddiy nuqtaning mexanik harakati davomida bosib o'tgan nuqtalarining geometrik o'rniga *harakat trayektoriyasi* deyiladi.

Boshqacha aytganda, moddiy nuqtaning o'z harakati davomida qoldirgan izi trayektoriya deb ataladi. Mexanik harakat trayektoriyasining shakliga qarab: **to'g'ri chiziqli, egri chiziqli va aylanma harakat** kabi harakat turlariga bo'linadi.

Ko'chish. Faraz qilaylik, moddiy nuqta, koordinata tekisligida $A(x_1; y_1)$ nuqtadan $B(x_2; y_2)$ nuqtaga ko'chsin (6-rasm). AB egri chiziq moddiy nuqtaning harakat trayektoriyasidan iborat bo'ladi. A va B nuqtalarni tutashtiruvchi



6 – rasm

va B nuqtaga qarab yoʻnalgan AB toʻgʻri chiziq kesmasi esa moddiy nuqtaning koʻchishidan iboratdir. Geometriya kursidan maʼlumki, ikki nuqta orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$|AB| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning boshlangʻich va oxirgi vaziyatlarini tutashtiruvchi, yoʻnalishga ega boʻlgan toʻgʻri chiziq kesmasiga moddiy nuqta (yoki jism) ning koʻchishi deyiladi.

Koʻchish vektor kattalik boʻlib, $\vec{s}$ harfi bilan belgilanadi. Chizmadagi AB kesma uzunligi $\vec{s}$ koʻchish vektorining uzunligiga teng boʻladi. Egri chiziqli harakatlarda esa jismning koʻchishi, uning trayektoriyasidan farq qiladi.

Jism harakati davomida qoldirgan izi(trayektoriyasi) ning uzunligiga bosib oʻtgan yoʻli deyiladi.

Yoʻl skalyar kattalik boʻlib, u ham s harfi bilan belgilanadi. Jism faqat toʻgʻri chiziqli ilgarilanma harakatlangan-dagina uning koʻchishi trayektoriya chizigʻi bilan ustma-ust tushadi va koʻchishi bosib oʻtilgan yoʻlga son jihatdan teng boʻladi, yaʼni $|\vec{s}| = s$. Ammo egri chiziqli harakatda hami-sha koʻchishning moduli yoʻldan kichik boʻladi, yaʼni $|\vec{s}| < s$. Hatto koʻchish nolga teng boʻlsa, ham yoʻlning uzunligi juda katta boʻlishi mumkin. Masalan, avtokorxona navbatchisi ishni tugatib kelgan haydovchidan avtomashi-

nani qabul qilayotganida avtomashina yo‘l hisoblagichning ko‘rsatishi 150 km ga ortganligini yozib oldi. Bu yozuv nimanı bildiradi: bosib o‘tilgan yo‘lnımi yoki ko‘chish uzunligini? Spidometrdağı hisoblagichdağı ko‘rsatkichining ortishi uning yurgan yo‘l uzunligining $s = 150$ km ga teng ekanligini bildiradi. Avtomashinaning ko‘chishi esa $|\vec{s}| = 0$, chunki uning boshlang‘ich va oxirgi vaziyatlarining geometrik o‘rni bir nuqtaga tushadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Mexanik harakat tushunchasini ta’riflab unga misollar keltiring.

2. Moddiy nuqta deb nimaga aytiladi? Misollar keltiring.

3. Ilgarılanma harakat ded qanday harakatga aytiladi? Unga misollar keltiring.

4. Trayektoriya, ko‘chish va yo‘l tushunchalarining mohiyatini tushuntirib, ularni chizmada ko‘rsating.

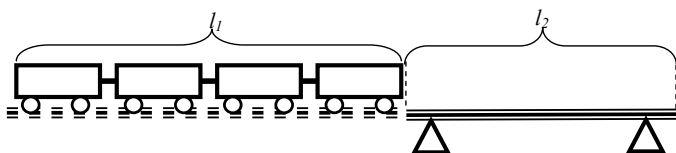
5. Ko‘chish nolga teng, ammo bosib o‘tilgan yo‘l nolga teng bo‘lmagan harakat bo‘lishi mumkinmi?

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Uzunligi 100 m ga teng bo‘lgan yo‘lovchi poyezd 80 m uzunlikdağı ko‘priktan o‘tdi. Bunda poyezdning bosib o‘tgan yo‘li nimaga teng?

Berilgan: $l_1 = 100\text{m}$, $l_2 = 80\text{m}$, $s = ?$

Yechish: Uzunligi l_1 bo‘lgan poyezd, uzunligi l_2 bo‘lgan ko‘priktan to‘liq o‘tishi uchun uning bosib o‘tgan yo‘li $s = l_1 + l_2$ ga teng bo‘lishi kerak



Demak, poyezd ko‘prikdan to‘liq o‘tishi uchun uning bosib o‘tgan yo‘li 180m ga teng bo‘lishi kerak. **Javob:** 180 m.

2. Sportchi uzunligi 400 m bo‘lgan yugurish yo‘lakchasini ikki marta aylanib chiqib, start berilgan joyga qaytib keldi. Bu harakatda sportchining bosib o‘tgan yo‘li va uning ko‘chish moduli nimaga teng?

Berilgan: $l = 400 \text{ m}$, $n = 2$, $s = ?$, $|\vec{s}| = ?$

Yechish: Sportchi uzunligi l bo‘lgan yugurish yo‘lakchasini n marta aylanib chiqqanligi uchun uning bosib o‘tgan yo‘li $s = n \cdot l = 2 \cdot l = 2 \cdot 400\text{m} = 800\text{m}$ ga teng. Ko‘chish tarifiga ko‘ra sportchining boshlang‘ich va oxirgi vaziyatlari ustma-ust tushmoqda. Shuning uchun uning ko‘chishining moduli $|\vec{s}| = 0$ ga teng bo‘ladi. **Javob:** $s = 800 \text{ m}$, $|\vec{s}| = 0$.

3. Biror jismning tekislikdagi harakati davomida koordinalari $A(6; 4)$ dan $B(9; 8)$ ga o‘zgardi. Ko‘chish modulini toping.

Berilgan: $x_1 = 6$, $x_2 = 9$, $y_1 = 4$, $y_2 = 8$, $|\vec{s}| = ?$

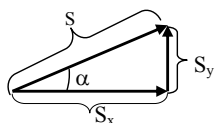
Yechish: Ko‘chish ta’rifiga va ikki nuqta orasidagi masofani hisoblash ifodasiga ko‘ra, ko‘chish vektorining moduli kelib chiqadi.

$$|\vec{s}| = |AB| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{(9 - 6)^2 + (8 - 4)^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

Javob: ko‘chish 5 uzunlik birligiga teng.

4. Jism gorizontga nisbatan 30° burchak ostida harakatlaniib, qiyalik bo'ylab 300 m yuqoriga ko'tarildi. Jismning gorizont va vertikal yo'nalishdagi ko'chishini aniqlang (m).

Berilgan: $\alpha = 30^\circ, S = 300 \text{ m}, S_x = ?, S_y = ?$



Yechish: Jismning gorizont yo'nalishdagi ko'chishi $S_x = S \cdot \cos \alpha = 300 \cdot \cos 30^\circ = 300 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 259,5 \text{ m}$.

Jismning vertikal yo'nalishdagi ko'chishi $S_y = S \cdot \sin \alpha = 300 \cdot \sin 30^\circ = 300 \cdot \frac{1}{2} = 150 \text{ m}$.

Javob: $S_x = 259,5 \text{ m}, S_y = 150 \text{ m}$.

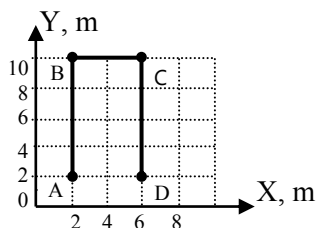
Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Sportchi suv havzasida 30m uzunlikdagi to'g'ri masofani ikki marta suzib o'tdi (bordi va qaytdi). Bunda uning suzgan yo'l uzunligi va ko'chish moduli nimaga teng? (60 m; 0)

2. Jism gorizontga nisbatan 30° burchak hosil qilgan qiyalikda 200 m yo'l bosdi. Jismning vertikal va gorizont yo'nalishdagi ko'chishini aniqlang. (100 m; 173 m)

3. Havo shari qandaydir balandlikka vertikal ko'tarilgach, shamol uni gorizont yo'nalishda 2000 m masofaga uchirib ketdi. Agar havo sharining ko'chishi 2,5 km bo'lsa, havo sharining o'tgan yo'lini aniqlang. (3,5 km)

4. Moddiy nuqtaning A nuqtadan D nuqtaga harakatlanishdagi $ABCD$ trayektoriyasi rasmda tasvirlangan. Nuqtaning bosib o'tgan yo'li va ko'chishi nimaga teng? (20 m; 4 m)



5. Boshlang'ich paytda jism koordinatalari $x_1 = -3 \text{ m}$, $y_1 = -5 \text{ m}$ bo'lgan nuqtada turgan edi. Jism koordinatalari $x_2 = 4 \text{ m}$ va $y_2 = 7 \text{ m}$ bo'lgan nuqtaga ko'chdi. Ko'chish vektorini chizing. Ko'chish vektorining X va Y o'qlardagi proyeksiyasini toping. Jismning ko'chish modulini toping. (7 m, 12 m, $\sqrt{193} \text{ m}$).

6. Koordinatalari $x_0 = -3 \text{ m}$ va $y_0 = -5 \text{ m}$ bo'lgan nuqtadan jism boshqa nuqtaga ko'chdi. Bunda ko'chish vektorining X va Y o'qlardagi proyeksiyasi 9 m va 12 m ga teng bo'ldi. Jismning oxirgi vaziyatining koordinatalarini toping. Ko'chish vektorini chizing. Ko'chish vektorining moduli nimaga teng?

$$(x = 6 \text{ m}, y = 7 \text{ m}, |\vec{s}| = 15 \text{ m})$$

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Jumlaning mazmuniga mos so'zni qo'yib gapni to'ldiring. Moddiy nuqtaning o'z harakati davomida qoldirgan izi... deb ataladi. 1) ko'chish; 2) trayektoriya; 3) yo'l.

A) 1; B) 2; C) 3; D) 1,2,3.

2. Jumlaning mazmuniga mos so'zni qo'yib gapni to'ldiring. Moddiy nuqtaning boshlang'ich vaziyati bilan oxirgi

vaziyatini tutashtiruvchi yoʻnalishga ega boʻlgan kesma-
ga... deb ataladi. 1) koʻchish; 2) trayektoriya; 3) yoʻl

A) 3; B) 1; C) 2; D) 1,2,3.

3. Jumlaning mazmuniga mos soʻzni qoʻyib gapni toʻldi-
ring. Moddiy nuqtaning oʻz harakati davomida qoldirgan
izining uzunligiga... deb ataladi. 1) koʻchish; 2) trayektori-
ya; 3) yoʻl

A) 1; B) 3; C) 2; D) 1, 3.

4. Jumlaning mazmuniga mos soʻzni qoʻyib gapni toʻldi-
ring. Jismning fazodagi vaziyatining boshqa jismlarga nis-
batan vaqt oʻtishi bilan oʻzgarishiga ... deyiladi.

A) mexanik harakat; B) trayektoriya;
C) bosib oʻtilgan yoʻl; D) koʻchish.

5. Jumlaning mazmuniga mos soʻzni qoʻyib gapni toʻldi-
ring. Harakati oʻrganilayotgan jismning oʻlchami va shak-
li kuzatilayotgan sharoitda hech qanday ahamiyatga ega
boʻlmasa, bunday jism ... deb aytiladi.

A) qattiq jism; B) moddiy nuqta;
C) elastik jism; D) qoʻzgʻalmas jism.

6. Poyezd Samarqanddan Toshkentga keldi. Bunda lo-
komotiv bosib oʻtgan yoʻl bilan oxirgi vagon bosib oʻtgan
yoʻl baravarmi? Ushbu masalada poyezdni moddiy nuqta
deb qarash mumkinmi?

A) ha; mumkin; B) yoʻq; mumkin emas;
C) yoʻq; mumkin; D) ha; mumkin emas.

7. Tennis koptogi 2,4 m balandlikdan yerga tushdi va
yerdan qaytib koʻtarilayotganda, 60 sm balandlikda tutib
olindi. Koptokning yoʻli va koʻchishini toping.

- A) 3 m; 60 sm; B) 3,7 m; 2,3 m;
C) 3,07 m; 2,03 m; D) 3 m; 1,8 m.

8. Velosipedchi to'g'ri yo'l bo'ylab g'arbga tomon 8 km yurdi, so'ngra sharqqa tomon yana 3 km yo'l yurdi. Velosipedchining yurgan yo'li – s (km) va ko'chish moduli – $|\vec{s}|$ (km) nimaga teng?

- A) $s = 11$; $|\vec{s}| = 5$; B) $s = 11$; $|\vec{s}| = 11$;
C) $s = 8$; $|\vec{s}| = 3$; D) $s = 5$; $|\vec{s}| = 3$.

9. Jism koordinatlari (4; -2) (m) bo'lgan nuqtadan koordinatlari (0; 1) (m) nuqtaga ko'chgan. Jismning ko'chish modulini toping (m).

- A) 5; B) 4; C) 3; D) 7.

10. Jism koordinatalari (-9; 4) bo'lgan joydan koordinatalari (3; -1) bo'lgan joyga o'tdi. Bunda jismning ko'chish vektorining OX va OY o'qlardagi proyeksiyalarini qanday bo'ladi?

- A) -12; 3 B) 12; 5 C) 12; -5 D) -6; 3.

11. Chana gorizont bilan 45° burchak hosil qilgan tepalikdan pastga tomon 100 m masofani bosib tushdi. Chananing vertikal va gorizonttal yo'nalishlardagi ko'chishini toping (m).

- A) 71;100; B) 71;71; C) 100;71; D) 50;50.

12. Avtomobil gorizontga nisbatan 30° burchak hosil qilgan qiyalikdan 2000 m ga ko'tarildi. Avtomobilning gorizonttal va vertikal yo'nalishdagi ko'chishini toping.

- A) 1730; 2000; B) 1730;1000;
C) 2000; 1730; D) 1000;1730.

13. Havo shari 1200 m balandlikka vertikal ko'tarilgach, shamol uni gorizontal yo'nalishda muayyan masofaga eltib bordi. Agar havo sharining ko'chishi 1300m bo'lsa, uning o'tgan yo'lini aniqlang.

A) 2500 m; B) 1500 m; C) 1700m; D) 1000 m.

14. Yugurish yo'lakchasi 80m radiusli aylanadan iborat. Yugurishni boshlagan bola aylananing $\frac{3}{4}$ qismini o'tganida uning ko'chishi nimaga teng (m)?

A) 112; B) 124; C) 156; D) 60.

3. SANOQ JISM VA SANOQ SISTEMASI

Har qanday jismning harakati boshqa bir jismga yoki bir-biriga nisbatan tinch turgan jismlar guruhiga nisbatan o'rganiladi. Aslida, tabiatda harakatsiz jismning o'zi yo'q. Bizning nazarimizda uylar, binolar, daraxt va hokazolar harakatsiz turgandek tuyuladi. Ammo bu jismlarning barchasi Yer bilan birgalikda Quyosh atrofida uzluksiz harakatda bo'ladi. Demak, barcha jismlarning harakati nisbiydir, ularning tinch turishi ham nisbiydir.

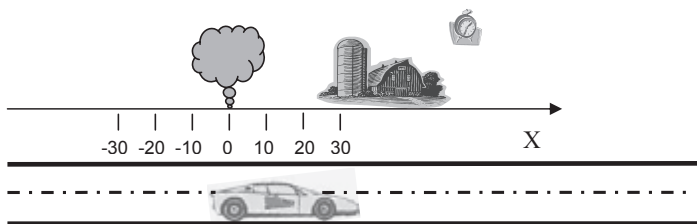
Biz yashab turgan uy, bekat, daraxt va minoralarni shartli ravishda harakatsiz deb qarash mumkin. Shartli ravishda harakatsiz deb qabul qilingan bu jismlarni **sanoq jism** deb ataymiz. Masalan, tramvayning harakatini ko'cha atrofidan bekat, uy, daraxt kabi qo'zg'almas jismlarga nisbatan kuzatish mumkin. Bunda jismning harakati o'rganilayotganda tanlab olingan bekat, uy, daraxt va boshqa qo'zg'almas jismlar sanoq jism sifatida qaraladi.

Shuningdek, jismlarning harakati o'rganishda uning sonlar o'qida, tekislikda va fazodagi o'rnini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Agar moddiy nuqta to'g'ri chiziq

bo‘ylab harakat qilayotgan bo‘lsa, uning o‘rni biror (masalan, OX) o‘qdagi koordinatasi bilan aniqlanadi. Moddiy nuqta tekislikda harakatlanayotgan bo‘lsa, uning o‘rni XOY tekislikning ikkita ya‘ni $(x;y)$ koordinatalari orqali aniqlanadi. Agar moddiy nuqta fazoda harakatlanayotgan bo‘lsa, uning fazodagi vaziyati uchta, ya‘ni $(x;y;z)$ koordinatalari orqali aniqlanadi.

Sanoq jism,unga biriktirilgan koordinatalar sistemi va vaqt o‘lchaydigan asbob birgalikda sanoq sistemasini tashkil etadi.

Har qanday harakat tanlab olingan sanoq sistemasiga nisbatan o‘rganiladi (7- rasm).



7-rasm

O‘zgarish nima? O‘zgarish deganda, masalan, biror fizik kattalikning bir qiymatining uning boshqa bir qiymati bilan almashinishi tushuniladi. Fizik kattalikning o‘zgarishi ham fizik kattalikdir. Buni nuqta koordinatlarining o‘zgariishi misolida qarab chiqamiz.

Nuqtaning kuzatish boshlangan payt ($t = 0$) dagi koordinatalari mos ravishda $(x_0; y_0; z_0)$ ga teng bo‘lsin. Biror t vaqtdan keyin jismning fazodagi vaziyati o‘zgarib uning koordinatalari $(x; y; z)$ ga teng bo‘lsin. Bu degan so‘z, harakat o‘rganilayotgan vaqt ichida jismning x koordinatasi $x-x_0$ kattalikka, y koordinatasi $y-y_0$ kattalikka, z koordi-

natasi $z-z_0$ kattalikka o'zgarganligini bildiradi. Binobarin, jism koordinatalarining o'zgarishi ularning oxirgi va boshlang'ich qiymatlarining ayirmasiga teng. Koordinatalarning bunday o'zgarish qoidasi barcha fizik kattaliklar uchun ham o'rinlidir. Kattaliklarning o'zgarishini Δ (grekcha «delta» harfi) belgisi bilan belgilash qabul qilingan. Masalan: $x-x_0 = \Delta x$; $y-y_0 = \Delta y$; $z-z_0 = \Delta z$

Nazorat uchun savollar

1. Sanoq jism deb nimaga aytiladi? U qanday tanladi?
2. Sanoq sistemasi deb nimaga aytiladi?
3. Moddiy nuqtaning tekislikdagi o'rni qanday aniqlanadi? Fazoda-chi?
4. Kattaliklarning o'zgarishi deganda nimani tushinasiz?

4. To'g'ri chiziqli tekis harakat va uning tezligi

Trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan harakat *to'g'ri chiziqli harakat* deyiladi. To'g'ri chiziqli harakat davomida jismning tezligi o'zgarishi mumkin, ammo tezligining yo'nalishi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi. Shuning uchun to'g'ri chiziqli harakatda ko'chish vektorining moduli bosib o'tilgan yo'lga tengdir, ya'ni $|\vec{s}| = s$.

Trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, teng vaqt oraliqlarida (bosib o'tgan yo'llari) ko'chishlari o'zaro teng bo'lgan harakat *to'g'ri chiziqli tekis harakat* deyiladi.

Jismning tekis harakat tezligi uning bosib o'tgan yo'li (ko'chishi) ni shu yo'lni bosib o'tishi uchun ketgan vaqtga nisbati bilan o'lchanadi. Agar jism t vaqt ichida s yo'lni bosib o'tgan bo'lsa, uning harakat tezligi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$v = \frac{s}{t} \text{ yoki } \vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} \quad (1)$$

Xalqaro birliklar sistemasi (XBS) da tezlik birligi qilib 1 m/s qabul qilingan. 1 m/s to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan jismning shunday tezligiki, bunda jism 1 s ichida 1 m yo'l bosib o'tadi. Amalda tezlikning boshqa birliklari ham qo'llaniladi, masalan 1 sm/s, 1 km/soat. Tezlikning bu birliklari orasida quyidagi munosabat mavjud:

$$1 \frac{sm}{s} = \frac{10^{-2} m}{s} = 1 \cdot 10^{-2} \frac{m}{s} \quad \text{va} \quad 1 \frac{km}{soat} = \frac{10^3 m}{3600s} = \frac{10}{36} \frac{m}{s}$$

Tekis harakat tezligi ma'lum bo'lsa, t vaqt davomida bosib o'tgan yo'li (1) formulaga ko'ra quyidagicha aniqlanadi:

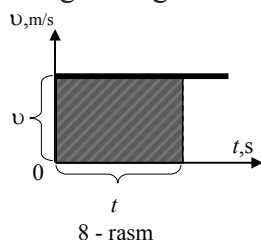
$$s = v \cdot t \quad (2)$$

(2) formula tekis harakatdagi yo'l tenglamasi deyiladi. To'g'ri chiziqli tekis harakatda jismning bosib o'tgan yo'li harakat vaqtiga to'g'ri mutanosibdir.

Tezlik va vaqt koordinatalari tekisligida tezlik bilan vaqt orasidagi bog'lanishni ifodalovchi chiziq tezlik grafigi deyiladi.

Tezlik grafigini hosil qilish uchun absissa o'qiga tanlangan biror masshtabda vaqtning qiymatlari, ordinata o'qiga esa tezlikning qiymati qo'yilib hosil bo'lgan nuqtalar tutashtiriladi va tezlik grafigi hosil qilinadi. 8-rasmda tekis

harakatdagi tezlik grafigi tasvirlangan. Grafikdan ko‘rinadiki tekis harakatda tezlik grafigi abssissa o‘qiga parallell bo‘lgan to‘g‘ri chiziqdan iborat.



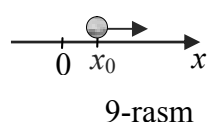
Tezlik grafigidan jism tezligi va jismning bosib o‘tgan yo‘lini aniqlash mumkin. Tezlikning vaqtga bog‘lanish grafigidan hosil bo‘lgan shaklning yuzasi son jihatdan jismning bosib o‘tgan yo‘liga teng. Shu jumladan, to‘g‘ri chiziqli tekis harakatda tezlik grafigining vaqt o‘qi bilan chegaralagan shakli to‘g‘ri to‘rtburchakdan iborat bo‘ladi (8-rasm).

$$S_{yuz} = v \cdot t \quad (3)$$

Shuningdek, (2) va (3) ifodalarning o‘ng tomonlari o‘zaro teng bo‘lganligi uchun: $S_{yuz} = s_{yo'l}$ bo‘ladi.

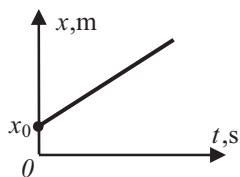
Demak, to‘g‘ri chiziqli tekis harakatda bosib o‘tilgan yo‘l son jihatdan tezlik bilan vaqt orasidagi bog‘lanishni ifodalovchi chiziqli hamda abssissa va ordinata o‘qlari bilan chegaralangan shaklning yuzasiga teng ekan.

Moddiy nuqta to‘g‘ri chiziqli bo‘ylab harakatlanganda, uning o‘rnini shu to‘g‘ri chiziqli bo‘ylab o‘tkazilgan koordinata orqali aniqlash qulay.



Misol uchun, jism tanlangan koordinata o‘qining boshiga nisbatan joylashgan x_0 nuqtadan v tezlik bilan, x o‘qi yo‘nalishida tekis harakatlanayotgan bo‘lsin (9-rasm). U holda jismning t vaqtdan keyingi koordinatasi quyidagicha aniqlanadi:

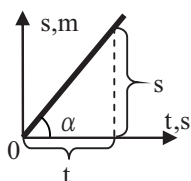
$$x = x_0 + s = x_0 + vt \quad (4)$$



10- rasm

(4) - tenglamaga, to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan jismning koordinatasining vaqtga bog'lanishini ifodalovchi harakat tenglamasi deyiladi. To'g'ri chiziqli tekis harakatda jism koordinatasining vaqtga bog'lanish grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, bu grafik 10-rasm-
da tasvirlangan. (4) tenglamaga asosan t vaqt davomida jismning bosib o'tgan yo'li quyidagi tenglama asosida hisoblanadi:

$$s = x - x_0 \quad (5)$$



11- rasm

To'g'ri chiziqli tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l bilan vaqt orasidagi $s = s(t)$ bog'lanishni ifodalovchi chiziq yo'l grafigi deyiladi.

11-rasm-
da to'g'ri chiziqli tekis harakat uchun yo'l grafigi keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki yo'l grafigi vaqt o'qi bilan α burchak hosil qilgan. Bu α burchak tangensining son qiymati, $\operatorname{tg} \alpha = s / t$ ifodadan **$\operatorname{tg} \alpha = v$** ekanligi kelib chiqadi. Tekis harakat yo'l grafigidan uning geometrik ma'nosi kelib chiqadi: tezlik son jihatdan yo'l bilan vaqt orasidagi bog'lanishni ifodalovchi to'g'ri chiziqning absissa o'qi bilan hosil qilgan burchak tangensiga teng ekan.

Nazorat uchun savollar

1. Qanday harakatga to'g'ri chiziqli harakat deyiladi?
2. Tekis harakatning tezligi deb nimaga aytiladi?
3. Tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l qanday aniqlanadi?

4. Tekis harakatning tezlik grafigini chizib, undan yo‘l formulasini keltirib chiqaring.

5. Tekis harakatning tezlik va yo‘l grafigi asosida tezlik va yo‘lning geometrik ma‘nosini tushuntiring.

6. Qanday harakatda ko‘chishning moduli bosib o‘tilgan yo‘lga teng bo‘ladi?

7. To‘g‘ri chiziqli tekis harakatda trayektoriya ning istalgan nuqtasidagi tezlik vektori qanday yo‘nalgan?

Mavzuga doir masalalar yechish

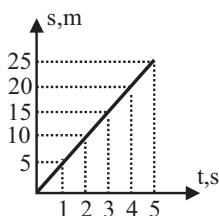
1. Bola tekis harakatlanib 600 m yo‘lni 5 minutda bosib o‘tgan bo‘lsa, uning tezligi qanday bo‘lgan?

Berilgan: $s = 600\text{m}$, $t = 5\text{min} = 300\text{s}$, $v = ?$

Yechish: to‘g‘ri chiziqli tekis harakatda tezlikni hisoblash formulasiga ko‘ra

$$v = \frac{s}{t} = \frac{600\text{m}}{300\text{s}} = 2\text{m/s} . \text{ **Javob: } 2\text{ m/s.}**$$

2. Chizmada jism bosib o‘tgan yo‘lning vaqtga bog‘lanish grafigi keltirilgan. Jismning tezligini aniqlang.



Yechish: chizmadan ko‘rinib turibdiki, jismning teng vaqtlar ichida bosib o‘tgan yo‘llari ham teng bo‘lib, grafik to‘g‘ri chiziqli tekis harakatni tavsiflayapti. Demak, to‘g‘ri chiziqli tekis harakat tezlik formulasiga ko‘ra, jismning tezligini quyidagicha hisoblaymiz:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{25\text{m}}{5\text{s}} = 5\text{m/s}$$

Javob: 5 m/s.

3. Moddiy nuqta XOY tekislikda koordinatalari A(5;4) m bo'lgan nuqtadan koordinatalari B(9;8) m bo'lgan nuqtaga o'z vaziyatini $\sqrt{2} s$ da o'zgartirdi. Tezlik vektorining modulini toping.

Berilgan: $x_1 = 5m; x_2 = 9m; y_1 = 4m; y_2 = 8m; |\vec{v}| = ?$

Yechish: ikki nuqta orasidagi masofani hisoblash ifodasiga ko'ra, ko'chish modulining qiymati

$$|\vec{S}| = |AB| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \\ = \sqrt{(9 - 5)^2 + (8 - 4)^2} = \sqrt{4^2 + 4^2} = \sqrt{32} = 4\sqrt{2}m \text{ ga tengligi kelib chiqadi. Moddiy nuqtaning tezligini esa quyidagicha hisoblaymiz: } |\vec{v}| = \frac{|\vec{S}|}{t} = \frac{4\sqrt{2}m}{\sqrt{2}s} = 4m/s.$$

Javob: moddiy nuqta tezlik vektorining moduli 4 m/s ga teng.

4. Ikki jismning harakat qonunlari tinch turgan sanoq sistemasida nisbatan $x_1 = 30 + t$ (m) va $x_2 = 90 - 0,5t$ (m) ko'rinishda berilgan bo'lsa, ularning uchrashish vaqti va joyi qanday?

Berilgan: $x_1 = 30 + t; x_2 = 90 - 0,5t; x = ?, t = ?$

Yechish: birinchi jismning harakat tenglamasiga ko'ra jism tanlanilgan sanoq jismdan uzoqlashmoqda, ikkinchi jism esa tanlanilgan sanoq jismga yaqinlashmoqda. Bu ikki jism uchrashishi uchun ularning koordinatalari o'zaro teng bo'lishi kerak, ya'ni $x_1 = x_2 \Rightarrow 30 + t = 90 - 0,5t \Rightarrow 1,5t = 60 \Rightarrow t = 40$ s. Demak jismlar 40 s dan keyin uchrashadi. Jismlarning uchrashish nuqtasining koordinatasini aniqlash uchun tenglamalarning biriga vaqtning topilgan qiymatini qo'yib hisoblaymiz, ya'ni $x_1 = 30 + t = 30 + 40 = 70m$

Javob: jismlar 40 s dan so'ng, koordinatalar boshidan 70 m masofada uchrashadilar.

5. Avtomobil 105 km/soat tezlik bilan 1,8 soat harakatlanib, marraga yetib kelganda, hisoblagich 8416 km ni ko'rsatdi. Hisoblagichning dastlabki ko'rsatkichini aniqlang.

Berilgan: $v = 105$ km/soat; $t = 1,8$ soat; $s_2 = 8416$ km; $s_1 = ?$

Yechish: spidometrning dastlabki ko'rsatkichini topish uchun avtomobilning 1,8 soat ichida bosib o'tgan yo'lini hisoblab $s = v \cdot t = 105 \cdot 1,8 = 189$ km, hisoblagich ko'rsatkichidan ayirish kerak, ya'ni $s_1 = s_2 - s = (8416 - 189)$ km = 8227 km.

Javob: hisoblagichning dastlabki ko'rsatkichi 8227 km bo'lgan.

6. Moddiy nuqtaning berilgan sanoq sistemasidagi harakati ushbu $x = 3 + 4t$ va $y = 2 + 3t$ tenglamalar bilan berilgan. Harakatning trayektoriy tenglamasini yozing. Moddiy nuqtaning tezligini aniqlang. Moddiy nuqtaning harakat yo'nalishi OX o'qi bilan qanday burchak tashkil qiladi?

Berilgan: $x = 3 + 4t$; $y = 2 + 3t$; $y = y(x)$ -? $v = ?$ $\alpha = ?$

Yechish: Berilgan harakat tenglamalariga ko'ra jism XOY tekisligida harakatlanmoqda. Avvalo koordinata tenglamalarini birgalida yechib, ya'ni ulardagi vaqt kattaligini yo'qotib jism harakat trayektoriyasining tenglamasini topamiz:

$$y = 2 + \frac{3x - 9}{4} = 0,75x - \frac{1}{4}$$

Harakat tenglamalari asosida jism tezligining koordinata o'qlaridagi proyeksiyalarini aniqlaymiz: $v_x = 4$ m/s, $v_y = 3$ m/s. Jismning tezligi $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$ m/s

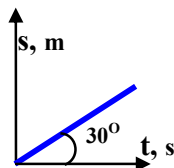
Tezlikning koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari asosida teslik vektorining modulini, hamda jism harakatining OX o'qi bilan tashkil qilgan burchagini hisoblaymiz: $\operatorname{tg} \alpha = v_y / v_x = 3/4 = 0,75$ ya'ni $\alpha = \operatorname{arctg}(0,75)$

Javob: moddiy nuqtaning harakat yo'nalishi OX o'qi bilan hosil qilgan burchagi $\alpha = \operatorname{arctg}(0,75)$ ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Piyodaning tezligi 5,4 km/soat. Undan yarim soat keyin yo'lga chiqqan velosipedchi piyodani chorak soatdan so'ng quvib yetishi uchun qanday tezlik bilan harakatlaniishi kerak? (4,5 m/s)

2. Quyidagi grafikdan foydalanib jismning harakat tezligini aniqlanig. ($\frac{1}{\sqrt{3}} m/s$)



3. Moddiy nuqtaning harakatlanish tenglamalari $x = 5 + 2t$ va $y = 3 + 6t$ ko'rinishida berilgan. $y = y(x)$ trayektoriyaning tenglamasini yozing. ($y(x) = 3x - 12$)

4. Moddiy nuqtaning harakatlanish tenglamalari $x = 2 + 4t$ (m) va $y = 3 + 3t$ (m) ko'rinishida berilgan. Moddiy nuqtaning harakat tezligini toping. (5 m/s)

5. Moddiy nuqtaning harakatlanish tenglamalari $x = 6 + 3t$ va $y = 2 + \sqrt{3}t$ ko'rinishida berilgan. Moddiy nuqtaning harakat yo'nalishi OX o'qi bilan qanday burchak tashkil qiladi? (30°)

6. Mexanik harakat tenglamalari $x_1 = 30 - 3t$ va $x_2 = 9 + 4t$ bo'lgan moddiy nuqtalar qancha vaqtdan keyin uchrashadi? (3 s)

7. Moddiy nuqta XOY tekisligida $x = t + 1$ va $y = 1 - 0,5t$ tenglamalarga muvofiq harakatlanmoqda. Moddiy nuqta OX o'qini koordinata boshidan qanday masofada kesib o'tadi? (3 m)

8. Samolyot gorizontga 30^0 burchak ostida 80m/s tezlik bilan to'g'ri chiziqli tekis harakatlanib 500 m balandlikdan pasaymoqda. OX o'qi samolyot harakatlanayotgan tomonga gorizontali yo'nalgan, OY o'qi esa yoqoriga tik yo'nalgan deb hisoblab, uning harakat trayektoriyasining tenglamasini yozing. ($y = 500 - x / \sqrt{3}$)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Jumlaning mazmuniga mos so'zni qo'yib gapni to'ldiring. Trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan harakatga deyiladi.

- A) aylana bo'ylab harakat B) to'g'ri chiziqli harakat
C) egri chiziqli harakat D) tekis harakat

2. Jumlaning mazmuniga mos so'zni qo'yib gapni to'ldiring. Trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, ixtiyoriy teng vaqt oraliqlarida ko'chishlari o'zaro teng bo'lgan harakatga deyiladi.

- A) aylana bo'ylab tekis harakat
B) to'g'ri chiziqli tekis harakat
C) egri chiziqli harakat
D) ilgarilanma harakat

3. Jumlaning mazmuniga mos so'zni qo'yib gapni to'ldiring. Vaqt birligi ichida jismni bosib o'tgan yo'lga son jihatdan teng bo'lgan kattalikka..... deyiladi.

- A) ko'chish B) bosib o'tilgan yo'l
C) tezlik D) traektoriya uzunligi

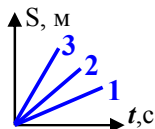
4. 43,2 km/soat necha m/s bo'ladi?

- A) 12 B) 6 C) 18 D) 8

5. Jismning 15 m/s tezligini km/soat ga o'tkazing.

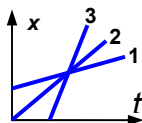
A) 60 B) 54 C) 15 D) 45

6. Uchta moddiy nuqta bosib o'tgan yo'lining sarflangan vaqtga bog'lanish grafigi berilgan. Qaysi bir moddiy nuqtaning tezligi katta?



A) 1 B) 2 C) 3 D) hammasi bir xil

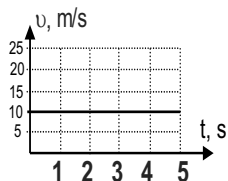
7. Rasmda uchta moddiy nuqtaning harakat graflari berilgan. Ularning tezliklari haqida nima deyish mumkin?



A) $v_1 < v_2 < v_3$ B) $v_1 > v_2 > v_3$
C) $v_1 = v_2 = v_3$ D) $v_1 = v_2 > v_3$

8. Grafikdan foydalanib, harakat boshlangandan 5 s o'tgandan keyingi jism tezligini toping (m/s).

A) 50 B) 25 C) 10 D) 0



9. Velosipedchi A punktdan 22,4 km uzoqlashgach, tezligi velosipedchikidan 8 marta katta tezlik bilan motosiklchi yo'lga chiqdi. Agar ular B punktga bir paytda kirib borgan bo'lsa, punktlar orasidagi masofa (km) qancha bo'lgan?

A) 30 B) 25,6 C) 31,2 D) 30,4

10. Gorizont bilan 30° burchak hosil qilgan qiyalikda jism yuqoriga 15 m/s tezlik bilan ko'tarilmoqda. Jismning vertikal yo'nalishdagi tezligi qanday (m/s)?

A) 7,5 B) 10 C) 6 D) 5,5

11. Moddiy nuqtaning harakatlanish tenglamalari $x = 6 + 5t$ va $y = 8 + 12t$ ko'rinishida berilgan. Moddiy nuqtaning harakat tezligini toping (m/s).

A) 13 B) 10 C) 17 D) 14

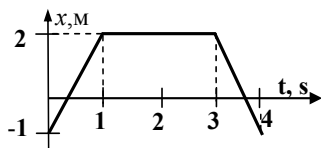
12. Agar ikki jismiing harakati tenglamalari mos ravishda $x_1 = 120 - 2t$ va $x_2 = 3t$ kabi yozilsa, ularning uchrashuv joyi va vaqti aniqlansin.

- A) koordinatalar boshidan 60 m masofada, 30 s dan so'ng
- B) koordinatalar boshidan 5 m masofada, 10 s dan so'ng
- C) koordinatalar boshidan 72 m masofada, 24 s dan so'ng
- D) koordinatalar boshidan 114 m masofada, 18 s dan so'ng

13. Harakat tenglamalari $x_1 = -3 + 6t$, va $x_2 = 2t$ kabi bo'lgan jismlarning $3t$ vaqt davomida topib o'tgan yo'llarini taqqoslang.

- A) $s_1 = s_2$ B) $s_1 = 3s_2$ C) $2s_1 = s_2$ D) $s_1 = 4s_2$

14. Chizmada jism koordinatasining vaqtga bog'lanish grafigi keltirilgan. Jism qancha vaqt (s) davomida harakatda bo'lgan?



- A) 2; B) 4; C) 1; D) 15.

15. Harakat tenglamalari $x_1 = 12 + 12t$ hamda $x_2 = 10t$ bo'lgan avtomobillar koordinatlar boshidan qanday masofada uchrashadi?

- A) 100 B) 500 C) 1000 D) Ular uchrashmaydilar.

16. Harakatlanayotgan jism koordinatasi $x = 9 + 4,5t$ qonun bilan berilgan. Bu qanday harakatni ifodalaydi?

- A) to'g'ri chiziqli tekis harakatni
- B) to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatni
- C) aylana bo'ylab harakatni
- D) to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatni

17. 90 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan motosiklchi 54 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan ikkinchi motosiklni quvib ketmoqda. Ular orasidagi masofa 3600m

bo'lgan vaqtdan boshlab qancha vaqtdan so'ng birinchi motosiklchi ikkinchisiga etib oladi (minut)?

A) 9 B) 6 C) 10 D) 12

18. Samolyot gorizontga 30° burchak ostida 360 km/soat tezlik bilan to'g'ri chiziqli tekis harakatlanib 600 m balandlikdan pasaymoqda. OX o'qi samolyot harakatlanayotgan tomonga gorizonttal yo'nalgan, OY o'qi esa yoqoriga tik yo'nalgan deb hisoblab, samolyotning koordinata tenglamalari $x(t)$ va $y(t)$ larni yozing.

A) $x = 50 \cdot \sqrt{3} \cdot t$, $y = 600 - 50 \cdot t$

B) $x = 10 \cdot \sqrt{3} \cdot t$, $y = 600 - 50 \cdot t$

C) $x = 50 \cdot t$, $y = 600 - 50 \cdot \sqrt{3} \cdot t$

D) $x = 600 + 10\sqrt{3} \cdot t$, $y = 50 \cdot t$

5. Tezliklarni qo'shish

Ba'zan jism harakati bir nechta harakatlarning yig'indisidan iborat bo'lishi mumkin. Jism bir vaqtning o'zida bir nechta harakatda qatnashayotganda natijaviy harakatni tavsiflovchi kattaliklarni (ko'chish, tezlik, yo'l) aniqlashga **harakatlarni qo'shish** deyiladi.

Bir tomonga yo'nalgan bir nechta harakatdan iborat bo'lgan murakkab harakatda bosib o'tilgan (natijalovchi harakatning) yo'l quyidagicha aniqlanadi:

$$s = s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_n \quad (1)$$

Agar yo'nalishlari turlicha bo'lsa, ko'chish quyidagicha aniqlanadi:

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2 + \vec{s}_3 + \dots + \vec{s}_n. \quad (2)$$

Harakatni tashkil etgan harakatlar tekis harakatlardan iborat bo'lsa, natijaviy harakat tekis harakatdan iborat bo'ladi va natijaviy harakat yo'li vaqtga to'g'ri mutanosib ravishda o'sadi.

Natijaviy harakat tezligini hisoblab chiqarish uchun (2) ifodaning har bir hadini to'la harakat vaqtiga bo'lamiz:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1}{t} + \frac{\vec{s}_2}{t} + \frac{\vec{s}_3}{t} + \dots + \frac{\vec{s}_n}{t}. \quad (3)$$

Bunda $\vec{v}_1 = \frac{\vec{s}_1}{t}$, $\vec{v}_2 = \frac{\vec{s}_2}{t}$, $\vec{v}_3 = \frac{\vec{s}_3}{t}$, ..., $\vec{v}_n = \frac{\vec{s}_n}{t}$ – tashkil etuvchi harakatlar tezliklari ekanligini inobatga olsak quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \dots + \vec{v}_n. \quad (4)$$

Natijalovchi harakatning tezligi tashkil etuvchi harakatlar tezliklarining vektor (geometrik) yig'indisiga teng.

(4) ifoda **tezliklarni qo'shishning klassik qonunini** ifodalaydi.

Harakatlarni qo'shishni quyidagi misolda qarab chiqamiz: motorli qayiq suvga nisbatan $v_1 = 15 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin. Suv esa qirg'oqqa nisbatan $v_2 = 3 \text{ m/s}$ tezlik bilan oqmoqda. Motorli qayiq $t = 5 \text{ s}$ ichida oqim bo'yicha va oqimga qarshi qancha yo'l bosib o'tadi.

I hol. Motorli qayiq oqim bo'yicha harakatlanayotgan bo'lsin. Motorli qayiqning t vaqt ichida o'tgan yo'li

$$s_1 = v_1 \cdot t = 15 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 75 \text{ m}.$$

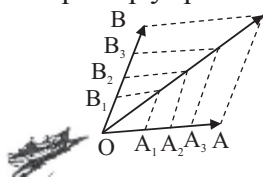
Motorli qayiqning suv oqimi ta'sirida yurgan yo'li

$s_2 = v_2 \cdot t = 3 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 15 \text{ m}$. Motorli qayiq suv oqimi bo'ylab harakatlanganda $s = s_1 + s_2 = 90 \text{ m}$ yo'l bosib o'tadi. Ayni paytda motorli qayiq suv oqimi bo'ylab $v = v_1 + v_2 = 15 \text{ m/s} + 3 \text{ m/s} = 18 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanadi.

II hol. Motorli qayiq oqimga qarshi harakatlanayotgan bo'lsin va oqimga qarshi $t = 5 \text{ s}$ ichida $s_1 = v_1 t = 75 \text{ m}$ yo'l bosib o'tadi, ammo oqim shu vaqt ichida qayiqni $s_2 = v_2 t = 15 \text{ m}$ orqaga qarab siljitadi. U holda qayiqning bosib o'tgan yo'li $s = s_1 - s_2 = 60 \text{ m}$ ga teng bo'ladi. Ayni paytda oqimga qarshi harakatlanayotgan motorli qayiqning tezligi $v = v_1 - v_2 = 12 \text{ m/s}$ ga tengdir.

Ayrim hollarda jism harakati o'zaro burchak hosil qilgan bir nechta harakatning qo'shilishidan hosil bo'lgan harakatdan iborat bo'lishi mumkin. Masalan, daryoni kesib o'tayotgan qayiq misolida o'zaro burchak hosil qilgan to'g'ri chiziqli ikki tekis harakatning natijalovchisi qanday harakat bo'lishini tekshiraylik.

Agar suv oqimi bo'lmaganda edi, qayiq eshkakchining kuchi bilan OB yo'nalishida harakat qilib (12-rasm), birday vaqt oraliqlarida $B_1, B_2, B_3, \dots$ nuqtalardan o'tgan bo'lar edi. Ammo suv oqimi qayiqni o'sha vaqt oraliqlarida OA to'g'ri chiziq



bo'ylab rasmda $A_1, A_2, A_3, \dots$ nuqtalar bilan ko'rsatilgan nuqtalardan olib o'tadi. Shu vaqt ichida ikki harakatda qatnashayotgan qayiq eshkakchining kuchi bilan vaqt birligi

ichida OB_1 yo'lini bosib o'tadi, suv oqimi esa huddi shu vaqt ichida qayiqni OA_1 masofaga olib ketadi, binobarin, qayiq qirg'oqqa nibatan OC chiziq bo'ylab harakat qilib, $C_1, C_2, C_3, \dots$ nuqtalar orqali o'tadi. Rasmda OC chiziq $OBCA$ parallelogramming diagonali ekanligi ko'rinib turibdi. Uning OB va OA tomonlari tashkil etuvchi harakatlarda bosib o'tilgan yo'llardir. Shu rasmda qayiqning OC diago-

nal bo'ylab yo'nalgan harakatida birday vaqt oraliqlarida bosib o'tgan yo'llari ham bir-biriga teng ekanligi ko'rinib turibdi, ya'ni $OC_1 = C_1C_2 = C_2C_3 = C_3C_4$ Qayiqning parallelogramm diagonal bo'ylab yo'nalgan natijalovchi harakati to'g'ri chiziqli tekis harakatdir. Tekshirish natijasi-da chiqarilgan bu xulosa jism bir vaqtning o'zida bir nechta harakatda qatnashayotgan hollar uchun ham to'g'ridir. Natijaviy ko'chish va tezlik quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$\begin{cases} s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + 2s_1 \cdot s_2 \cdot \cos \alpha}, \\ v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 \cdot v_2 \cdot \cos \alpha}. \end{cases}$$

Agar jism bir vaqtning o'zida o'zaro burchak hosil qilgan to'g'ri chiziqli ikki tekis harakatda qatnashsa, uning natijalovchi harakati ham to'g'ri chiziqli tekis harakat bo'ladi. Bu harakatda bosib o'tilgan yo'l tomonlari tashkil etuvchi harakatlarda bosib o'tilgan yo'llardan iborat bo'lgan parallelogramning diagonali ko'rinishida tasvirlanadi.

Nazorat uchun savollar

1. *Harakatlarni qo'shish deb nimaga aytiladi?*
2. *Tezliklarni qo'shishning klassik qonunini tariflang.*
3. *Bir-biriga nisbatan burchak ostida yo'nalgan tezliklarning natijalovchi harakat tezligi qanday topiladi?*
4. *Nisbiy tezlik deganda qanday tezlikni tushinasiz?*

Mavzuga doir masalalar yechish

1. G'oz suv oqimiga qarshi 3,5 m/s tezlik bilan 5 minut suzdi. Agar oqim tezligi 1,5 m/s bo'lsa, g'oz qancha masofaga siljigan bo'ladi?

Berilgan: $v_1 = 3,5 \text{ m/s}$, $v_2 = 1,5 \text{ m/s}$, $t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$, $s = ?$

Yechish: g'ozning harakati oqimga qarshi bo'lganligi uchun uning nisbiy tezligi $v = v_1 - v_2 = 3,5 \text{ m/s} - 1,5 \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$. Go'zning siljigan yo'li esa $s = v \cdot t = 2 \text{ m/s} \cdot 300 \text{ s} = 600 \text{ m}$

Javob: g'oz 600 m siljigan.

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

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

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

Javob: oqim tezligi 3 m/s ga teng.

3. O'zgarmas 18 km/soat tezlik bilan ketayotgan velosipedchi yonidan 54 km/soat tezlik bilan qarshi yo'nalishda kelayotgan 540 m uzunlikdagi avtokolonna qancha vaqtda o'tadi?

Berilgan: $v_1 = 18 \text{ km/soat}$, $v_2 = 54 \text{ km/soat}$, $l = 540 \text{ m}$, $t = ?$

Yechish: poyezdning velosipedchiga yaqinlashish tezligi $v = v_1 + v_2 = 72 \text{ km/soat} = 20 \text{ m/s}$.

Avtokolonnaning velosipedchining yonidan o'tish vaqti

$$t = \frac{l}{v} = \frac{540m}{20m/s} = 27s.$$

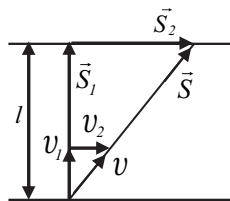
Javob: avtokalonna velosipedchining yonidan 27 s ichida o'tadi.

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

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

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

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



Ko'chish vektorlari tasvirlangan uch-burchakdan ko'chishni topsak:

$$s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = \sqrt{l^2 + \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \cdot l^2} = l \sqrt{1 + \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2}$$

Suzuvchining qirg'oqqa nisbatan tezligi v_1 ni tezliklar uchburchagidan topamiz: $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$

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

5. Harakat tezligining ikkita tashkil etuvchisi bir-biriga nisbatan 60° burchak ostida yoʻnalgan boʻlib, modullari mos ravishda 4 va 6 m/s ga teng. Natijaviy tezlikni toping.

Berilgan: $v_1 = 4$ m/s, $v_2 = 6$ m/s, $\alpha = 60^\circ$, $v_n = ?$

Yechish: oʻzaro burchak hosil qilgan ikki harakatning qoʻshilishidan hosil boʻlgan natijaviy harakat tezligi quyidagicha topiladi:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 \cdot v_2 \cdot \cos \alpha} = \sqrt{4^2 + 6^2 + 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 0,5} \approx 8,7 \text{ m/s}$$

Javob: natijaviy tezlik $\approx 8,7$ m/s ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Uzunligi 360 m boʻlgan poyezd tekis harakatlanib, 120 m uzunlikdagi koʻprikdan 2 minutda oʻtdi. Poyezdning tezligi qanday boʻlgan? (4 m/s)

2. Uzunligi 120 m boʻlgan poyezd parallell yoʻlda 4 m/s tezlik bilan ketayotgan velosipedchini 8 s da quvib oʻtgan boʻlsa, poyezdning tezligi qanchaga teng boʻlgan? (19 m/s)

3. Kater daryoda oqim yoʻnalishida manzilga yetib borish uchun 1,8 soat, qaytib kelish uchun esa 2,4 soat vaqt sarfladi. Agar sol joʻnatilsa, manzilga qancha vaqtda yetib boradi? (14,4 soat)

4. Har birining uzunligi 300 m boʻlgan ikki poyezd bir-biriga tomon bir xil 54 km/h tezlik bilan harakatlanmoqda. Poyezdlar bir-birining yonidan qancha vaqtda oʻtadi? (20 s)

5. Harakat tezligining ikkita tashkil etuvchisi bir-biriga nisbatan 45° burchak ostida yoʻnalgan boʻlib modullari mos ravishda 4 va 6 m/s ga teng boʻlsa, natijaviy tezlikni toping. (9,3 m/s)

6. Ikki jism bir-biriga nisbatan 60° burchak ostida 10 va 15 m/s tezliklar bilan harakatlanmoqda. Birinchi jismning ikkinchi jismga nisbatan tezligi qanday? (13,2 m/s)

7. Daryoning oqimi bo'ylab harakatlanayotgan katerdan qutqaruv chambari tushib qoldi. Bundan 10 minut o'tgach kater orqaga burildi va dastlabki harakatiga teskari harakatlana boshladi. Kater burilganda necha minut o'tgach kater chambar bilan uchrashadi? (10 minut)

8. Ikki avtomobil to'g'ri burchak ostida kesishuvchi ikki yo'l bo'ylab harakatlanmoqda. Ulardan biri chorraxaga 16 m/s tezlik bilan yaqinlashmoqda, ikkinchisi esa chorraxadan 12 m/s tezlik bilan uzoqlashmoqda. 1-avtomobilning 2-avtomobilga nisbatan tezligining modulini toping. (20 m/s)

9. Bir nuqtadan o'zaro tik yo'nalishlarda harakat boshlaganlaridan 10s o'tgach velosipedchi va motosiklchi orasidagi masofa 150 m bo'ldi. Motosiklchining tezligini toping. Motosiklchining tezligini velosipedchining tezligidan $\sqrt{3}$ marta katta deb oling. (7,5 m/s)

10. Biror kater daryoning bir qirg'og'idan ikkinchisiga tomon oqimga tik ravishda suvga bog'langan sanoq sistemasiga nisbatan 5 m/s tezlik bilan suzmoqda. Agar daryoning kengligi 1000m, oqim tezligi 2 m/s bo'lsa, kater suzib o'tguncha, oqim uni qanchaga surib ketadi? (400 m)

11. Velosipedchi va yo'lovchi bir joydan bir tomonga harakat boshlaganda bir minutdan keyin ular orasidagi masofa 240 m ni tashkil qildi. Ular qarama-qarshi tomonga harakat boshlaganda esa, ikki minutdan keyin masofa 720 m ga teng bo'ldi. Yo'lovchining tezligi velosipedchinikidan necha marta kichik? (5 marta)

12. Metrodagi eskalator odamni 30 s da yuqoriga olib chiqadi. Agar odam va eskalator birgalikda harakat qilsa 10 s da ko'tariladi. Eskalator tinch tursa odam qancha vaqtda yuqoriga chiqadi? (15 s)

13. Vertolyot shimolga 180 km/soat tezlik bilan uchmoqda, g'arbdan sharqqa shamol 10 m/s tezlik bilan esmoqda. Vertolyot meridianga qanday burchak ostida uchmoqda? ($\arctg 1/5$)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Qayiqning daryo oqimi bo'ylab suzgardagi qirg'oqqa nisbatan tezligi 6 m/s, oqimga qarshi suzganda esa 4 m/s. Daryo oqimining tezligi (m/s) nimaga teng?

A) 0,5 B) 1 C) 2,5 D) 5

2. 300 m uzunlikdagi poyezd 10 m/s tezlik bilan tekis harakatlanib, uzunligi 250 m bo'lgan tunelga kirib bormoqda. Qancha vaqtdan (s) keyin poyezd tuneldan butunlay chiqib ketadi?

A) 30 B) 40 C) 25 D) 55

3. Bir to'g'ri chiziq, bo'ylab ikkita samolyot bir-biri tomon yerga nisbatan 1200 km/soat va 800 km/soat tezlik bilan uchmoqda. Birinchi samolyot bortidan turib o'lchangan ikkinchi samolyotning tezligini (km/soat) toping.

A) 2400 B) 2000 C) 1500 D) 1200

4. Agar qayiqning suvga nisbatan tezligi 4 m/s ga teng bo'lib, qirg'oqqa tik yo'nalgan bo'lsa, suvning oqish tezligi esa 3 m/s ga teng bo'lsa, qayiqning qirg'oqqa nisbatan tezligini toping. (m/s).

A) 7 B) 1 C) 5 D) 12

5. Daryo suvining oqish tezligi 4 m/s, qayiqning suvga nisbatan tezligi 4 m/s va oqimga perpendikulyar yoʻnalgan boʻlsa, qayiqning qirgʻoqqa nisbatan tezligining yoʻnalishini toping.

A) 45° B) 60° C) 90° D) 30°

6. Daryo boʻyida joylashgan ikkita shahar orasidagi masofa 120 km ga teng. Kater oqim boʻyicha harakatlanganda, shu masofani 2 soatda, oqimga qarshi esa 4 soatda bosib oʻtadi. Katerning turgʻun suvga nisbatan tezligini (km/soat) aniqlang.

A) 45 B) 20 C) 15 D) 32

7. Havo sharini shamol janub tomon olib ketmoqda. Bunda shar ustiga oʻrnatilgan bayroqcha qaysi tomonga hilpiraydi?

A) janub tomonga B) shimol tomonga
C) sharq tomonga D) bayroqcha hilpiramaydi

8. Vertolyot oʻzgarmas 24 m/s tezlik bilan shimol tomon uchmoqda. Gʻarb tomonda 10 m/s tezlik bilan shamol essa, vertolyot qanday tezlik bilan uchadi?

A) 13 m/s B) 24 m/s C) 26 m/s D) 28 m/s

9. Motosiklchining yerga nisbatan tezligi 20 m/s, uning harakatiga qarshi esayotgan shamolning tezligi esa 72 km/soat Motosiklchiga nisbatan shamolning tezligi nimaga teng (m/s)?

A) 20 B) 30 C) 40 D) 15

10. Vertikal tashlangan jism shamol boʻlmaganda yerga 8 m/s tezlik bilan tushadi. Agar gʻarbdan 6 m/s tezlikda shamol esayotgan boʻlsa, jismning yerga tushishdagi tezligi qanday boʻladi (m/s)?

A) 5 B) 7 C) 1 D) 10

11. Sol daryoda 6 km/soat tezlik bilan suzib ketmoqda. Sol ustidagi odam harakat yoʻnalishiga tik ravishda 8 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Qirgʻoq bilan bogʻlangan sanoq sistemasiga nisbatan odamning tezligi qanchaga teng boʻladi?

- A) 2 km/soat B) 10 km/soat
C) 7 km/soat D) 14 km/soat

12. Bola qayiqni daryo qirgʻogʻiga perpendikulyar yoʻnalishda haydamoqda, lekin suv oqimi uning yoʻnalishini shunday oʻzgartiryaptiki natijaviy tezlik v vektori qirgʻoq bilan α burchakni hosil qildi. Suv oqimniig tezligi qanday boʻlgan?

- A) $v \cdot \cos \alpha$ B) $v \cdot \sin \alpha$ C) $v \cdot \operatorname{tg} \alpha$ D) $v \cdot \operatorname{ctg} \alpha$

13. Ikki jism bir-biriga nisbatan 60° burchak ostida 10m/s va 20 m/s tezliklar bilan harakatlanmoqda. 1- jismning 2- jismga nisbatan tezligi qanday (m/s)?

- A) 12,4 B) 17,3 C) 15 D) 19

14. Ikki avtomobil oʻzaro tik boʻlgan yoʻllar boʻylab 15 m/s va 20 m/s tezliklar bilan harakatlanmoqda. 1- avtomobilning 2- avtomobilga nisbatan tezligi qanday (m/s)?

- A) 25 B) 17,5 C) 35 D) 5

15. Ikki poyezd bir-biriga tomon 54 va 36 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Birinchi poyezddagi yoʻlovchi ikkinchi poyezd uning yonidan 20 s davomida oʻtganini aniqladi. Ikkinchi poyezdning uzunligi qancha boʻlgan?

- A) 300m B) 450m C) 500m D) 400m

16. Ikkita bir xil uzunlikdagi avtomobil bir-biriga tomon 54 va 72 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Ik-

kinchi avtomobil birinchi avtomobil yonidan 0,2 s davomida o'tganligi aniqlandi. Avtomobilning uzunligi qanday bo'lgan (m)?

A) 4 B) 6,2 C) 7 D) 4,6

17. Turg'un suvdagi harakat tezligi 3 m/s bo'lgan qayiq, kengligi 300 m va oqimining tezligi 1,8 m/s bo'lgan daryodan tik suzib o'tmoqda. Oqim qayiqni qancha masofaga surib ketadi (m)?

A) 60 B) 150 C) 180 D) 125

18. Ikki parallell temir yo'ldan uzunligi 400 m tezligi 54 km/soat bo'lgan yuk poyezdi va uzunligi 140 m tezligi 90 km/soat bo'lgan yo'lovchi poyezdi bir tomonga harakatlanmoqda. Qancha vaqt davomida birinchi poyezd ikkinchi poyezdni quvib o'tadi (s)?

A) 90 B) 12,5 C) 54 D) 45,5

19. 90 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan motosiklchi 36km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan ikkinchi motosiklchini quvib kelmoqda. Dastlab orasidagi masofa 1200 m bo'lgan. Qancha vaqtdan so'ng birinchi motosiklchi ikkinchi motosiklchiga yetib oladi?

A) 120 s B) 100s C) 72s D) 80s

6. O'zgaruvchan harakat. O'rtacha va oniy tezlik

Turmushda to'g'ri chiziqli tekis harakat kam uchraydi. Ko'pchilik harakatlanayotgan jismlarning tezligi vaqt davomida uzluksiz ravishda o'zgarib turadi. Bunday harakatlar **o'zgaruvchan harakat** deyiladi.

O'zgaruvchan harakatni tavsiflashda **o'rtacha tezlik** deb ataluvchi kattalikdan foydalaniladi. Jism bosib o'tgan yo'lining shu yo'lni o'tishga ketgan vaqtiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka o'zgaruvchan harakatning **o'rtacha tezligi** deb ataladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$v_{o'r} = \frac{s}{t} \quad (1)$$

O'zgaruvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l

$$s = v_{o'r} \cdot t \quad (2)$$

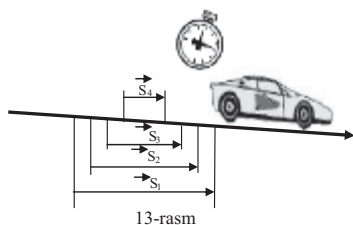
ifoda yordamida aniqlanadi. **O'rtacha tezlik vektor kattalik emas.**

O'zgaruvchan harakatning o'rtacha tezligi trayektoriya-ning barcha nuqtalari uchun jism harakatini tavsiflay olmaydi. Chunki jismning butun yo'ldagi o'rtacha tezligi hech vaqt shu yo'l ayrim qismlarining o'rtacha tezligiga teng bo'lmaydi. Shu boisdan ham o'zgaruvchan harakatda o'rtacha tezlik tushunchasi bilan bir qatorda «**oniy tezlik**» deb ataluvchi tezlik tushunchasi ham qo'llanadi.

Harakatlanayotgan jism trayektoriyasining muayyan nuqtasidagi yoki harakatlanish vaqtining biror paytidagi tezligiga uning oniy tezligi deyiladi.

Oniy tezlik jism trayektoriyasining berilgan nuqtasida qanday tezlik bilan harakatlanayotganligini bildiradi

va u amalda quyidagicha aniqlaniladi. Harakatlanayotgan jism trayektoriyasining biror A nuqtasidagi oniy tezligini aniqlaylik (13-rasm). Trayektoriyadan A nuqtani o'z ichiga oluvchi kichik Δs_1 qismini ajratib, shu qism o'rtacha tezligini $v_{1o'r} = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1}$ formula bo'yicha topamiz. Endi qismning uzunligini kamaytirib, trayektoriyadan A nuqtani o'z ichiga oluvchi Δs_2 qismini ajratamiz va uning o'rtacha tezligini



$v_{2o'r} = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2}$ formula bo'yicha topamiz. Jismning tezligi uzluksiz o'zgarganligi uchun $\Delta s_2 < \Delta s_1$, $\Delta t_2 < \Delta t_1$ bo'ladi. Ravshanki $\Delta t_2 < \Delta t_1$ bo'lganligi uchun Δs_2 yo'lda jismning tezligi Δs_1 yo'ldagiga nisbatan

kamroq o'zgaradi. Agar trayektoriyadan A nuqtani o'z ichiga oluvchi Δs_3 yo'lni ajratsak bu yo'lda jismning tezligi Δs_2 yo'ldagiga nisbatan ya'nada kamroq o'zgaradi, chunki $\Delta t_3 < \Delta t_2$ va hokazo. Jismning ko'chishi tekshirilayotgan vaqt oralig'ini kichraytira borsak shu vaqt oralig'idagi jismning ko'chishi ham kichiraya boradi. Natijada vaqt oralig'ini shunday kichik (limitda nolga intiluvchi) qilib tanlash mumkinki, bunda shu vaqt ichida jism tezligining o'zgarishini hisobga olmasa ham bo'ladi. Ya'ni, jismni tekis harakat qilayapti deb hisoblash mumkin. Biz qarayotgan juda kichik vaqt oralig'idagi jismning ko'chishi A nuqtani o'z ichiga olganligi uchun bu vaqt oralig'idagi uning o'rtacha tezligi A nuqtadagi tezligi ya'ni oniy tezligi iborat bo'ladi. Bu aytilgan fikrimiz matematika tilida quyidagicha yoziladi:

$$v_{oniy} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Jismning oniy tezligi vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi doimo mazkur nuqtadagi harakatning yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. *Qanday harakatga o'zgaruvchan harakat deyiladi?*
2. *O'zgaruvchan harakatning o'rtacha tezligi deb qanday tezlikka aytiladi?*
3. *O'zgaruvchan harakatning oniy tezligi deb nimaga aytiladi?*
4. *Avtomobilning spidometri qaysi tezlikni (o'rtacha yoki oniy tezlik) ko'rsatadi?*
5. *Trayektoriya berilgan nuqtasidagi oniy tezlik qanday hisoblanadi? U qanday yo'nalgan bo'ladi?*

Mavzuga doir masalalar yechish

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

Berilgan: $t_1 = 40 \text{ min} = 2400 \text{ s}$, $s_1 = 5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$, $t_2 = 1 \text{ soat}$, $v_2 = 10 \text{ km/soat}$, $v_{o'r} = ?$.

Yechish: otliqning t_2 vaqt ichidagi bosib o'tgan yo'lini hisoblaymiz: $s_2 = v_2 \cdot t_2 = 10 \text{ km/soat} \cdot 1 \text{ soat} = 10 \text{ km} = 10000 \text{ m}$, otliqning butun bosib o'tgan yo'li $s = s_1 + s_2 = 15000 \text{ m}$, otliqning to'liq harakat vaqti esa $t = t_1 + t_2 = 2400 + 3600 = 6000 \text{ s}$ va nihoyat otliqning o'rtacha tezligi $v_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{t} = \frac{15000 \text{ m}}{6000 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}$ ga tengligi kelib chiqadi.

Javob: otliqning o'rtacha tezligi 2,5m/s ga teng.

2. Velosipedchi birinchi 4 s davomida 40 m, soʻngra 8 s ichida 110 m va nihoyat yana 6 s ichida 30 m yoʻl bosib oʻtdi. Velosipedchining oʻrtacha tezligini aniqlang.

Berilgan: $t_1 = 4$ s, $s_1 = 40$ m, $t_2 = 8$ s, $s_2 = 110$ m, $t_3 = 6$ s, $s_3 = 30$ m, $v_{o'r} = ?$

Yechish: velosipedchining toʻliq yurgan yoʻli $s = s_1 + s_2 + s_3 = 180$ m va toʻliq harakat vaqti $t = t_1 + t_2 + t_3 = 18$ s. Oʻrtacha tezlikni hisoblash ifodasiga koʻra velosipedchining oʻrtacha tezligi $v_{o'r} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{s}{t} = \frac{180 \text{ m}}{18 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$ ga tengligi kelib chiqadi.

Javob: velosipedchining oʻrtacha tezligi 10 m/s ga teng.

3. Jism yoʻlining birinchi yarmini 6 m/s, ikkinchi yarmini esa ikki marta tezroq oʻtgan boʻlsa, jismning butun harakat davomidagi oʻrtacha tezligini toping.

Berilgan: $v_1 = 6$ m/s, $v_2 = 2v_1 = 12$ m/s, $s_1 = s_2 = s/2$, bunda s -toʻliq harakat yoʻli, $v_{o'r} = ?$

Yechish: harakat yoʻlining birinchi va ikkinchi qismlaridagi tezliklari

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} \text{ va } v_2 = \frac{s_2}{t_2} \quad (1)$$

masala shartiga koʻra yoʻl qismlaridagi harakat vaqtlari

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{s}{2v_1} \text{ va } t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{s}{2v_2} \quad (2)$$

Yuqoridagi (1) va (2) munosobatlarga koʻra, hamda oʻrtacha tezlikni hisoblash ifodasi $v_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{t}$ dan foydalanib quyidagiga ega boʻlamiz:

$$v_{o'r} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 6 \text{ m/s} \cdot 12 \text{ m/s}}{6 \text{ m/s} + 12 \text{ m/s}} = 8 \text{ m/s}.$$

Javob: jismning oʻrtacha tezligi 8 m/s ga teng.

4. Jism harakat vaqtining birinchi yarmida 15 m/s, ikkinchi yarmida esa 10 m/s tezlik bilan harakatlangan. Jismning o'rtacha tezligini aniqlang.

Berilgan: $v_1 = 15 \text{ m/s}$, $v_2 = 10 \text{ m/s}$, $t_1 = t_2 = t/2$, bunda t -to'liq harakat vaqti, **Topish kerak:** $v_{o'r} = ?$

Yechish: harakat yo'lining birinchi va ikkinchi qismlaridagi bosib o'tilgan yo'l $s_1 = v_1 \cdot t_1$ va $s_2 = v_2 \cdot t_2$ ekanligini e'tiborga olgan holda o'rtacha tezlikni hisoblash ifodasidan $v_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{t}$ foydalanib jismning o'rtacha tezligini hisoblaymiz:

$$v_{o'r} = \frac{v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_1}{t_1 + t_1} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{15 \text{ m/s} + 10 \text{ m/s}}{2} = 12,5 \text{ m/s}$$

Javob: jismning o'rtacha tezligi 12,5 m/s ga teng.

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

Berilgan: $v_1 = 5 \text{ m/s}$, $v_2 = 20 \text{ m/s}$, bunda s – to'liq harakat yo'li, **Topish kerak:** $v_{o'r} = ?$

Yechish: o'rtacha tezlikni hisoblash uchun $v_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$ (1) ifodadan foydalanamiz. Shuningdek, harakat vaqtlarini $t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{\frac{1}{3}s}{v_1} = \frac{s}{3v_1}$ va $t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{\frac{2}{3}s}{v_2} = \frac{2s}{3v_2}$ (2) ko'rinishda yozamiz (1) ifodaga (2) ifodani qo'yib elektropoyezdning o'rtacha tezligini hisoblaymiz:

$$v_{o'r} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{\frac{s}{3v_1} + \frac{2s}{3v_2}} = \frac{3v_1v_2}{v_2 + 2v_1} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 20}{20 + 2 \cdot 5} = 10 \text{ m/s}$$

Javob: elektropoyezdning o'rtacha tezligi 10 m/s ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Jism 15s davomida 5m/s, 10s davomida 8m/s va 6s davomida 20 m/s tezlik bilan harakatlandi. Jismning o'rtacha harakat tezligi qanday bo'lgan? (8,87 m/s)

2. Agar jism vaqtning birinchi yarmida 14 m/s, ikkinchi yarmida 8 m/s tezlik bilan harakat qilgan bo'lsa, uning o'rtacha tezligi qanday bo'lgan? (11 m/s)

3. Avtomobil 4 soat davomida harakatlanib, uning o'rtacha tezligi 50 km/soat ga teng. Avtomobil daslabki ikki soat davomida 60 km/soat tezlik bilan tekis harakatlangan bo'lsa, keyingi ikki soat davomida qanday tezlik bilan harakatlangan. Avtomobilning butun harakat davomidagi yurgan yo'lini aniqlang. (40 km/soat, 200km)

4. Jism yo'lining birinchi yarmini 6 m/s, qolgan yarmini v_2 tezlik bilan bosib o'tdi. Agar o'rtacha tezlik 7,2m/s bo'lsa, v_2 tezlikni aniqlang. (9 m/s)

5. Poyezd yo'lining birinchi yarmini ikkinchi yarmiga nisbatan 8 marta katta tezlikda o'tdi. Agar poyezdning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi 32 km/soat bo'lsa, yo'lining ikkinchi yarmidagi tezligi qanday bo'lgan? (18km/soat)

6. Avtomobil dovonga ko'tarilishda 15 m/s, tushishda 20 m/s tezlik bilan harakatlandi. Tushish yo'li chiqish yo'lidan ikki marta uzun bo'lsa, avtomobilning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi qanday bo'lgan? (18 m/s)

7. Agar poyezd masofaning $1/4$ qismini v tezlik, yo'lining qolgan qismini $2v$ tezlik bilan o'tgan bo'lsa, uning shu yo'ldagi o'rtacha tezligi qanday bo'lgan? ($1,6 v$)

8. Daryodagi qayiqning oqim bo'ylab va oqimga qarshi tezliklarining o'rtacha qiymati 3 km/soat, harakat vaqtlari esa bir-biridan ikki marta farq qiladi. Qayiqning turg'un suvdagi tezligi qanday bo'lgan? (3,37 km/soat)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Poyezd yo'lining birinchi yarmini ikkinchi yarmidagiga qaraganda ikki marta katta tezlik bilan bosib o'tdi. Uning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligi 72 km/soat bo'lsa, ikkinchi yarmidagi tezligini aniqlang (m/s).

A) 20 B) 15 C) 10 D) 22,5

2. Avtomobil ma'lum yo'lni bosib o'tish uchun 40 minut vaqt sarfladi. U yo'lining birinchi yarmini o'zgarmas 30 m/s tezlik bilan, ikkinchi yarmini 20 m/s tezlik bilan o'tdi. Avtomobilning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini toping (m/s).

A) 25 B) 24 C) 10 D) 50

3. Jism yo'lining birinchi yarmini 3 m/s tezlik bilan, ikkinchi yarmini esa 2 marta tezroq o'tgan bo'lsa, jismning butun harakat davomidagi o'rtacha tezligi qanday bo'ladi?

A) 4 m/s B) 4,5 m/s C) 6 m/s D) 5 m/s

4. Avtomobil ombordan yuk olib keldi. U omborga borishda 90 km/soat, qaytishda esa 60 km/soat tezlik bilan harakatlandi. Avtomobilning harakat davomidagi o'rtacha tezligini toping (km/soat).

A) 70 B) 72 C) 80 D) 84

5. Mototsiklchi yo'lni teng uchga bo'lib birinchi qismi v , ikkinchi qismida $2v$ va uchinchi qismida $4v$ tezlik bi-

lan harakat qildi. Uning butun yoʻldagi oʻrtacha tezlikni aniqlang.

A) $5v/6$ B) $12v/7$ C) $18v/11$ D) $11v/18$

6. Velosipedda bola 9 km ni 18 km/soat tezlik bilan, qolgan 40 minutda 12 km yurdi. Yoʻlovchi harakat boshlaganidan soʻng bir soat davomidagi oʻrtacha tezligini aniqlang (km/soat).

A) 18 B) 8,5 C) 14,5 D) 12

7. Yoʻlovchi oʻzgarmas 3,6 km/soat tezlik bilan harakatlanib, vaqtning uchdan ikki qismini sarfladi, qolgan vaqtda 5,4 km/soat tezlik bilan harakatlandi. Yoʻlovchining oʻrtacha tezligini hisoblang (km/soat).

A) 3,6 B) 4,5 C) 1,8 D) 4,2

8. Agar avtomobil yoʻlning $1/3$ qismini $1,5v$ tezlik bilan, qolgan qismida $2v$ tezlik bilan harakatlanib, uning shu yoʻldagi oʻrtacha tezligini hisoblab toping.

A) $1,3v$ B) $2v$ C) $1,8v$ D) $1,5v$

7. Toʻgʻri chiziqli tekis oʻzgaruvchan harakat

Trayektoriyasi toʻgʻri chiziqdan iborat boʻlib, tezligi vaqt davomida oʻzgarib turadigan harakatga toʻgʻri chiziqli oʻzgaruvchan harakat deyiladi.

Oʻzgaruvchan harakat tezlanuvchan, sekinlanuvchan, shuningdek, tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan harakatlardan iborat boʻlishi mumkin. Vaqt oʻtishi bilan jism harakat tezligi vektorining son qiymati boʻyicha hamda yoʻnalishi boʻyicha qanday jadallik bilan oʻzgarishini ifodalash uchun tezlanish deb ataluvchi vektor kattalik kiritiladi.

Birlik vaqt ichida jism tezligining o'zgarishiga teng bo'lgan vektor kattalikka *tezlanish* deyiladi

Ta'rifga ko'ra, tezlanish ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (1)$$

Tezlanish vektorining yo'nalishi tezlik vektori o'zgarishiga mos keluvchi $\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$ vektorining yo'nalishi bilan bir xilda bo'ladi. XBS da tezlanishning birligi qilib $[a] = 1 \text{ m/s}^2$ qabul qilingan, ya'ni $1 \text{ m/s}^2 - 1 \text{ s}$ vaqt birligi ichida tezligi 1 m/s ga o'zgaradigan harakatning tezlanishidir. (1) ifodani skalyar ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin

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

bunda v_0 jismning boshlang'ich tezligi, v uning t vaqtdan keyingi oniy tezligi.

Vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining son qiymati bir xilda oshib boradigan harakatga tekis tezlanuvchan harakat deyiladi.

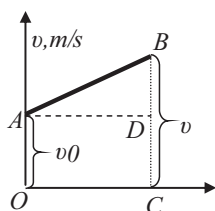
Tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan harakat paytida tezlanishning kattaligi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi, y'ani $a = \text{const}$ bo'ladi. a tezlanish bilan harakat qilayotgan jismning t vaqtdan keyingi tezligi (2) ifodaga ko'ra quyidagicha yoziladi:

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (3)$$

(3) tenglamada v_0 va a o'zgarmas kattalik bo'lganligi uchun tezlik grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (14-rasm).

Vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining son qiymati ortib boradigan harakat *tezlanuvchan harakat* deyiladi.

Ordinata o'qida tezlik va absissa o'qida vaqtning o'zgarishini olinsa, (3) ifodaning grafigi ko'rinishga keladi.



14-rasm

14-rasmda tasvirlangan grafik to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatni ifodalaydi. Bu grafikda $OA = v_0$, $OC = t$ va $BC = a$ dan iborat. To'g'ri chiziqli tekis harakat mavzusida yo'l harakat tezligi bilan vaqt orasidagi bog'lanishni ifodalovchi chiziq hamda ordinata va

abssissa o'qlari bilan chegaralangan shaklning yuzasiga son jihatidan teng ekanligi isbotlangan edik. Shuning uchun boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan tekis tezlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l tezlik grafigidagi $OABC$ trapetsiyaning yuzasiga son jihatdan teng bo'ladi, ya'ni $s_{yo'l} = S_{yuzaOABC}$ (4) A nuqtadan vaqt o'qiga parallell bo'lgan AD to'g'ri chiziqni o'tkazib trapetsiya yuzasini $OADC$ to'rtburchak va ABD uchburchaklarga ajratamiz. U holda (4) tenglik quyidagi ko'rinishga keladi:

$$s_{yo'l} = S_{yuzaOABC} = OA \cdot OC + \frac{1}{2} AD \cdot BD = v_0 \cdot t + \frac{t \cdot a \cdot t}{2} \text{ yoki}$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (5)$$

(5) ifoda boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan tekis tezlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l formulasini ifodalaydi. Agar jism boshlang'ich tezlikka ega bo'lmasa ($v_0 = 0$), tekis tezlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l quyidagicha aniqlanadi:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (6)$$

Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik vektorining yo'nalishi bilan tezlanish vektorining yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi.

Har qanday o'zgaruvchan harakatning o'rtacha tezligi $v_{o'r} = \frac{s}{t}$ ga teng. Bu formuladagi s ning o'rniga (5) tenglikni qo'yib va $v = v_0 + a \cdot t$ ekanligini hisobga olib quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$v_{o'r} = \frac{v_0 + v}{2}. \quad (7).$$

(7) ifoda yordamida tekis tezlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'lni hisoblash ifodasini quyidagicha yozamiz:

$$s = v_{o'r} \cdot t = \frac{v_0 + v}{2} t \quad (7*)$$

Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning o'rtacha tezligi uning boshlang'ich tezligi bilan oxirgi tezligining yig'indisining yarmiga teng. Xususiyl holda $v_0 = 0$ bo'lsa, $v_{o'r} = \frac{v}{2}$ bo'ladi.

Boshlang'ich tezligi bo'lmagan tekis tezlanuvchan harakatning o'rtacha tezligi oxirgi tezligining yarmiga teng.

Vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining son qiymati bir xilda kamayib boradigan harakatga tekis sekinlanuvchan harakat deyiladi.

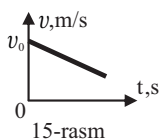
Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanish vektorining yo'nalishi bilan tezlik vektorining yo'nalishi qarama-qarshi bo'lganligi uchun, v_0 boshlang'ich tezlik bilan harakatlantirayotgan jism a tezlanish bilan tekis sekinlashayotgan bo'lsa, uning t vaqtdan keyingi tezligi,

$$v = v_0 - at, \quad (8)$$

Jismning bosib o'tgan yo'li

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2} \quad (9)$$

ifoda yordamida aniqlanadi.



15-rasmda tekis sekinlanuvchan harakatning tezlik grafigi tasvirlangan bo'lib, tezlik grafigi kamayuvchi to'g'ri chiziqdan iboratdir.

Kinematikaga oid ba'zi masalalarda harakat vaqti oshkor berilmagan bo'ladi. Bunday masalalar kinematikaning vaqt qatnashmaydigan tenglamasidan foydalanib yechiladi. Bu tenglamani keltirib chiqarish uchun yo'lning o'rtacha tezlik orqali ifodalangan formulasiga (7) tenglikdan $v_{o'r}$ ning va (3) tenglikdan t ning qiymatini qo'ysak quyidagi ifoda kelib chiqadi:

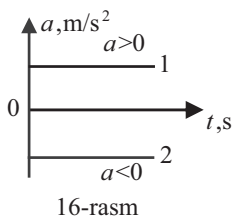
$$s = v_{o'r} \cdot t = \frac{(v_0 + v)}{2} \cdot \frac{(v - v_0)}{a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} \text{ yoki } s = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} \quad (10)$$

(10) ifodaga tekis tezlanuvchan harakatning vaqt qatnashmaydigan harakat tenglamasini ifodalaydi. (10) ifodadan quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s \text{ yoki } v = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s} \quad (11)$$

Agar jismning boshlang'ich tezligi $v_0 = 0$ bo'lsa, $v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$ bo'ladi. Shuningdek, tekis sekinlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'lni quyidagi ifoda yordamida aniqlash mumkin:

$$s = \frac{v_0^2 - v^2}{2a} \quad (12)$$



To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat o'zgarmas musbat ($a > 0$) tezlanishli harakat bo'lib (16-rasm, 1-chiziq), bunda tezlanish yo'nalishi tezlik yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi va to'g'ri chiziq-

li tekis sekinlanuvchan harakat o'zgarmas manfiy ($a < 0$) tezlanishli harakat bo'lib (16-rasm, 2-chiziq), bunda tezlanish yo'nalishi tezlik yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. Har ikkala harakatda ham tezlanish vektorining son qiymati (moduli) o'zgarmas saqlanadi $|\vec{a}| = a = \text{const}$.

Tekis sekinlanuvchan harakatda o'rtacha tezlikni hamda bosib o'tilgan yo'lni quyidagi ifodalar yordamida aniqlash mumkin:

$$v_{o'r} = \frac{v_0 + v}{2}, \quad s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t \quad (13)$$

Tekis tezlanuvchan harakatda koordinataning vaqt bo'yicha o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (14)$$

(14) ifodaga to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat tenglamasi deyiladi.

Shuningdek tekis sekinlanuvchan harakatda koordinataning vaqt bo'yicha o'zgarishi :

$$x = x_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2} \quad (15)$$

(15) ifoda to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakat tenglamasini ifodalaydi.

Nazorat uchun savollar

1. Qanday harakat turiga o'zgaruvchan harakat deyiladi? Uning turlarini ayting.

2. Tekis o'zgaruvchan harakatning tezlanishi deb nima-ga aytiladi?

3. Boshlang'ich tezlikka ega bo'lmagan tekis tezlanuvchan harakatning grafigini chizing va undan foydalanib yo'l formulasini keltirib chiqaring.

4. Tekis tezlanuvchan harakatning vaqt qatnashmaydigan tenglamasini keltirib chiqaring.

Mavzuga doir masalalar yechish

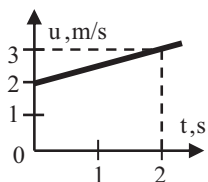
1. Tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jism 2,5 s davomida tezligini 7,5 m/s ga oshirdi. Jism tezlanishi qanchaga teng bo'ladi?

Berilgan: $\Delta t = 2,5$ s, $\Delta v = 7,5$ m/s, **Topish kerak:** $a = ?$

Yechish: jismning tezlanishini tezlanish ta'rifiga ko'ra quyidagicha hisoblaymiz: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,5 \text{ m/s}}{2,5 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2$

Javob: jismning tezlanishi 3 m/s² ga teng.

2. Grafikdan foydalanib jismning tezlanishini hisoblang.



Yechish: grafikdan ko'rinib turibdiki, jismning tezligi 2 s da 2 m/s dan 3 m/s ga o'zgargan. Demak $v_0 = 2$ m/s, $v = 3$ m/s, $\Delta v = v - v_0 = 3 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$, shuningdek $\Delta t = 2$ s. Tezlanish ta'rifi formulasiga ko'ra jismning tezlanishini hisoblaymiz:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Javob: jismning tezlanishi 0,5 m/s² ga teng.

3. 5 m/s boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan jism tekis tezlanuvchan harakat qilib 12 s da 150 m yo'l o'tdi. Yo'l oxirida u qanday tezlikka ega bo'lgan bo'ladi?

Berilgan: $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $t = 12 \text{ s}$, $s = 150 \text{ m}$, **Topish kerak:** $v = ?$

Yechish: tekis tezlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l formulasi ($s = \frac{v_0 + v}{2} t$) dan jismning t vaqtdan keyingi oniy tezligini quyidagicha hisoblaymiz: $v = \frac{2s - v_0 \cdot t}{t}$

Javob: jismning yo'l oxiradagi tezligi 20 m/s .

4. Tinch turgan joyidan avtomobil 3 m/s^2 tezlanish bilan harakatni boshladi. U harakatining 5-sekundida qancha yo'l bosadi?

Berilgan: $v_0 = 0$, $a = 3 \text{ m/s}^2$, $n = 5$, **Topish kerak:** $\Delta s_5 = ?$

Yechish: tekis tezlanuvchan harakatda o'zaro teng ketma-ket vaqt oraliqlarida bosib o'tiladigan yo'lni quyidagicha hisoblash mumkin. Harakat boshlangan paytdan keyin n -sekundda bosib o'tilgan Δs_n yo'lni hisoblash uchun n -sekundda bosib o'tilgan yo'ldan $(n-1)$ sekundda bosib o'tilgan yo'lni ayirish kerak: $\Delta s_n = s_n - s_{n-1}$ (1). Jismning n va $(n-1)$ sekundlarda bosib o'tilgan yo'llarini

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

ifodalar asosida Δs_n uchun quyidagi munosabatga ega bo'lamiz:

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

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

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

Masala shartida berilgan kattaliklarning qiymatlarini (4) ifodaga qo'yib, jismning 5-sekundida bosib yo'lini hisoblaymiz:

$$\Delta s_5 = \frac{3}{2}(2 \cdot 5 - 1) = 13,5m$$

Javob: jismning 5-sekundida bosib o'tgan yo'li 13,5 m ga teng.

5. Tekis yo'lda 20 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobil tormozlanganda 4,5 s dan so'ng to'xtadi. Tormozlanish yo'lini hisoblab toping.

Berilgan: $v_0 = 20$ m/s, $t = 4,5$ s, $v = 0$ m/s, **Topish kerak:** $s = ?$

Yechish: jismning tormozlanish jarayonini tekis sekinlanuvchan harakat deb hisoblab, tekis sekinlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'lni hisoblash formulasidan foydalanamiz:

$$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t = \frac{20m/s + 0m/s}{2} 4,5s = 45m$$

Javob: avtomobilning tormozlanish yo'li 45 m ga teng.

6. Jismning harakat tenglamasi $s = 24t - 0,2t^2$ (m) ko'rinishga ega. U qancha vaqtdan keyin to'xtaydi?

Berilgan: $s = 24t - 0,2t^2$ (m), **Topish kerak:** $t = ?$

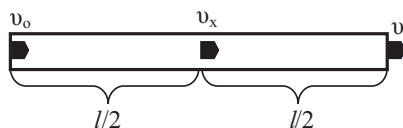
Yechish: berilgan tenglamadan ko'rinib turibdiki, jismning harakati tekis sekinlanuvchan harakatdan iborat. Tekis sekinlanuvchan harakatdagi yo'l formulasi $s = v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$ va masala shartidagi jismning harakat tenglamasi $s = 24t - 0,2t^2$ ni o'zaro taqqoslab, jismning boshlang'ich tezligi va tezlanishining (moduli) qiymatini aniqlaymiz, ya'ni $v_0 = 24$ m/s va $a = 0,4$ m/s². Tekis sekinlanuvchan harakatla-

nayotgan jismning tezligini hisoblash ifodasi ($v = v_0 - at$) dan vaqt quyidagicha topiladi:

$$t = \frac{v_0 - v}{a} = \frac{24 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 60 \text{ s}$$

Javob: jismning to'xtashi uchun ketgan vaqt 60 s ga teng.

7. O'qning miltiq stvoli o'rtasidagi tezligi uchib chiqishdagi tezligidan necha marta kichik bo'ladi?



Yechish: o'qning stvol ichidagi harakatini tekis tezlanuvchan deb hisoblaymiz. Stvolning ichidagi o'qning to'liq va yarim uzunligidagi harakati uchun yo'l ifodasini yozib olamiz:

$$l = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \text{ va } \frac{l}{2} = \frac{v_x^2 - v_0^2}{2a}.$$

Xususiyl holda boshlang'ich tezlik $v_0 = 0$ ekanligini inobatga olib, tenglamalarni soddalashtiramiz $l = \frac{v^2}{2a}$ va $l = \frac{v_x^2}{a}$. Bu ikki ifodani o'zaro tenglashtirib, $v_x = \frac{v}{\sqrt{2}}$ ga ega bo'lamiz.

Javob: o'qning miltiq stvoli o'rtasidagi tezligi uchib chiqishdagi tezligidan $\sqrt{2}$ kichik bo'ladi.

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

Berilgan: $v_0 = 0 \text{ m/s}$, $t_1 = t$, $a_1 = 2 \cdot a$, $t_2 = 4 \cdot t$, $a_2 = 0$, $t_3 = 2 \cdot t$, $a_3 = -a$, **Topish kerak:** $v_3 = ?$

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

$$v_1 = v_0 + a_1 \cdot t_1 = 0 + 2 \cdot a \cdot t = 2 \cdot a \cdot t$$

$$v_2 = v_1 + a_2 \cdot t_2 = 2 \cdot a \cdot t + 0 \cdot 4 \cdot t = 2 \cdot a \cdot t$$

$$v_3 = v_2 + a_3 \cdot t_3 = 2 \cdot a \cdot t + (-a) \cdot 2 \cdot t = 2 \cdot a \cdot t - 2 \cdot a \cdot t = 0$$

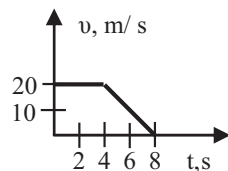
Javob: jismning harakat oxiridagi tezligi nolga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Boshlang'ich tezligi 9 m/s bo'lgan jism tekis sekinlanuvchan harakatlanmoqda. Agar uning tezligi 15 s dan keyin 3 m/s ga teng bo'lsa, tezlanishi qanday bo'lgan? ($-0,4 \text{ m/s}^2$)

2. 25 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobil tormozlanish natijasida 5 s da to'xtadi. Avtomobil tezlanishining modulini toping. Uning tormozlanish yo'lini aniqlang. (5 m/s^2 ; $62,5 \text{ m}$)

3. Chizmada avtomobil tezligining vaqtga bog'lanish grafigi berilgan. Tormozlanish yo'lini hisoblang. (40 m)



4. Boshlang'ich tezligi 8 m/s bo'lgan jism, $2,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanmoqda. Jism tezligini ikki marta o'ttirish uchun qancha masofani bosib o'tishi kerak bo'ladi? ($38,4 \text{ m}$)

5. Jism uzunligi 180 m bo'lgan qiya tekislik bo'ylab pastga $0,6 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tushmoqda. Agar u harakatni 3 m/s boshlang'ich tezlikda boshlagan bo'lsa, u qancha vaqtda tushadi? Qiya tekislikning oxirida qanday tezlikka erishgan. **(20 s, 15 m/s)**

6. Ikkita avtomobil bir punktdan bir tomonga, biri 90 km/soat tezlik bilan, ikkinchisi esa $0,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakat qila boshladi. Ikkinchi avtomobil birinchisini qancha vaqtdan keyin va qanday masofada quvib yetadi? **(100 s; 2500 m)**

7. Boshlang'ich tezligi 15 m/s bo'lgan jism 5 m/s^2 tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakatlanmoqda. U 20m yo'lni bosib o'tgan paytda tezligi qanday bo'lgan? **(5m/s)**

8. Lokomotiv turtib yuborgan vagon harakatga kelib, 40s davomida 80 m yo'l o'tdi va to'xtadi. Vagon harakatini tekis sekinlanuvchan deb hisoblab, uning boshlang'ich tezligi va tezlanishini toping. **(4m/s; $-0,1 \text{ m/s}^2$)**

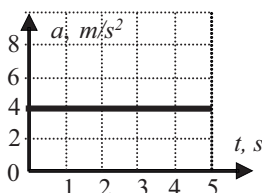
9. Jism o'zgarmas tezlanish bilan harakatni boshlab, uchinchi sekundda $7,5 \text{ m}$ yo'l bosdi. U dastlabki 4 sekundda qancha yo'l bosib o'tgan? **(24 m)**

10. Tekis harakatlanib borayotgan poyezddan uzib yuborilgan oxirgi vagon tekis sekinlanuvchan harakat qilib va to'xtaguncha 600 m yo'l bosgan. Shu vaqt ichida poyezd vagondan qanchaga uzoqlashgan? **(600 m)**

11. Moddiy nuqta $s = 9t - 0,5t^2 \text{ (m)}$ qonuniyat bilan harakatlanadi. Uning dastlabki 4s ichida bosib o'tgan yo'lni toping. U qancha vaqtdan keyin to'xtaydi? U to'xtaguncha qancha yo'l bosib o'tadi? **(28 m, 9 s, 40,5 m)**

12. Ikkita avtomobilning harakat tenglamalari $x_1 = 4t^2 + 6t$ (m) va $x_2 = 9t + 1$ (m) ko‘rinishga ega. Ular qayerda va qachon uchrashadi? **(10 m; 1 s)**

13. Chizmadagi $a = a(t)$ grafikdan foydalanib, moddiy nuqtaning 4 s davomidagi ko‘chishini hisoblang. Jismning boshlang‘ich tezligini nolga teng deb oling. **(32m)**



14. Harakatlanayotgan jismning harakat tenglamasi $x = 14t - 2t^2$ (m) ko‘rinishga ega. U to‘xtaguncha qancha yo‘l bosib o‘tadi? **(24,5m)**

15. Jismning tezligi $v = 2t + 5$ qonuniyat bo‘yicha o‘zgaraadi. Harakatning 3- va 5-sekund vaqt oralig‘idagi o‘rtacha tezlikni aniqlang. **(13m/s)**

16. Jismning harakat tenglamasi $x = 10 + 14 \cdot t - t^2$ (m) ko‘rinishga ega. U $t = 0$ paytdan boshlab to‘xtaguncha qanday masofani bosib o‘tadi? **(49 m)**

17. Boshlang‘ich tezligi nolga teng bo‘lgan jism tekis tezlanuvchan harakatlanib uchinchi va to‘rtinchi sekundlarida 24 m yo‘l bosgan bo‘lsa, u qanday tezlanish bilan harakatlangan. **(4 m/s²)**

18. 400m/s tezlik bilan uchayotgan o‘q mahkamlab qo‘yilgan yog‘och brusokka tegdi va uning ichida 3,6sm masofada to‘xtadi. Kirish joyidan qanday masofada uning tezligi ikki marta kichik bo‘lgan? **(2,7sm)**

19. 20m/s tezlik bilan tekis harakatlanayotgan yengil avtomobil tezlasha boshladi va 10s ichida 250m masofani bosib o‘tdi. Avtomobil qanday tezlanish bilan harakatlangan va o‘ninchi sekundda qanday masofani bosib otgan? **(1m/s², 29,5 m)**

20. Jism o‘zgarmas tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakatlanib, harakatning 5s da 3m/s tezlikka va 6s ning oxirida harakati to‘xtagan. Jism qanday boshlang‘ich tezlikka ega bo‘lgan va kuzatilgan harakati davomida qanday yo‘l bosib o‘tgan. **(18m/s, 54m)**

21. Tinch holatdan tekis tezlanuvchan harakatlana boshlagan jism boslang‘ich uch sekund davomida yo‘lning chorak qismini bosib o‘tdi. Yo‘lning qolgan qismini qancha vaqtda bosib o‘tadi? **(3 s)**

22. 30 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan yo‘lovchi poyezdining mashinisti oldida undan taxminan 200 m uzoqlikda shu yo‘nalishda ketayotgan yuk poyezdini ko‘rib qoldi. Mashinist shu zahotiyoq tarmoz berdi, natijada poyezd 1,2 m/s² ga teng tezlanish bilan harakatlana boshladi. Oldinda ketayotgan yuk poyezdining tezligi 9 m/s ga teng bo‘lsa, poyezdlar o‘rtasida to‘qnashuv bo‘ladimi? **(Yo‘lovchi poyezdi to‘xtaganda, yuk poyezdi 50m oldinda ketayo‘gan bo‘ladi.)**

23. Yengil avtomobil avval boshlang‘ich tezliksiz a tezlanish bilan t vaqt, so‘ngra $2a$ tezlanish bilan $2t$ vaqt va $(-a)$ tezlanish bilan $3t$ vaqt harakatlanadi. Jismning umumiy bosib o‘tgan yo‘lini hisoblang. **(17 at^2)**

24. Poyezd ikki stansiya orasidagi 36 km masofani 30 minutda bosib o‘tdi. U 5 minut davomida tekis tezlanuv-

chan, qolgan vaqtda to'xtaguncha tekis sekinlanuvchan harakatlangan. Poyezd yo'lining ikkala qismida qanday tezlanishlar bilan harakatlangan? ($2/15 \text{ m/s}^2$, $2/75 \text{ m/s}^2$)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Berilgan jumlaning mazmunga mos to'g'ri davom ettir-ing: «To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda tezlik vektorining...»

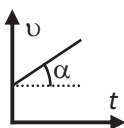
- A) moduli va yo'nalishi o'zgarmas qoladi
- B) moduli tekis oshib, yo'nalishi o'zgarmas qoladi
- C) moduli tekis kamayib, yo'nalishi o'zgarmas qoladi
- D) moduli va yo'nalishi uzluksiz o'zgarib turadi

2. Jismning tezlik vektori va tezlanish vektori qarama-qarshi yo'nalgan bo'lishi mumkinmi?

- A) faqat aylanma harakatda
- B) faqat ellips bo'ylab harakatda
- C) mumkin emas
- D) faqat tekis sekinlanuvchan harakatda

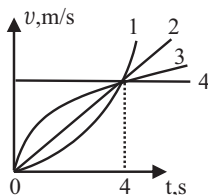
3. Chizmadagi grafik burchagining tangensi qanday fizik ma'noga ega?

- A) tezlanish o'zgarishi
- B) tezlik o'zgarishi
- C) tezlik
- D) tezlanish



4. Quyidagi rasmda 4 ta jism uchun tezliklarning vaqtga bog'lanish grafiklari keltirilgan. Qaysi jism vaqtning 0 va 4 s oralig'ida eng ko'p yo'l yurgan?

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



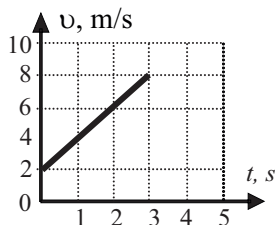
5. Quyidagi rasmda keltirilgan tezlik grafigidan foydalanib $v = v(t)$ bog'lanish tenglamasini yozing.

A) $v = 2+3t$

B) $v = 2+2t$

C) $v = 2+t$

D) $v = 8+2t$



6. Sportchi 2 m/s^2 tezlanish bilan harakatlanib, uzunligi 120 m bo'lgan qiyalikni 8 s da o'tdi. Uning qiyalik boshidagi tezligi qanday bo'lgan?

A) 7 m/s B) 3 m/s C) 8 m/s D) 5 m/s

7. Agar avtomobil tekis tezlanuvchan harakat qila boshlab, 3 s da 24 m yo'l bosgan bo'lsa, u qanday tezlikka erishgan?

A) 12 m/s B) 25 m/s C) 10 m/s D) 16 m/s

8. Gorizontall yo'lda 54 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan mashina tormoz berilgach 4 s da to'xtadi. Mashinaning tormozlanish yo'lini toping (m).

A) 15 B) 12 C) 30 D) 60

9. Agar samolyotning qo'nish tezligi 270 km/soat va qo'nish masofasi 1500 m bo'lsa, u qancha vaqtda qo'ngan (s)?

A) 30 B) 32 C) 42 D) 40

10. Jismning harakati $x = 15 + 7t^2 + 3t$ (m) tenglama bo'yicha ro'y bermoqda. Uning tezlanishi qanday bo'ladi (m/s^2)?

A) 14 B) 15 C) 7 D) 12

11. Jism tezligining vaqtga bog'lanishi $v = 8 + 2t$ (m/s) ko'rinishga ega. Vaqtning birinchi sekundida bosib o'tilgan yo'lni (m) hisoblab toping.

A) 9 B) 4,5 C) 15 D) 12

12. Tinch holatdan qoʻzgʻalgan avtomobil oʻz harakatin-ing uchinchi sekundida 15 m masofani bosib oʻtgan boʻlsa, uning tezlanishi qanday boʻlgan (m/s^2)?

A) 10 B) 7 C) 8 D) 6

13. Jism v_0 boshlangʻich tezlik va oʻzgarmas a tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Jismning tezligi qancha vaqtdan keyin 3 marta kamayadi?

A) $\frac{v_0}{a}$ B) $\frac{v_0}{3a}$ C) $\frac{2v_0}{3a}$ D) $\frac{2v_0}{a}$

14. Jism v_0 boshlangʻich tezlik va oʻzgarmas a tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Jism qancha masofani bosib oʻtgandan keyin tezligi 3 marta kamayadi?

A) $\frac{v_0}{a}$ B) $\frac{4v_0^2}{9a}$ C) $\frac{2v_0}{3a}$ D) $\frac{3v_0}{2a}$

15. Harakat boshlangandan keyin jismning 5-sekundda bosib oʻtgan yoʻli 2-sekundda bosib oʻtgan yoʻlidan 3 marta katta boʻlsa, u qanday tezlanish bilan harakatlangan (m/s^2)?

A) 1 B) 2 C) 3 D) tezlanishning istalgan qiymatida 5-sekundda bosib oʻtilgan yoʻl 2-sekundda oʻtgan yoʻlidan 3 marta katta boʻladi.

16. Koʻlda birinchi kater boshlangʻich tezliksiz $0,3 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan, 18 m/s boshlangʻich tezlik bilan harakatlanayotgan ikkinchi kater $0,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Qancha vaqtdan keyin katerlarning tezliklari bir xil boʻladi?

A) 10s B) 15s C) 20s D) 22,5s

17. Tinch holatidan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism to'rtinchi sekundda 14 m yo'l o'tsa, harakat boshidan 7s o'tgach, u qancha yo'l bosib o'tadi (m)?

A) 98 B) 44 C) 100 D) 200

18. Boshlang'ich tezligi 6 m/s bo'lgan jism $2,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakatlanmoqda. U 17m yo'lni bosib o'tgan paytda tezligi qanday bo'lgan?

A) 13 m/s B) 12 m/s C) 5 m/s D) 11 m/s

19. 6 m/s boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan jism tekis tezlanuvchan harakat qilib, 12s ichida 120 m yo'l bosib o'tdi. U o'nikkinchi sekundning oxirida qanday tezlikka erishgan.

A) 13 m/s B) 12 m/s C) 10 m/s D) 14 m/s

20. X – o'qi bo'ylab harakatlanayotgan jism tezligining vaqtga bog'liqlik ifodasi berigan $v = 12 - 3 \cdot t$ (m/s). Jismning ko'chisi nimaga teng (m)?

A) 24 B) 18 C) 20 D) 15

21. Jismning boshlang'ich tezligi 6 m/s, tezlanishi esa 4 m/s^2 bo'lsa, jism tezligini ikki marta orttirish uchun qancha masofani bosib o'tishi kerak bo'ladi (m)?

A) 13,5 B) 20 C) 15 D) 22,5

22. Tekis tezlanuvchan harakatanayotgan jism 15s ichida 480 m masofani bosib o'tdi? Agar jism 2m/s tezlik bilan harakatni boshlagan bo'lsa, u qanday tezlanish bilan harakatlangan (m/s^2)?

A) 4 B) 3 C) 6 D) 5

23. Jismning harakat qonuni $x = 5 + 10t - t^2$ ko'rinishga ega. Jism tezligi nolga teng bo'lguncha qancha yo'l bosib o'tadi?

A) 15 m B) 25m C) 32m D) 30m

24. Jism tezligi proyeksiyasining vaqtga bog‘lanish qonuniyati $v_x = 5 + 3 \cdot t$ (m/s) ko‘rinishga ega. Ko‘chish proyeksiyasining vaqtga bog‘lanish qonuniyatini yozing.

- A) $S_x = 3 \cdot t^2$ B) $S_x = 5 \cdot t + 1,5 \cdot t^2$
C) $S_y = 4 \cdot t + 1,5 \cdot t^2$ D) $S_y = 5 + 6 \cdot t$

25. Boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgan jism tekis tezlanuvchan harakatlanib beshinchi va oltinchi sekundlarida 25 m yo'l bosgan bo'lsa, u qanday tezlanish bilan harakatlangan.

- A) 5 B) 3,5 C) 4 D) 2,5

26. 3 m/s boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan jism tekis tezlanuvchan harakat qilib 12,5m/s tezlikka erishdi. U harakat yo'lining yarmida qanday tezlikda (m/s) bo'lgan?

- A) 7,5 B) 9,1 C) 8 D) 7,75

27. Jism 6s davomida 8m/s tezlik bilan tekis harakatlanib, so'ng 3 m/s² tezlanishda tekis tezlanuvchan harakatlandi. Bu jism harakatning dastlabki 16 s da qancha yo'l yurgan (m)?

- A) 278 B) 198 C) 230 D) 252

28. Jism 10s davomida 8m/s tezlik bilan tekis harakatlanib, so'ng 10 s davomida 5m/s^2 tezlanishda tekis tezlanuvchan harakatlanib manzilga etib keldi. Jism qancha yo'l yurgan (m)?

- A) 450 B) 370 C) 330 D) 410

29. Yuguruvchi dastlabki 2s davomida o'z tezligini 10 m/s tezlikka etkazdi va shu tezlik bilan marra oxirigacha yugurdi. Yugurivchi 100m masofani qancha vaqtda bosib o'tgan (s)?

- A) 9 B) 11 C) 10,5 D) 12

30. Tinch holatdan tekis tezlanuvchan harakatlana boshlagan jism boslang'ich to'rt sekund davomida yo'lining

chorak qismini bosib o'tdi. Yo'lning qolgan qismini qancha vaqtda bosib o'tadi (s)?

A) 5 B) 7 C) 4 D) 2,5

31. Tinch holatdan tekis tezlanuvchan harakatlana boshlagan jism boslang'ich 5 sekund davomida yo'lning yarimini bosib o'tdi. Butun yo'lni qancha vaqtda bosib o'tadi (s)?

A) 5 B) 7 C) 4 D) 2,5

32. O'q qalinligi 6sm bo'lgan taxtani teshib o'tdi. O'qning tezligi taxtaga kirish paytida tezligi 600m/s va undan chiqishda 300m/s bo'lsa, o'q taxta ichida qanday tezlanish bilan harakatlangan (Mm/s^2)?

A) 1,5 B) 3,6 C) 2,25 D) 1,8

33. Ikkita avtomobil bir joydan bir yo'nalishda 10s farq bilan yo'lga chiqdi. Agar ikkala avtomobilning tezlanishi 1 m/s^2 bo'lsa, birinchi avtomobil harakat boshlagandan so'ng qancha vaqt o'tgach ular orasidagi masofa 150 m ga teng bo'ladi (s)?

A) 5 B) 10 C) 20 D) 25

34. Biror jism boshlang'ich tezliksiz $2a$ tezlanish bilan t vaqt, so'ngra ($-a$) tezlanish bilan $2t$ vaqt va a tezlanish bilan $2t$ vaqt harakatlanadi. Jismning harakat davomidagi umumiy bosib o'tgan yo'lini hisoblab toping.

A) $at^2/2$ B) $2at^2$ C) $4at^2$ D) $5at^2$

35. Tekis tezlanuvchan harakatanayotgan jism 12 s ichida 264 m masofani bosib o'tdi? Agar jism 3m/s^2 ga teng tezlanish bilan harakatlangan bo'lsa, uning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan (m/s)?

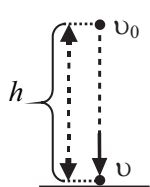
A) 4 B) 3 C) 6 D) 5

8. Jismlarning erkin tushishi. Yuqoriga tik otilgan jism harakati

Jismlarning og‘irlik kuchi tufayli havosiz fazoda tushishi erkin tushish deyiladi. Erkin tushishni faqat havosiz fazoda, ya’ni vakuumda amalga oshirish mumkin. Chunki havoli fazoda tushayotgan jismga yerning tortish kuchidan tashqari havoning qarshilik kuchi ta’sir qiladi. Yerning tortish kuchi havoning qarshilik kuchiga nisbatan juda ko‘p marotaba katta bo‘lganda jismning tushishini erkin tushish deb qarash mumkin. Masalan, biror balandlikdan erkin tushayotgan metall sharcha harakatini erkin tushish deb qarash mumkin. Chunki metall sharchaga ta’sir qilayotgan havoning qarshilik kuchi yerning tortishish (og‘irlik) kuchiga nisbatan hisobga olinmas darajada kichik. Lekin, shu balandlikdan tushayotgan qush pati yoki qog‘oz parchasining harakatini erkin tushish deb hisoblab bo‘lmaydi.

Erkin tushish qonuniyatini birinchi bo‘lib, buyuk italiyan olimi G.Galiley tajribalar asosida aniqlagan. Galiley jismlarning erkin tushishida ikkita qonuniyat borligini aniqlanadi. **Birinchidan** jismning erkin tushishi to‘g‘ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatdan iborat, **ikkinchidan** hamma jismlar erkin tushish vaqtida bir xil tezlanish bilan harakat qiladi.

Odatda erkin tushish tezlanishi g harfi bilan belgilanadi. Tajriba natijalari asosida tajriba natijalari asosida erkin tushish tezlanishinig qiymati $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ ga tengligi aniqlangan.



17-rasm

Jismlarning erkin tushishi tekis tezlanuvchan harakat bo‘lganligi uchun bu harakat uchun ham to‘g‘ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat tenglamalarining barchasi o‘rinli bo‘ladi, faqat ularda a tezlanishni g bilan, s yo‘lni esa

h bilan almashtirish kerak. Masalan, biror h balandlikdan (17-rasm) v_0 boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning t vaqtdan keyingi tezligi

$$v = v_0 + gt \quad (1)$$

ifoda orqali hisoblanadi. Agar erkin tushayotgan jism boshlang'ich tezlikka ega bo'lmasa (ya'ni $v_0 = 0$ bo'lsa), uning t vaqtdan keyingi tezligi $v = gt$ ga teng bo'ladi. v_0 boshlang'ich tezlik bilan tashlangan jism t vaqt davomida erkin tushgan bo'lsa, uning tushayotgan h balandligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

agar $v_0 = 0$ bo'lsa, $h = gt^2/2$ bo'ladi.

Erkin tushayotgan jismning u_0 boshlang'ich tezligi va h tushish balandligi ma'lum bo'lsa, uning harakat oxiridagi tezligi:

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} \quad (3)$$

agar $v_0 = 0$ bo'lsa, $v = \sqrt{2gh}$ bo'ladi.

(3) -ifodaga ko'ra quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz:

$$h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} \quad (4)$$

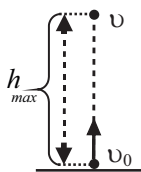
agar $v_0 = 0$ bo'lsa, $h = \frac{v^2}{2g}$ bo'ladi.

Erkin tushayotgan jismning n -sekunddagi ko'chishi (2) ifodaga ko'ra quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta s_n = v_0 + \frac{g}{2}(2 \cdot n - 1) \quad (5)$$

Agar jism boshlang'ich tezliksiz harakatini boshlasa (5) – munosabat:

$$\Delta s_n = \frac{g}{2}(2 \cdot n - 1) \quad (6)$$



18-rasm

Endi jismni yuqoriga tik (vertikal) yo'nalishda v_0 boshlang'ich tezlik bilan uloqtirib, uning harakatini kuzataylik (18-rasm). Agar jism faqat shu v_0 tezlik bilan yuqoriga harakatlenganda u t vaqt ichida $h_1 = v_0 \cdot t$ balandlikka ko'tarilar edi, ammo yerning tortish kuchi ta'sirida shu t vaqt ichida $h_2 = gt^2/2$ masofaga pasayadi. U holda jismning ko'tarilishi mumkin bo'lgan balandlik $h = h_1 - h_2$ ga teng, ya'ni

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (7)$$

Demak, yuqoriga tik otilgan jism bir vaqtning o'zida ikkita mustaqil harakatlarda, tik yuqoriga qarab tekis harakatda va tik pastga qarab yo'nalgan (erkin tushish) tekis tezlانuvchan harakatda bo'ladi. Yuqoriga tik otilgan jism harakati tekis sekinlanuvchan harakatdan iborat.

Yuqoriga tik otilgan jismning t vaqtdan keyingi tezligi

$$v = v_0 - gt \quad (8)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Jism eng baland ko'tarilgan paytda bir zum to'xtaydi (ya'ni, $v = 0$). Agar jism uchishni boshlagandan keyin, eng yuqori balandlikka ko'tarilish uchun ketgan vaqt t_k , bo'lsa, (8)-ifodaga ko'ra,

$$v_0 = gt_k \quad (9)$$

ga ega bo‘lamiz. Bu ifodadan jismning ko‘tarilishi uchun ketgan vaqtini hisoblash ifodasiga ega bo‘lamiz:

$$t_k = \frac{v_0}{g} \quad (10)$$

Yuqorida keltirilgan ifodalarga ko‘ra jismning maksimal ko‘tarilish balandligini aniqlash ifodasini quyidagicha yozamiz:

$$h = v_0 t_k - \frac{g t_k^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} \quad (11)$$

Havoning qarshiligi hisobga olinmas kichik bo‘lgan sharoitda yuqoriga tik otilgan jismning ko‘tarilishi uchun ketgan vaqti uning tushish vaqtiga teng, ya’ni $t_k = t_t$. Shuningdek, jism qanday tezlik bilan yuqoriga tik otilsa, u otilgan joyiga xuddi shunday tezlik bilan qaytib tushadi. Erkin tushish tekis tezlanuvchan, (yuqoriga tik otilgan jism tekis sekinlanuvchan) harakatda bo‘lganligi uchun jism harakati-ning o‘rtacha tezligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$v_{o'r} = \frac{v_0 + v}{2} \quad (12)$$

Nazorat uchun savollar

1. *Jismlarning qanday tushishi erkin tushish deyiladi?*
2. *Erkin tushish qanday harakat turiga kiradi?*
3. *Erkin tushish tezlanishi nimaga bog‘liq?*
4. *Yuqoriga tik otilgan jism harakati qanday harakat turiga kiradi?*
5. *Yuqoriga tik otilgan jismning ko‘tarilish vaqtini va maksimal ko‘tarilish balandligini aniqlash formulalarini keltirib chiqaring.*
6. *Yuqoriga tik otilgan jismning ko‘tarilish vaqti bilan tushish vaqti tengligini isbotlang.*

7. Jismni yuqoriga qanday tezlik bilan otsak, u otilgan joyiga xuddi shunday tezlik bilan qaytib tushishini isbotlang.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Erkin tushayotgan jism 5 m/s boshlang'ich tezlikka ega bo'lsa, u 2 s dan keyin qanday tezlikka erishadi?

Berilgan: $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $t = 2\text{s}$, **Topish kerak:** $v = ?$

Yechish: h balandlikdan v_0 boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning ma'lum t vaqtdan keyingi tezligini quyidagicha hisoblaymiz:

$$v = v_0 + gt = 5 \text{ m/s} + 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 2\text{s} = 24,62 \text{ m/s}$$

Javob: jismning ikki sekunddan keyingi tezligi 24,62 m/s ga teng.

2. Jism boshlang'ich tezliksiz 500 m balandlikdan erkin tushmoqda. Oxirgi sekundda jismning ko'chishi nimaga teng. Erkin tushish tezlanishini 10 m/s^2 ga teng deb oling.

Berilgan: $v_0 = 0 \text{ m/s}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $h = 500 \text{ m}$, **Topish kerak:** $\Delta s_n = ?$

Yechish: Jismning tushish vaqtini quyidagicha aniqlaymiz: $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \text{ m}}{10 \text{ m/s}^2}} = 10\text{s}$ boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning oxirgi sekunddagi ko'chishini $\Delta s_n = \frac{g}{2} \cdot (2 \cdot n - 1)$ ifodaga ko'ra hisoblaymiz:

$$\Delta s_{10} = \frac{10}{2} \cdot (2 \cdot 10 - 1) = 95 \text{ m}$$

Javob: jismning oxirgi sekunddagi ko'chishi 95 m bo'lgan.

3. Balandligi 20 m bo'lgan binodan tushayotgan jismning boshlang'ich tezligi 15 m/s. Yerga urilish paytida uning tezligi nimaga teng?

Berilgan: $h = 20\text{m}$, $v_0 = 15\text{ m/s}$, $g = 9,81\text{ m/s}^2$, $v = ?$

Yechish: h balandlikdan erkin tushayotgan jismning yerga urilish paytidagi tezligini quyidagicha hisoblaymiz:

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

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

4. Biror balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tashlangan jism 4s da yerga tushdi. U qanday balandlikdan tashlangan?

Berilgan: $v_0 = 0\text{ m/s}$, $t = 4\text{s}$, $g = 9,81\text{ m/s}^2$, **Topish kerak:** $h = ?$

Yechish: v_0 boshlang'ich tezlik bilan tashlangan jism t vaqt davomida erkin tushgan bo'lsa, uning tushayotgan h balandligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi: $h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$, masala shartiga ko'ra jismning boshlang'ich tezligi $v_0 = 0$

va jismning tushish balandligi $h = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,81\frac{m}{s^2} \cdot (4s)^2}{2} \approx 80\text{m}$ bo'ladi.

Javob: jismning tushish balandligi 80 m ga teng.

5. Erkin tushayotgan jism oxirgi 2 sekundda 160 m masofani o'tgan bo'lsa, u qancha vaqt tushgan? Erkin tushish tezlanishini 10 m/s^2 ga teng deb oling.

Berilgan: $v_0 = 0\text{ m/s}$, $\Delta t = 2\text{s}$, $g = 10\text{ m/s}^2$, $\Delta s = 160\text{ m}$, **Topish kerak:** $t = ?$

Yechish: jism boshlang'ich tezliksiz yerga tushguncha t vaqt harakatlangan bo'lsin. Jismning t vaqt ichida ko'chi-

shu $s_t = \frac{gt^2}{2}$ ga teng. Shuningdek, jismning $t - \Delta t$ vaqt ichidagi ko'chishi $s_{t-\Delta t} = \frac{g(t-\Delta t)^2}{2}$ ga teng. Δt vaqt ichidagi ko'chish $\Delta s = s_t - s_{t-\Delta t} = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t-\Delta t)^2}{2} = \frac{2gt\Delta t - g\Delta t^2}{2}$. Bu ifodadan t tushish vaqtining ifodasini keltirib chiqarib, Δt , g va Δs ning qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz:

$$t = \frac{2\Delta s + g\Delta t^2}{2g\Delta t} = \frac{2 \cdot 160m + 10 \frac{m}{s^2} \cdot (2s)^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 2s} = 9s$$

Javob: jismning tushish vaqti 9 s ga teng.

6. Jism 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qancha vaqtdan so'ng u 80 m balandlikda bo'lishini aniqlang.

Berilgan: $v_0 = 40$ m/s, $g = 10$ m/s², $h = 80$ m, **Topish kerak:** $t = ?$

Yechish: yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilish balandligi: $h = v_{02}t + \frac{gt^2}{2}$. Ifodadagi v_0 , g va h ning qiymatlarini qo'yib, t ga nisbatan quyidagi kvadrat tenglamani hosil qilamiz: $80 = 40t - 5t^2$. Kvadrat tenglamani yechib $t = 4s$ ga ega bo'lamiz.

Javob: jism 80 m balandlikga 4 s davomida ko'tarilgan.

7. Jism vertikal yuqoriga 30 m/s tezlik bilan otildi. Qancha vaqtdan so'ng uning tezligi ikki marta kamayadi?

Berilgan: $v_0 = 30$ m/s, $v = v_0/2 = 15$ m/s, $g = 10$ m/s², **Topish kerak:** $t = ?$

Yechish: boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning t vaqtdan keyingi tezligini $v = v_0 - gt$

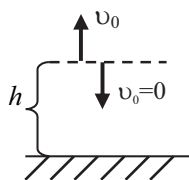
ifoda yordamida aniqlash mumkin. Bu ifodadan

$$t = \frac{v_o - v}{g} = \frac{30 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2} = 1,5 \text{ s}$$

Javob: jismning tezligi 1,5 s dan keyin ikki marta kamaygan.

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

Berilgan: $v_{o1} = 15 \text{ m/s}$, $v_{o2} = 0 \text{ m/s}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, **Topish kerak:** $h = ?$



Yechish: birinchi jism v_{o1} tezlik bilan yuqoriga otilgan bo'lsa, uning ko'tarilish vaqti

$$t_k = \frac{v_{o1}}{g} = \frac{15 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 1,53 \text{ s}.$$

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

Ikkinchi jism shu t vaqt ichida $h = v_{o2}t + \frac{gt^2}{2}$ ga teng yo'l yurib pastga tushadi. Masala shartiga ko'ra $v_{o2} = 0$ va

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot (3 \text{ s})^2}{2} \approx 44,15 \text{ m}$$

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

9. Yuqoridan pastga qarab ikki jism boshlang'ich tezlik-siz 0,8s vaqt oralig'ida tashlab yuborildi. Qancha vaqtdan keyin ular orasidagi masofa 20m bo'ladi?

Berilgan: $v_o = 0$, $s = 20 \text{ m}$, $\Delta t = 0,8 \text{ s}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Topish kerak: $t = ?$

Yechish: boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan birinchi va ikkinchi jismlarning harakat tenglamalarini yozamiz:

$$h_1 = \frac{g \cdot t^2}{2} \quad \text{va} \quad h_2 = \frac{g \cdot (t - \Delta t)^2}{2}$$

Δt vaqtdan keyin ular orasidagi masofa $s = h_2 - h_1$ ga teng bo'ladi, ya'ni $s = \frac{g \cdot t^2}{2} - \frac{g \cdot (t - \Delta t)^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot (2t \cdot \Delta t - \Delta t^2)$

va bu ifodadan $t = \frac{s}{g \cdot \Delta t} + \frac{\Delta t}{2} = \frac{20}{9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,8s} + \frac{0,8s}{2} \approx 3s$

Javob: taxminan 3s o'tgandan so'ng.

ESLATMA: ushbu mavzuga doir masala echish va test topshiriqlarini bajarishda erkin tushish tezlanishining qiymatini 10 m/s^2 teng deb oling

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Erkin tushayotgan jismning boshlang'ich tezligi 10 m/s bo'lsa, uning $3s$ dan keyingi tezligi va bosib o'tgan yo'lini toping. (**40 m/s ; 75 m**)

2. Erkin tushayotgan jismning $1,5 \text{ s}$ dan keyingi tezligi 35 m/s bo'lsa, uning boshlang'ich tezligini qanday bo'lgan? (**20 m/s**)

3. Tosh yerga 40 m/s tezlik bilan urildi. Yerdan qanday balandlikda uning tezligi 20 m/s bo'lgan? Toshning boshlang'ich tezligini nolgacha teng deb oling. (**60 m**)

4. Jism 80 m balandlikdan erkin tushmoqda. Tushishning oxirgi sekundidagi ko'chishni toping. Harakat davomidagi o'rtacha tezligini aniqlang. Jismning boshlang'ich tezligini nolga teng deb hisoblang. **(35 m; 20 m/s)**

5. 80 m balandlikdan 5 m/s boshlang'ich tezlik bilan vertikal pastga otilgan jismning tezligi yerdan qanday balandlikda 5 marta oshgan bo'ladi? **(50 m)**

6. Agar vertikal yuqoriga otilgan jism yo'lining oxirgi $\frac{1}{4}$ qismini 3 s da bosib o'tgan bo'lsa, u qancha vaqt ko'tarilgan? Uning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan? **(60 m/s)**

7. Agar boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism oxirgi sekundida 75 m yo'lni o'tgan bo'lsa, u qanday balandlikdan tushgan? Harakatning oxiridagi tezligi nimaga teng? **(320 m, 80 m/s)**

8. Vertolyot 500 m balandlikdan o'zgarmas 10 m/s tezlik bilan tusha boshlagan paytda undan biror jism tashlandi. Jism vertolyotdan qancha vaqt oldin tushadi? Havoning qarshiligini hisobga olmang. **(41 s)**

9. 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jism yerga qaytib tushdi. Jismning uchish davomidagi o'rtacha tezligi nimaga teng? Havoning qarshiligini hisobga olmang. **(20 m/s)**

10. Vertikal erkin tushayotgan jism oxirgi ikki sekundda 200 m yo'l o'tdi. Jism qancha vaqtda va qanday balandlikdan tushgan? **(11 s; 605 m)**

11. Ikki sharcha bir nuqtadan 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan 1 sekund vaqt intervali bilan yuqoriga vertikal otildi.

Birinchi sharcha otilgandan qancha vaqt o'tgach, sharlar uchrashadi? **(2,5s)**

12. Biror balanlikdagi bir nuqtadan ikki jism bir vaqtda harakat qila boshladi ulardan biri 40 m/s tezlik bilan vertikal yuqoriga otildi, ikkinchisi esa erkin tusha boshladi. Qancha vaqtdan so'ng ular orasidagi masofa 120 m ga teng bo'ladi? **(3s)**

13. Vertolyotdan ikkita yuk boshlang'ich tezliksiz tashlandi, ammo bu yuklarning ikkinchisi birinchisidan bir sekund keyin tashlandi. Birinchi yuk tashlangandan 4 s o'tgach bu ikki yuk orasidagi masofa qanday bo'ladi? **(35m)**

14. Jism 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. U 60 m balandlikdan yuqorida qancha vaqt bo'ladi? **(4s)**

15. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism oxirgi uch sekund ichida 195 m yo'l bosib o'tdi. U qanday balandlikdan tashlangan? **(320 m)**

16. Tosh 20m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushmoqda. Oxirgi 5m yo'lni qancha vaqtda bosib o'tadi? **(0,27 s)**

17. Qanday boshlang'ich tezlik bilan yer sirtidan vertikal yuqoriga tik otilgan jism 6s ichida 100m lik yo'lni bosib o'tadi? **(40 m/s)**

18. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism oxirgi 10s da butun yo'lning 0,75 qismini bosib o'tdi. U qanday balandlikdan tashlangan va uning to'liq harakat vaqti qancha davom etgan? **(2000 m, 20 s)**

19. Raketa yerdan vertikal yo'nalishda 8 m/s^2 tezlanish bilan 20 s davomida ko'tarildi, so'ng uning dvigateli o'chirildi. Raketa qancha vaqtdan keyin yerga qaytib tushadi? (60s)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Jism 15 m/s tezlik bilan vertikal pastga qarab tashlandi. U 2s o'tgach qanday tezlikka erishadi (m/s)?

A) 25 B) 35 C) 30 D) 45

2. Jism 35 m balandlikdan boshlag'ich tezliksiz tashlab yuborildi. U 2s dan so'ng yerdan qanday balandlikda bo'ladi (m)?

A) 7 B) 10 C) 15 D) 17,5

3. Jism qanday tezlik bilan otilsa, u 6s dan so'ng otilgan joyiga qaytib tushadi (m/s)?

A) 20 B) 35 C) 30 D) 40

4. Jism yuqoriga 40 m/s tezlik bilan otildi. Uning maksimal ko'tarilish balandligi qanday (m)?

A) 40 B) 60 C) 120 D) 80

5. Jism 2,4m balandlikdan 1 m/s tezlik bilan pastga qarab otildi. Uning yerga urilish paytdagi tezligi qanday (m/s)?

A) 7 B) 8 C) 4 D) 5

6. Yuqoriga erkin ko'tarilayotgan jismning tezligi 2s o'tgach ikki marta kamaydi. U qanday tezlik bilan otilgan?

A) 30 B) 40 C) 50 D) 60

7. Boshlang'ich tezliksiz tushayotgan jism oxirgi sekundda 45m yo'lni bosib o'tgan bo'lsa, u qanday balandlikdan tashlangan? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

A) 180 B) 125 C) 150 D) 160

8. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning 3-va 7-sekund oxiridagi tezliklarining nisbati qanday bo'ladi?

A) 0,6 B) 1,67 C) 0,43 D) 0,216

9. Jism boshlang'ich tezliksiz vertikal erkin tushmoqda. Uning dastlabki 5 s va 7 s vaqt davomida o'tgan yo'llarining nisbatini aniqlang.

A) 25:49 B) 5:7 C) 5:13 D) $\sqrt{5}:\sqrt{7}$

10. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan birinchi jism ikkinchi jismga qaraganda 3 marta ko'p uchgan. Ularning ko'chishlari necha marta farq qiladi?

A) 9 B) 8 C) 16 D) 3

11. Agar boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism yo'lining ikkinchi yarmini 2s da bosib o'tgan bo'lsa, u yo'lining birinchi yarmini qancha vaqtda bosib o'tgan (s)?

A) 3,5 B) 4 C) 4,8 D) 2,4

12. Agar vertikal yuqoriga otilgan jism yo'lining ikkinchi yarmini 3 s da o'tgan bo'lsa, u qanday balandlikgacha ko'tarilgan?

A) 30m B) 90m C) 60m D) 80m

13. Boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism 10-sekundda qanday masofani bosib o'tadi?

A) 110 m B) 95 m C) 245 m D) 490 m

14. Boshlang'ich tezliksiz 320 m balandlikdan erkin tushayotgan jism harakatining oxirgi sekundida qanday masofaga ko'chadi?

A) 160m B) 140m C) 55m D) 75m

15. Agar ikkinchi tomchi uzilgandan 2 s o'tgach tomchilar orasidagi masofa 25 m ga teng bo'lgan bo'lsa, tomchilar qanday vaqt intervali bilan uzilgan (s)?

A) 0,5 B) 1 C) 1,5 D) 1,2

16. Bitta vertikal chiziqda joylashgan ikkita nuqtadan bir vaqtda ikkita jism erkin tusha boshladi. Ular orasidagi masofa qanday o'zgaradi?

A) ortib boradi B) kamayib boradi
C) o'zgarmaydi D) nuqtalar orasidagi masofaga bog'liq

17. Bir jism yerdan 80 m balandlikdan boshlang'ich tezlik-siz, ikkinchi jism 120 m balandlikdan qandaydir boshlang'ich tezlik bilan tusha boshladi. Ikkala jism bir vaqtda yerga urildi. Ikkinchi jismning boshlang'ich tezligini toping (m/s).

A) 5 B) 3 C) 4 D) 10

18. Tosh erkin tushmoqda. Tushish balandligining yarmi-ni bosib o'tishi uchun ketgan vaqt, butun balandlikni bosib o'tish vaqtining qancha qismini tashkil qilishini aniqlang.

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\sqrt{2}$ D) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

19. 30 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning tezligi 10 m/s bo'lganda, u yerdan qancha balandlikda bo'ladi (m)?

A) 30 B) 25 C) 20 D) 10

20. Jism 180 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushmoqda. Jismning oxirgi sekunddagi ko'chishi birinchi sekunddagi ko'chishidan necha marta katta?

A) 6 B) 11 C) 18 D) 10

21. Boshlang'ich tezliksiz birinchi jism H , ikkinchisi $4H$ balandlikdan yerga qarab tashlab yuborildi. Ikkinchi

jismning yerga urilish tezligi birinchi jism tezligidan necha marta katta bo'ladi?

A) 2 marta B) 0,5 marta C) 2,5marta D) 4 marta

22. Massalari 100g va 150g bo'lgan ikki metall sharcha bir xil tezlik bilan tik yuqoriga otildi? Ularning qaysi biri balandroq ko'tariladi? Havoning qarshiligini hisobga ol-mang.

A) massasi kichigi bo'lgan sharcha
B) massasi katta bo'lgan sharcha
C) ikkalasi bir hil balandlikkacha ko'tariladi
D) berilgan ma'lumotlar etarli emas

23. 40 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jism 4 s o'tgach, qanday tezlikka ega bo'ladi?

A) 0 m/s B) 5 m/s C) 15 m/s D) 20 m/s

24. Jismning yuqoriga ko'tarilish balandligini 9 marta orttirish uchun uning boshlang'ich tezligini necha marta orttirish kerak?

A) 2 marta B) 9marta C) 5 marta D) 3 marta

25. Qandaydir v_0 boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otil-gan jismning tezligi qanday balandlikda ikki marta kamayadi?

A) $\frac{v_0^2}{2g}$ B) $\frac{v_0}{3g}$ C) $\frac{3v_0^2}{8g}$ D) $\frac{2v_0^2}{3g}$

26. Jism qanday boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otilgan-da u 6 s o'tgach, 10 m/s tezlik bilan pastga harakat qiladi (m/s)?

A) 50 B) 70 C) 40 D) 60

27. Jism 40 m/s tezlik bilan vertikal yuqoriga otildi. U 6s davomida qancha yo'l bosib o'tadi?

A) 100m B) 80m C) 65m D) 120m

28. Yuqoriga tik otilgan jism 4 s vaqt orailg'ida 11,5m li balandlikdan ikkinchi marta o'tdi. Jismning boshlang'ich tezligini toping.

A) 25 m/s B) 20 m/s C) 23 m/s D) 28 m/s

29. Jism 60 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qancha vaqtdan so'ng uning tezligi (modul jihatidan) boshlang'ich tezlikdan 4 marta kichik bo'ladi?

A) faqat 3 s B) 2 s va 4s C) faqat 4 s D) 4,5 s va 7,5 s

30. To'p 15m/s boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qaysi tenglama to'p ko'tarilish balandligining vaqtga bog'lanishini ifodalaydi?

A) $h = 15t$ B) $h = 15t - 5t^2$
C) $h = 15t + 10t^2$ D) $h = 15t - 10t^2$

31. Jism H balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jism harakatning oxirgi sekunda 0,75H masofani bosib o'tdi. U qanday balandlikdan tushgan (m)?

A) 20m B) 10 C) 25 D) 40

32. Ikki jism bir xil 20 m/s tezlik bilan 2 s oralatib, yuqoriga tik otildi. Ular qanday balandlikda uchrashadi (m)?

A) 10 B) 15 C) 5 D) 20

33. Ikki jism yuqoridan boshlang'ich tezliksiz tashlandi. Jismlarning biri ikkinchisidan bir sekund keyin tashlandi. Birinchi yuk tashlangandan 3 s o'tgach, bu ikki jism orasidagi masofa qancha bo'ladi?

A) 10 B) 15 C) 25 D) 20

34. Yuqoriga tik otilgan jism 10sekunddan so'ng o'zining oldingi holatiga qaytdi. Jismning dastlabki olti sekund ichida bosib o'tgan yo'lini aniqlang (m).

A) 80 B) 130 C) 110 D) 140

35. Jism boshlang'ich tezliksiz 54m masofadan tik pastga qarab tashlandi. Shu balandlikni shunday uch

qismga bo'lish kerakki, bunda har bir qismini o'tish uchun bir xil vaqt kerak bo'lsin (m).

A) 8, 20, 26 B) 9, 18, 27 C) 6, 20, 28 D) 6, 18, 30

36. Jism boshlang'ich tezliksiz biror balandlikdan erkin tushmoqda. Jism yo'lining 0,25 qismini o'tgach v tezlikka erishdi. U yo'l oxirida qanday tezlikka erishadi?

A) $2v$ B) $6v$ C) $4v$ D) $3v$

9. Egri chiziqli harakat. Aylana bo'ylab tekis harakat

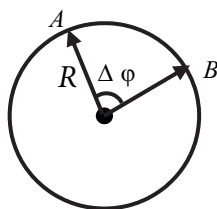
Turmushda to'g'ri chiziqli harakatlarga nisbatan aylanma harakatlar ko'p uchraydi. Masalan, mashina g'ildiraklari, soat millarining uchi, Yerning aylanishi ham aylanma harakatga misoldir.

1. Harakat trayektoriyasi egri chiziqdan iborat bo'lgan harakat egri chiziqli harakat deyiladi. Jism egri chiziqli harakatlanganda, egri chiziq trayektoriyasining har bir nuqtasida jismning oniy tezligi shu nuqtaga o'tkazilgan urinma bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun egri chiziqli harakatda jism tezlik vektorining yo'nalishi uzluksiz o'zgarib turadi. Aylana bo'ylab harakat egri chiziqli harakatning xususiy holidir. Jismning aylana bo'ylab harakatini o'rganishga yordam beradigan ba'zi kattaliklar bilan tanishamiz.

Burilish burchagi – φ . Jism aylana bo'ylab A nuqtadan B nuqtaga qarab harakat qilayotgan bo'lsin (13-rasm). Aylana markazi O nuqta bilan A va B nuqtalarni birlashtiramiz. Bu birlashtiruvchi radiuslar (ya'ni OA va OB) ga radius vektorlari deb atash qabul qilingan. Jism A nuqtadan B nuqtaga ko'chganda hosil bo'lgan ikki radius vektorlari orasidagi burchakka burilish burchagi deyiladi. **Aylana yoyi uzunligi aylananing radiusiga teng bo'lganda** ($\Delta l = AB = R$) aylana yoyini hosil qiluvchi ikki radius vektor orasidagi

burchakni bir radian deb atash qabul qilingan. Bir radianning burchak qiymatini aniqlaylik. Δl yoy uzunligiga mos keluvchi markaziy burchakni radianlarda ifodalash uchun shu yoy uzunligini radiusga bo'lish kerak, ya'ni

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta l}{R}.$$



13-rasm

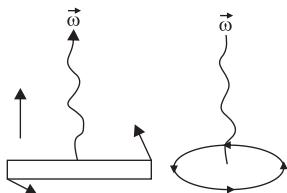
φ – radius vektorining burilish burchagi bo'lib, u *rad*(radian) da o'lchanadi. Jism aylana bo'ylab to'liq bir marta aylanib chiqqanda bosib o'tilgan yo'li $2\pi R$ ga teng va uning burilish burchagi $\varphi = \frac{2\pi R}{R} = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ$ ga teng va

bundan 1 rad ning qiymatini gradusda

hisoblaymiz: $1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ 18'$

2. Burchak tezlik – ω . Aylana bo'ylab harakatda burilish burchagining burilish uchun ketgan vaqtga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka *burchak tezlik* deyiladi. Ta'rifga ko'ra burchak tezlik ifodasini quyidagicha yozamiz: $\omega = \frac{\varphi}{t}$.

XBS da burchak tezlik rad/s da o'lchanadi. Burchak tezlik vektor kattalikdir.



14-rasm

Uning yo'nalishi parma qoidasi bo'yicha aniqlanadi. Parma dastasi uchining aylanish yo'nalishi moddiy nuqtaning harakat yo'nalishi bilan bir xil bo'lganda, parma uchining ilgarilanma harakat yo'nalishi burchak tezlik vektorining yo'nalishini ko'rsatadi (14-rasm).

3. Aylanish chastotasi – ν . Jismnig birlik vaqt ichida-gi aylanishlar soni *aylanish chastotasi* deyiladi. Ta’rifga ko’ra jism t vaqt ichida aylanani N marta aylanib chiqqan bo’lsa, uning aylanish chastotasi quyidagicha hisoblanadi:

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

XBS da aylanish chastotasi $\text{ayl/s} = 1/\text{s} = \text{s}^{-1}$ birligida o’lchanadi.

4. Aylanish davri – T . Jismning aylana bo’ylab bir marta to’liq aylanib chiqishi uchun ketgan vaqtga *aylanish davri* deyiladi. Agar jism t vaqt ichida N marta to’liq aylangan bo’lsa, uning aylanani bir marta aylanib chiqishi uchun ketgan vaqt, y’ani aylanish davri quyidagicha aniqlanadi:

$$T = \frac{t}{N} \text{ yoki } T = \frac{1}{\nu}$$

Aylanish davri aylanish chastotasiga teskari bo’lgan kattalikdir.

5. Chiziqli tezlik – v . Aylana bo’ylab harakat qilayotgan moddiy nuqtaning birlik vaqt ichida aylananing yoyi bo’ylab o’tgan yo’liga son jihatdan teng bo’lgan va aylanaga urunma bo’ylab yo’nalgan kattalikka *chiziqli tezlik* deyiladi. Jism aylanani to’liq bir marta aylanib chiqqanda ketgan vaqt $t = T$ bo’lib, burilish burchagi $\varphi = 2\pi$, bosib o’tgan yo’li esa aylananing uzunligiga ($l = 2\pi \cdot R$) ga teng bo’ladi. U holda burchakli va chiziqli tezlik quyidagicha yozamiz:

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

Ifodalardan ko‘rinib turibdiki moddiy nuqtaning burchak tezligi uning aylanish davriga teskari, aylanish chastotasiga esa to‘g‘ri mutanosibda bo‘ladi. Aylanma harakatlar ichida moddiy nuqta yoki jismning tekis harakati ko‘p uchraydi. Masalan ba’zi kosmik jismlar aylana bo‘ylab tekis harakat qiladi.

Aylanma harakat qilayotgan moddiy nuqtaning ixtiyoriy teng vaqt oraliqlarida o‘zaro teng bo‘lgan aylana yoyi uzunliklarini bosib o‘tadigan harakatiga aylana bo‘ylab tekis harakat deyiladi.

Aylana bo‘ylab tekis harakatda moddiy nuqtaning burchak tezligi va chiziqli tezligining moduli ($\omega = \text{const}$, $v = \text{const}$), shuningdek, aylanish davri va aylanish chastotasi ham ($T = \text{const}$, $\nu = \text{const}$) vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmasdan qoladi.

Nazorat uchun savollar

1. *Egri chiziqli harakat nima?*
2. *Burchak tezlik deb nimaga aytiladi?*
3. *Qanday harakatga aylana bo‘ylab tekis harakat deyiladi?*
4. *Aylanama harakatni tavsiflovchi qanday kattaliklar mavjud? Ularni ta’riflang.*
5. *Aylanish davri va aylanish chastotasi orasida qanday munosabat bor?*
6. *Burchak tezlik va chiziqli tezlik orasida qanday bog‘lanish bor?*
7. *Burchak tezlik vektorining yo‘nalishi qanday aniqlanadi?*

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Bir minutda 120 marta aylanayotgan shamollatgich parragingining aylanish davrini toping.

Berilgan: $t = 1$ minut = 60 s, $N = 120$ ta, **Topish kerak:** $T = ?$

Yechish: aylanish davri $T = \frac{t}{N} = \frac{60s}{120} = 0,5s$

Javob: shamollatgich parragingining aylanish davri 0,5s ga teng.

2. G'ildirak 0,5 minutda 120 marta aylandi. Aylanish chastotasini toping.

Berilgan: $t = 0,5$ minut = 30 s, $N = 120$ ta, **Topish kerak:** $\nu = ?$

Yechish: aylanish chastotasini hisoblash ifodasiga ko'ra;

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{120}{30s} = 4s^{-1}.$$

Javob: g'ildirakning aylanish chastotasi $4s^{-1}$ ga teng.

3. Yengil avtomobilning tezligi 20 m/s, g'ildiragining diametri 64 sm. G'ildirakning burchak tezligini toping.

Berilgan: $v = 20$ m/s, $d = 64$ sm, $R = d/2 = 32\text{sm} = 0,32$ m, $\omega = ?$

Yechish: chiziqli va burchak tezlik orasidagi bo'g'lanishni ifodalovchi formula ($v = \omega \cdot R$) dan g'ildirakning burchak tezligini hisoblash formulasini keltirib chiqaramiz va hisoblaymiz:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{20m/s}{0,32m} = 62,5rad/s$$

Javob: g'ildirakning burchak tezligi 62,5 rad/s bo'lgan.

4. O'zgarmas 8 rad/s burchak tezlikka ega bo'lgan gildirak 40 minutda necha marta aylanadi?

Berilgan: $\omega = 8 \text{ rad/s}$, $t = 40 \text{ minut} = 2400 \text{ s}$, **Topish kerak:** $N = ?$

Yechish: burchak tezlik va aylanish chastotasi orasidagi bog'lanish formulasi ($\omega = 2\pi \cdot \nu$) dan va aylanish chastotasi ta'rifidan g'ildirakning aylanishlar sonini topish uchun quyidagi formulani hosil qilamiz va hisoblaymiz:

$$N = \frac{\omega \cdot t}{2\pi} = \frac{8 \text{ rad/s} \cdot 2400 \text{ s}}{2 \cdot 3,14} = 3057$$

Javob: g'ildirak 40 minutda 3057 matra aylanadi.

5. Agar elektrovoz g'ildiragining diametri 1m va u 1 minutda 300 marta aylansa poyezd tezligi qanday bo'ladi?

Berilgan: $d = 1 \text{ m}$, $R = d/2 = 0,5 \text{ m}$, $t = 1 \text{ minut} = 60 \text{ s}$, $N = 300$ ta. **Topish kerak:** $\nu = ?$

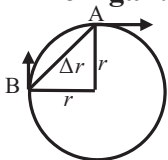
Yechish: aylanish davrini va chiziqli tezlikni hisoblash ifodalaridan $T = \frac{t}{N}$ va $\nu = \frac{2\pi R}{T}$ foydalanib poyezdning tezligini hisoblaymiz:

$$\nu = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot N}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 300}{60 \text{ s}} = 15,7 \text{ m/s}$$

Javob: poyezdning tezligi 15,7m/s ga teng.

6. Jism aylana bo'ylab o'zgarmas 5 m/s tezlik bilan tekis aylanmoqda. Davrning to'rtidan uch qismidagi jism tezligining o'zgarishi qancha bo'ladi?

Berilgan: $\nu = 5 \text{ m/s}$, $t = \frac{3}{4}T$, **Topish kerak:** $\Delta \nu = ?$



Yechish: A nuqtadan harakatini boshlagan tekis harakatlanayotgan jism B nuqtaga $\frac{3}{4}T$

vaqtda yetib kelsa tezlikning o'zgarishi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi: $\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta r}{r}$ (1). Chizmaga ko'ra, $\Delta r^2 = r^2 + r^2 = 2r^2$ yoki $\Delta r = r\sqrt{2}$ (2).

(1) va (2) ifodalarga asosan quyidagiga ega bo'lamiz $\Delta v = v\sqrt{2} = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$

Javob: jismning tezligining o'zgarishi $\sqrt{2}$ marta ortadi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Turbogenerator 1800 ayl/min chastotaga ega. Uning burchak tezligini toping. (**$60 \pi \text{ rad/s}$**)

2. Avtomobil g'ildiragi eng yuqori nuqtasining yerga nisbatan tezligi 30 m/s bo'lsa, avtomobilning tezligi qanday? (**15 m/s**)

3. Jism 10 m/s tezlik bilan 0,5 m radiusli aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Jismning aylanish chastotasi nimaga teng? (**$3,2 \text{ s}^{-1}$**)

4. Yuk avtomobili g'ildiragining diametri 0,8 m bo'lib, u minutiga 150 marta aylanadi. Avtomobil tezligini toping. (**$3,14 \text{ m/s}$**)

5. 10 sm radiusli charxtosh chetidagi nuqta ma'lum vaqt ichida 5 marta to'liq aйлandi. Nuqtaning yo'li va ko'chishini toping (**$S=3,14 \text{ m}$; $|\vec{S}|=0$**)

6. Jism R radiusli aylana bo'ylab harakatlanayapti. Jism aylananing uzunliginig $1/3$ qismini o'tganda yo'l va ko'chish moduli nimaga teng bo'ladi? (**$2\pi R/3, R\sqrt{3}$**)

7. Velosiped g'ildiragining radiusi 0,4 m. Velosiped 12,5 m/s tezlik bilan harakatlanishi uchun uning g'ildarigi qanday chastota bilan aylanishi kerak? (**5 s⁻¹**)

8. Agar diskning chekka nuqtasining tezligi 10 m/s, undan 20 sm markazga yaqin nuqtasining tezligi 8 m/s bo'lsa, diskning radiusini toping. (**1 m**)

9. Moddiy nuqta aylana bo'ylab 25 m/s tezlik bilan tekis aylanmoqda. Davrning ikkidandan bir qismida moddiy nuqta tezligining o'zgarishini toping? (**50 m/s**)

10. Yerning 60° kengligida uchayotgan Samolyotdagi yo'lovchi quyoshni o'z o'rnida to'xtab qolganday ko'rimga ega. Samolyot qanday tezlik bilan va qanday yo'nalishda uchmoqda? Samolyotdan yer markazigacha bo'lgan masofani 6400 km deb oling. (**837 km/soat, garb yo'nalishda**)

11. Miltiqdan otilgan qo'rg'oshin o'q bir-biridan 1m masofada joylashgan, gorizonttal bitta o'q atrofida 25 s⁻¹ chastota bilan aylanayotgan ikkita diskni teshib o'tdi. Teshiklar bir-biridan 15° ga siljigan bo'lsa, o'qning ikki disk orasidagi tezligini toping? (**600 m/s**)

12. Magnitofon o'rag'ichi 4m/s tezlik bilan 40s da tasmani o'rab oldi. Agar o'rag'ichning boshlangich radiusi 2sm, oxirgi radiusi 6sm bo'lsa, tasmaning qalinligini aniqlang. (**0,063 mm**)

13. Magnitofon eshitayotgan bola 20minut davomida kaseta o'raining radiusi ikki marta kamayganligini ko'rdi. Qancha vaqtdan keyin bu radius yana ikki marta kamayadi? (**5 minut**)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Jismning aylana bo‘ylab kattaligi o‘zgarmas tezlik bilan harakatlanishini qanday harakat deb hisoblash mumkin?

- A) tekis B) tekis tezlanuvchan
C) notekis tezlanuvchan D) $\vec{v} = \text{const}$ bo'lgan harakat

2. Harakatning istalgan paytida jismning tezlik va tezlanish vektori to'g'ri burchak hosil qilsa, u qanday harakatda bo'ladi?

- A) tinch turadi B) to'g'ri chiziqli tekis harakatda
C) to'g'ri chiziqli notekis harakatda
D) aylana bo'ylab tekis harakatda

3. 2,5 rad/s burchak tezlik bilan aylanma harakat qilayotgan karuselidagi qizcha tezligining modulini toping (m/s). Aylanish o'qidan qizchagacha bo'lgan masofa 2 m ga teng.

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

4. Vertolyot yuqoriga tekis ko'tarilmoqda. Vertolyot par-ragingning chetki nuqtasi Yer bilan bog'langan sanoq tizimiga nisbatan qanday trayektoriya bo'ylab harakat qiladi?

- A) aylana B) vintsimon C) parabola D) to'g'ri chiziq

5. Harakatlanayotgan avtomobil dvigatel parragining harakat trayektoriyasi avtomobil bilan bog‘langan sanoq sistemasiga va yer bilan bog‘langan sanoq sistemasiga nisbatan qanday shaklda bo‘ladi?

- A) parmasimon, aylana B) to'g'ri chiziq, aylana
C) aylana, aylana D) aylana, parmasimon

6. Aylanayotgan disk ustidagi radiuslari 1 sm ga farq qiladigan ikki nuqtaning chiziqli tezliklari oragidagi farq 0,314 m/s ga teng bo'lsa, diskning aylanish chastotasini toping.

- A) $3,14 \text{ s}^{-1}$ B) 1 s^{-1} C) 5 s^{-1} D) $6,28 \text{ s}^{-1}$

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

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

8. Jismning aylana bo'ylab harakatida uning aylanish radiusi ikki marta ortib tezligi ikki marta kamaygan bo'lsa, uning aylanish davri qanday o'zgarishini aniqlang.

- A) 4 marta, kamayadi B) 4 marta ortadi
C) 2 marta ortadi D) 2 marta kamaydi

9. Burchak tezligi o'zgarmas $3,14 \text{ rad/s}$ bo'lgan charx toshi 1 s ichida qanday burchakka buriladi?

- A) $62,8^\circ$ B) 270° C) 180° D) $31,4^\circ$

10. Velosiped g'ildiragining radiusi $0,4 \text{ m}$. Velosiped $8,8 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanishi uchun uning g'ildarigi qanday chastota (s^{-1}) bilan aylanishi kerak?

- A) 9 B) 14 C) 3,5 D) 7

11. Vertolyot o'zgarmas $0,2 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan vertikal pastga tusha boshladi. Agar vertolyot parragining aylanish chastotasi 40 ayl/s bo'lsa, vertolyot 40 m pastga tushguncha, parrak necha marta aylanadi?

- A) 800 B) $2 \cdot 10^3$ C) 400 D) $5 \cdot 10^6$

12. Jism radiusi 20 sm bo'lgan aylana traektoriyasi bo'ylab o'zgarmas 5 sm/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Jismning o'tgan yo'li 628 sm bo'lishi uchun u necha marta aylanishi kerak? A) 4 B) 8 C) 6 D) 5

13. Radiusi 8 m ga teng bo'lgan aylana traektoriya bo'ylab tekis harakatlanayotgan jism 3 minutda 40 marta aylanib chiqdi. Jismning aylanish davrini toping (s).

- A) 4,5 B) 3 C) 6 D) 9

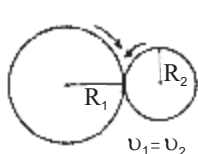
14. Egrilik radiusi 40 m bo'lgan burilish yo'lida avtomobil 54 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Avtomobil g'ildiragining burchak tezligini toping (rad/s). G'ildirakning radiusi 30 sm .

- A) 35 B) 45 C) 30 D) 50

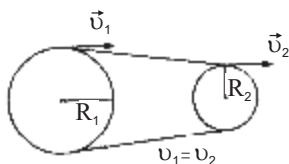
10. Aylanma harakatni uzatish

Aylanma harakatni friksion, tasmali va tishli g'ildirak orqali uzatish usullari bilan tanishamiz.

1. Friksion usulda uzatish. Aylanma harakatni friksion usulda uzatish uchun har xil diametrli ikki g'ildirak bir-biriga ma'lum bir kuch bilan siqib qo'yiladi. Ulardan biri soat strelkasining aylanishi bo'ylab aylansa, ikkinchi ishqalanish kuchi ta'sirida harakatga kelib soat strelkasining aylanishiga qarama-qarshi yo'nalishida aylanadi (20, a-rasm). Friksion uzatish uzatiladigan quvvat uncha katta bo'lmagan hollarda qo'llaniladi. Bu harakatda g'ildiraklar bir-biriga nisbatan sirpanmaydi, shu sababli gildiraklar gardishlarining chiziqli tezliklarining modullari son jihatdan o'zaro teng bo'ladi: $v_1 = v_2$, yoki $\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2$, $v_1 \cdot R_1 = v_2 \cdot R_2$. Bu ifodalarga asosan qo'yidagi xulosaga ega bo'lamiz: kichik radiusli g'ildirakning burchak tezligi va aylanish chastotasi katta radiusli g'ildirakning burchak tezligi va aylanish chastotasiga nisbatan katta bo'ladi.



(20 a-rasm)



(20 b-rasm)

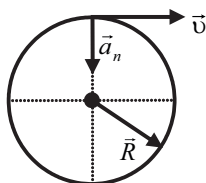


(20 c-rasm)

2. Tasmali uzatish. Aylanma harakatni tasmali uzatishda ikkita g'ildirak bir-biriga tarang tortilgan tasma bilan biriktiriladi (20, b-rasm). Tasmali uzatishda aylanayotgan g'ildiraklarning chiziqli tezliklarining modullari o'zaro teng: $v_1 = v_2$, burchak tezliklari esa chiziqli tezliklar orqali o'zaro quyidagi munosabatda bo'ladi: $v_1 = \omega_1 \cdot R_1$, $v_2 = \omega_2 \cdot R_2$

yoki $\omega_1/\omega_2 = R_2/R_1$ g'ildiraklarning aylanish chastotalari ularning radiuslariga teskari proporsionaldir, ya'ni g'ildirak radiusi qancha kichik bo'lsa, uning aylanishlari soni shunga katta bo'ladi.

3. Tishli g'ildirak orqali uzatish. Har xil diametri ikkita tishli g'ildirakning tishlarini bir-biriga kiyg'izish



21-rasm

orqali aylanma harakatni uzatish usuli tishli uzatish deb ataladi (20, c-rasm). Bir g'ildirakdagi tishlar soni N_1 bo'lib sekundiga n_1 marta aylansin, ω bilan tishlashgan ikkinchi g'ildirak esa N_2 ta tishga ega bo'lib, sekundiga n_2 marta aylansin.

Tishlashish nuqtasida 1 s da birinchi g'ildirakning $N_1 \cdot v_1$ tishi, ikkinchisining $N_2 \cdot v_2$ tishi o'tadi. Ikkala g'ildirakning vaqt birligida tishlashish nuqtasidan o'tgan tishlar soni teng bo'lganligi uchun $N_1 \cdot v_1 = N_2 \cdot v_2$. Bundan, bir-biriga tishlashgan g'ildiraklardan har birining aylanish chastotasi uning tishlari soniga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni $N_1/N_2 = v_2/v_1$.

Nazorat uchun savollar

1. Aylanma harakatni friksion uzatish qanday amalga oshiriladi?

2. Aylanma harakatni tasmali uzatish qanday amalga oshiriladi?

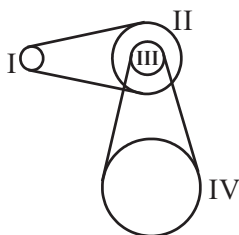
3. Aylanma harakatni tishli uzatish qanday amalga oshiriladi?

4. Tishli g'ildirak vositasida uzatishda tishlar soni bilan aylanish chastotasi orasida qanday bog'lanish bor?

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Harakat I shkivdan IV shkivga ikkita tasma uzatma yordamida uzatiladi. Agar I shkiv minutiga 1200 marta aylansa, shkivlarning radiuslari $R_1 = 8 \text{ sm}$, $R_2 = 32 \text{ sm}$, $R_3 = 11 \text{ sm}$, $R_4 = 55 \text{ sm}$ bo'lsa, IV shkivning aylanish chastotasini toping.

Berilgan: $t_1 = 1 \text{ minut} = 60 \text{ s}$, $N_1 = 1200$, $R_1 = 8 \text{ sm} = 0,08 \text{ m}$, $R_2 = 32 \text{ sm} = 0,32 \text{ m}$, $R_3 = 11 \text{ sm} = 0,11 \text{ m}$, $R_4 = 55 \text{ sm} = 0,55 \text{ m}$, **Topish kerak:** $\nu_4 = ?$



Yechish: I va II - shkivlar bitta tas-mada harakatlanganligi uchun ularn-ing chiziqli tezliklari o'zaro teng bo'ladi: $\nu_1 = \nu_2$ yoki $\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$.

I shkivning burchak tezligi $\omega_1 = \frac{\varphi}{t} = \frac{1200 \cdot 2\pi}{60} = 40\pi \text{ rad/s}$. U holda

ikkinchi shkivning burchak tezligi

$$\omega_2 = \frac{\omega_1 R_1}{R_2} = \frac{40\pi \cdot 0,08}{0,32} = 10\pi \text{ rad/s}.$$

II va III shkivlar bitta valga (o'qqa) mahkamlanganli-gi uchun ularning burchak tezliklari o'zaro teng bo'ladi: $\omega_2 = \omega_3 = 10\pi \text{ rad/s}$.

III va IV shkivlar bitta tas-mada harakatlanganligi uchun bu shkivlarning chiziqli tezliklari o'zaro teng: $\nu_3 = \nu_4$ yoki

$$\omega_3 R_3 = \omega_4 R_4. \text{ Bundan } \omega_4 = \frac{\omega_3 R_3}{R_4} = \frac{10\pi \text{ rad/s} \cdot 0,11 \text{ m}}{0,55 \text{ m}} = 2\pi \text{ rad/s}.$$

Burchak tezlikni aylanish chastotasi orqali ifodalab, aylan-ish chastotasini topamiz: $\omega_4 = 2\pi \nu_4$ $\nu_4 = \frac{\omega_4}{2\pi} = 1 \text{ s}^{-1}$

Javob: IV shkivning aylanish chastotasi 1 s^{-1} ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Mexanik harakat I g'ildirakdan II g'ildarakka tasmali uzatma yordamida uzatiladi. Agar I g'ildirak minutiga 3000 marta aylansa, g'ildiraklarning radiuslari mos ravishda 3 va 6 sm bo'lsa, ikkinchi g'ildirakning burchak tezligini toping. **(50π rad/s)**

2. Mexanik harakat I g'ildirakdan II g'ildirakka tasmali uzatma orqali uzatiladi. Agar II g'ildirakning burchak tezligi $100 \pi \text{ s}^{-1}$ g'ildiraklarning radiuslari mos ravishda 30 va 10 sm bo'lsa, I g'ildirak minutiga necha marta aylanadi? **(1000 marta)**

3. Doiraviy arraning diametri 60 sm. Arra o'qiga diametri 30 sm bo'lgan shkiv o'tkazilgan bo'lib, uni dvigatel valiga o'rnatilgan diametri 12 sm bo'lgan shkiv aylantiradi. Agar dvigatel vali 1200 ayl/min tezlik bilan aylantirsa, arra tishlarining tezligi qanday? **(15 m/s)**

4. Aylanma harakat 40 ta tishli g'ildirakdan 160 ta tishli g'ildirakka uzatilmoqda. Birinchi g'ildirak 3s davomida bir marta to'liq aylanib chiqsa, ikkinchi g'ildirakning aylanish davri qanday bo'ladi? **(12 s)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Radiuslari 18 sm, 15 sm va 25 sm bo'lgan uchta g'ildirak (shkiv) bir-biriga tasma bilan ulanib, birinchisi aylansa qolganlari ham aylanadi. Bu g'ildiraklarning aylanish chastotalari va markazdan eng uzoq nuqtalarining tezliklari qanday munosabatda bo'ladi?

A) $v_3 > v_1 > v_2$; $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$ B) $v_3 > v_2 > v_1$; $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$

C) $v_2 > v_1 > v_3$; $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$ D) $v_2 > v_1 > v_3$; $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$

2. Bir-biriga jips tekkan holda sirpanishsiz aylanayotgan (friksion bog‘langan) ikki shkiv radiuslarining nisbati $R_1/R_2 = 2$. Shkivlarning burchak tezliklari orasidagi munosabat qanday bo‘ladi?

A) $\omega_1 = \omega_2/2$ B) $\omega_1 = 2\omega_2$ C) $\omega_1 = \omega_2$ D) $\omega_1 = \omega_2/4$

3. Zanjirli uzatma yordamida bog‘langan ikkita tishli g‘ildirakning biridagi tishlar soni N_1 , ikkinchisidagi tishlar soni N_2 dan 4 marta katta bo‘lsa, g‘ildiraklarning burchak tezliklari orasidagi munosabat qanday bo‘ladi?

A) $\omega_2 = 2\omega_1$ B) $\omega_2 = 4\omega_1$ C) $\omega_1 = 2\omega_2$ D) $\omega_1 = 4\omega_2$

4. Aylanma harakat 50 ta tishli g‘ildirakdan 150 ta tishli g‘ildirakka uzatilmoqda. Birinchi g‘ildirak 2s davomida bir marta to‘liq aylanib chiqsa, ikkinchi g‘ildirakning aylanish davri qancha?

A) 3s B) 7,5s C) 5s D) 6s

10. Markazga intilma tezlanish

Aylanma harakatda tezlik vektorining moduli ham yo‘nalishi ham bir vaqtda o‘zgarishi mumkin. **Tezlik vektori modulining o‘zgarishini ifodalovchi tezlanishga urinma yoki tangensial (a_t) tezlanish deyiladi. Tezlik vektori yo‘nalishining o‘zgarishini ifodalovchi tezlanishga esa (a_n) normal yoki markazga intilma tezlanish deyiladi.** To‘liq tezlanish esa shu ikkala tezlanishlarning vektor yig‘indisiga teng, ya’ni $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$, to‘la tezlanishning moduli

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

Har qanday egri chiziqli harakatda, jumladan aylanma harakatda tezlik vektorining moduli o‘zgarmasa ham ammo uning yo‘nalishi uzluksiz o‘zgarib turadi. Demak, har qa-

nday egri chiziqli harakat tezlanuvchan harakatdan iborat.

Jism aylana bo‘ylab tekis harakatlanayotganda trayektoriasining istalgan nuqtasidagi tezlanish vektori aylananing radiusli bo‘ylab uning markazi tomon yo‘nalgan bo‘lib, shu nuqtaga o‘tkazilgan chiziqli tezlik vektoriga doimo perpendikulyar (normal yo‘nalgan) bo‘ladi (21-rasm). Shu tufayli bu tezlanish *markazga intilma* yoki *normal tezlanish* deyiladi.

Markazga intilma tezlanishning moduli jismning chiziqli tezligi moduli kvadratining, jism harakatlanayotgan aylana radiusi nisbatiga teng bo‘ladi, ya’ni

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

Aylana bo‘ylab tekis harakatda tezlik vektorining moduli o‘zgarmas ($|\vec{v}| = \text{const}$) bo‘lganligi uchun, tangensial tezlanish ($a_t = 0$) nolga teng bo‘ladi. Aylana bo‘ylab tekis harakatda to‘la tezlanish markazga intilma tezlanishga teng $\vec{a} = \vec{a}_n$ bo‘ladi. Markazga intilma tezlanishni hisoblashning quyidagi ifodalarini keltiramiz

$$a_n = \omega \cdot v = \omega^2 \cdot R = 4\pi^2 \cdot \nu^2 \cdot R = 4\pi^2 \cdot R/T^2$$

ν – vaqt birligi ichidagi aylanishlar soni, $T = 1/\nu$ – aylanish davri, trayektoriya (aylana) ni bir marta to‘liq aylanib chiqish uchun ketgan vaqt.

Nazorat uchun savollar

1. Markazga intilma tezlanish formulasini keltirib chiqaring.
2. Markazga intilma tezlanish qanday yo‘nalgan?
3. Markazga intilma tezlanishning chiziqli va burchak tezlik orqali ifodasini yozing.
4. Markazga intilma tezlanishning aylanish davri va chastotasi orqali ifodasini yozing.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Egrilik radiusi 100 m bo'lgan yo'l qismida 72 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan mashinaning markazga intilma tezlanishini toping.

Berilgan: $R = 100\text{m}$, $v = 72\text{km/soat} = 20 \text{ m/s}$, **Topish kerak:** $a = ?$

Yechish: markazga intilma tezlanishini hisoblash ifodasiga ko'ra:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{400 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{100\text{m}} = 4\text{m/s}^2$$

Javob: mashinaning markazga intilma tezlanishi 4m/s^2 ga teng.

2. 4 mm diametrli parmaning chetki nuqtasining markazga intilma tezlanishi 1568 m/s^2 . Parma minutiga necha marta aylanishini aniqlang.

Berilgan: $d = 4\text{mm}$, $R = d/2 = 2\text{mm} = 0,002\text{m}$, $a = 1568 \text{ m/s}^2$, $t = 1\text{minut} = 60\text{s}$, **Topish kerak:** $N = ?$

Yechish: markazga intilma tezlanish ($a = 4\pi^2 v^2 R$) ni va aylanish chastotasini hisoblash $v = \frac{N}{t}$ formulalaridan foy-

dalanib quyidagi ifodani hosil qilamiz: $a = 4\pi^2 \frac{N^2}{t^2} R$. Ush-

bu ifodadan aylanishlar sonini topimiz:

$$N = \sqrt{\frac{at^2}{4\pi^2 R}} = \sqrt{\frac{1568 \cdot 3600}{4 \cdot 9,856 \cdot 0,002}} = 8461 \text{ marta}$$

Javob: parma minutiga 8461 marta aylanadi.

3. Agar aylanayotgan jismning tangensial tezlanishi 6 m/s^2 , markazga intilma tezlanishi esa 8 m/s^2 ga teng bo'lsa, uning natijaviy tezlanish modulini toping.

Berilgan: $a_t = 6 \text{ m/s}^2$, $a_n = 8 \text{ m/s}^2$, **Topish kerak:** $a = ?$

Yechish: aylanma harakat qilayotganda jismning tezlik vektorining moduli ham, yo'nalishi ham bir vaqtda o'zgarishi mumkin. Shuning uchun jismning to'liq tezlanishi uning tangensial (urinma) va normal (markazga intilma) tezlanishlarining vektor yug'indisidan iborat bo'ladi: $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$. Bu ifodani skalyar ko'rinishda ifodalab, natijaviy tezlanishning qiymatini hisoblaymiz:

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}^2$$

Javob: jismning natijaviy tezlanish modulini 10 m/s^2 ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Egrilik radiusi 225 m bo'lgan burilishda 30 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning markazga intilma tezlanishi qanday bo'ladi?. (**4 m/s^2**)

2. Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan moddiy nuqtaning chiziqli tezligi 2 m/s va burchak tezligi 5 rad/s bo'lsa, markazga intilma tezlanishi qanday? (**10 m/s^2**)

3. Yerning 60° shimoliy kenglikdagi nuqtasidagi chiziqli tezlik va tezlanishini aniqlang. Yerning radiusi 6400 km , aylanish davri 24 soat . (**230 m/s , $0,017 \text{ m/s}^2$**)

4. To'xtab turgan karusel harakatlana boshladi va u 20 s ichida to'liq bir marta aylanib chiqdi. Bola karuselning aylanish o'qidan 5 m masofada joylashgan. Shu vaqt davomidagi to'liq tezlanishini aniqlang. (**2 m/s^2**)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Jumlaning mazmuniga mos gapni davom ettiring:
Aylana bo'ylab tekis harakatda tezlanish vektori...

- A) ($a > 0$) holda moduli va yo'nalishi o'zgarmaydi
- B) moduli va yo'nalishi o'zgarib turadi
- C) nolga teng
- D) moduli o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi uzluksiz o'zgarib turadi

2. Egri chiziqli harakatda oniy tezlik vektorining yo'nalishi qanday?

- A) oniy tezlik vektorini yo'nalishini aniqlab bo'lmaydi.
- B) egri chiziq radiusiga urinma bo'ylab
- C) traektoriyaga o'tkazilgan urinma bo'ylab
- D) egri chiziq radiusi bo'yicha markazga

3. Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab kattaligi o'zgarmas tezlik bilan harakatini qanday harakat deb hisoblash mumkin?

- A) aylana bo'ylab tekis
- B) notekis tezlanuvchan
- C) tekis tezlanuvchan
- D) $\vec{v} = const$ bo'lgan harakat

4. Moddiy nuqta aylana bo'ylab tekis harakatlanmoqda. Uning tezligi va tezlanishi orasidagi burchak qanchaga teng?

- A) 30° B) 45° C) 60° D) 90°

5. Egri chiziqli tekis harakatda quyidagi kattaliklarning qaysi biri o'zgarmaydi?

- A) oniy tezlik moduli
- B) tezlanish moduli
- C) o'rtacha tezlik moduli
- D) tezlanish vektori

6. Egri chiziqli tekis harakatda tezlanish vektorining yoʻnalishi qanday?

- A) traektoriyaning egrilik radiusi boʻyicha markazga
- B) traektoriyaga urinma
- C) harakat traektoriyasi boʻyicha
- D) egri chiziq radiusi boʻyicha markazdan tashqariga

7. Jism aylana boʻylab 10 m/s tezlik bilan tekis harakat qiladi. Agar markazga intilma tezlanish 4 m/s^2 boʻlsa, aylanish radiusini toping (m).

- A) 2,5 B) 12,5 C) 20 D) 25

8. Sharcha aylana boʻylab tekis harakat qilmoqda. Agar harakat tezligi oʻzgarmasdan, aylana radiusi 9 marta ortsa, markazga intilma tezlanish qanday oʻzgarishini toping.

- A) 3 marta ortadi B) 3 marta kamayadi
- C) 9 marta ortadi D) 9 marta kamayadi

9. Tekis aylanma harakat qilayotgan jismning tezligi oʻzgarmasdan, aylana radiusi ikki marta kamaysa uning markazga intilma tezlanishi qanday oʻzgaradi?

- A) oʻzgarmaydi B) 2 marta ortadi
- C) 2 marta kamayadi D) 4 marta kamayadi

10. Aylana boʻylab tekis harakat qilayotgan jismning tezligi oʻzgarmasdan trayektoriya radiusi ikki marta kamaysa uning markazga intilma tezlanishi necha marta oʻzgaradi?

- A) oʻzgarmaydi B) 2 marta ortadi
- C) 4 marta ortadi D) 2 marta kamayadi

11. Aylana boʻylab tekis harakatlanayotgan jismning burchak tezligi 10 marta ortsa, chiziqli tezligi esa shuncha marta kamaysa, jismning markazga intilma tezlanishi qanday oʻzgarishini aniqlang.

- A) o'zgarmaydi B) 5 marta ortadi
C) 5 marta kamayadi D) 10 marta kamayadi

12. Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning aylanish chastotasi 6 marta ortsa, aylana radiusi 36 marta kamaysa, jismning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi B) 6 marta ortadi
C) 36 marta kamayadi D) 36 marta ortadi

13. 0,5 rad/s burchak tezlik bilan aylanma harakat qilayotgan disk ustidagi jism tezligini toping (m/s). Aylanish o'qidan jismgacha bo'lgan masofa 12 m ga teng.

- A) 6 B) 9 C) 12 D)

14. Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning burchak tezligi 2 marta kamayib, aylana radiusi 2 marta ortsa, jismning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi B) 2 marta ortadi
C) 2 marta kamayadi D) 4 marta ortadi

15. Radiusi 1 m ga teng bo'lgan aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismning markazga intilma tezlanishi 10 m/s^2 bo'lsa, aylanish davri qanchaga (s) teng?

- A) 3 B) 2 C) 4 D) 3,5

16. Avtomobil 20 m/s tezlik bilan harakatlanganda g'ildiraklarning aylanish chastotasi 8 s^{-1} bo'lsa, g'ildiraklarining yo'lga tegadigan nuqtalaridagi markazga intilma tezlanishini toping (m/s^2).

- A) 1000 B) 900 C) 800 D) 1600

17. Burchak tezligi $30\pi \text{ rad/s}$ bo'lgan g'ildirak, 2 minutda necha marta aylanadi?

- A) 1800 B) 3600 C) 2400 D) 1200

18 Disk tekis aylanmoqda. Agar disk chetidagi nuqta 2 s da 120° ga burilgan bo'lsa, disk aylanishidagi burchak tezlik qanday (rad/s)?

- A) $\frac{\pi}{3}$ B) $\frac{2 \cdot \pi}{3}$ C) $\frac{\pi}{6}$ D) $\frac{\pi}{4}$

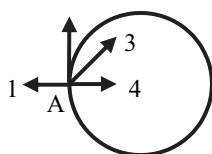
19. Ikkita moddiy nuqta R_1 va R_2 radiuslar bo'yicha harakatlanmoqda, bunda $R_1 = 2R_2$. Ularning aylanish davrlari teng bo'lgandagi markazga intilma tezlanishini taqqoslang.

- A) 2:1 D) 1:2 C) 1:4 D) 4:1

20. Ukkita moddiy nuqta radiuslar R_1 va R_2 aylana bo'ylab bir hil tezlikda tekis harakatlanmoqda, bunda $R_2 = 2R_1$. Ularning markazga intilma tezlanishini taqqoslang.

- A) $a_2 = 2a_1$ B) $a_1 = 2a_2$ C) $a_2 = a_1$ D) $a_2 = 4a_1$

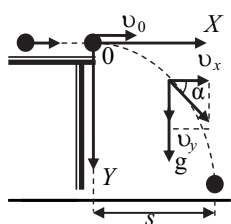
21. Soat strelkasi bo'yicha doimiy tezlik bilan aylanayotgan jismning A nuqtadagi tezlanish vektori rasmdagi yo'nalishlarning qaysi biriga mos keladi?



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

11. Gorizontal otilgan jism harakati

Balandligi h ga teng stol ustida to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanib kelayotgan zoldirning stol chetiga yetib kelgandan keyingi harakatini kuzataylik. Zoldir stol chetiga yetib kelgach, u ikkita harakatda qatnasha boshlaydi, ya'ni avvalgi yo'nalishda o'z harakatini davom ettirayotganligi hamda vertikal yo'nalishda harakatlanib pastga tushayotganligini ko'ramiz (22-rasm). Zoldirning bu harakati biror balandlikdan gorizontal otilgan jism harakatiga misoldir. Bu harakatni tavsiflash uchun XOY koordinata sistemasini tanlab olib, uni gorizontal otilgan jismning otilish nuqtasiga bog'laymiz.



22-rasm

Jism tezligining X va Y o'qlardagi proyeksiyalari quyidagicha ifodalanadi:

$$v_x = v_0, v_y = g \cdot t \quad (1)$$

Havoning qarshiligi hisobga olinmas darajada kichik bo'lganda, jism gorizontal yo'nalishda o'zgarmas v_0 tezlik bilan tekis harakat qiladi. Shuning uchun istalgan t vaqtdan keyingi gorizontal yo'nalishdagi ko'chishi yoki uchish uzoqligi quyidagicha hisoblanadi:

$$x = s = v_0 \cdot t \quad (2)$$

Jism vertikal yo'nalishda esa h balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushadi. Shuning uchun istalgan t vaqtdan keyingi vertikal yo'nalish bo'yicha ko'chishi quyidagicha hisoblanadi:

$$y = h = \frac{gt^2}{2} \quad (3)$$

Gorizontal otilgan jism harakat trayektoriyasining XOY o'qdagi tenglamasi (2) va (3) ifodalarga ko'ra quyidagicha bo'ladi:

$$y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2 \quad (4)$$

(4) ifoda parabola tenglamasini ifodalaydi. Demak, gorizontal otilgan jism parabola chizig'i bo'ylab harakat qiladi. Gorizontal otilgan jism harakati egri chiziqli harakatdir. h balandlikdan otilgan jismning uchish vaqti

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \quad (5)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. U holda jismning uchish uzoqligi

$$s = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \quad (6)$$

ga tengdir. Endi gorizontal otilgan jismni yerga qanday tezlik bilan kelib tushishini aniqlaylik. Yuqorida aytganimizdek, gorizontal otilgan jism gorizontal yo'nalishda tekis, vertikal yo'nalishda tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushadi. Harakatning oxiridagi (t vaqt o'tgandan keyin) gorizontal va vertikal yo'nalishidagi tezliklar mos ravishda $v_x = v_0$ va $v_y = g \cdot t$ bo'ladi. U holda jismning yerga urilishidagi tezligi

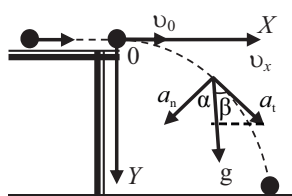
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh} \quad (7)$$

ga teng bo'ladi. Ixtiyoriy t vaqtdan keyin jism tezligining gorizontal yo'nalish bilan tashkil qilgan burchagi quyidagicha topiladi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}, \quad \alpha = \operatorname{arctg} \frac{gt}{v_0} \quad (8)$$

Egri chiziq bo‘ylab harakatlanayotgan jismning ko‘chish vektori uning bosib o‘tgan yo‘liga teng bo‘lmaydi. Shuningdek egri chiziq bo‘ylab harakatlanayotganda jismning tezlik vektorining yo‘nalishi ko‘chish vektorining yo‘nalishi bilan bir xil bo‘lmaydi. Gorizontal otilgan jismning harakati davomida uning tezlik vektorining moduli yo‘nalishi uzliksiz o‘zgarib turadi. Demak, egri chiziqli harakat tezlanuvchan harakatdan iborat. **Tezlik vektori modulining o‘zgarishini ifodalovchi tezlanishga uninma yoki tangensial (a_t) tezlanish deyiladi. Tezlik vektori yo‘nalishining o‘zgarishini ifodalovchi tezlanishga esa markazga intilma yoki normal (a_n) tezlanish deyiladi.**

Gorizontal otilgan jismning tangensial va normal tezlanishlarini havoning qarshiligini hisobga olmagan holda hisoblaylik. Biz yuqorida gorizontal otilgan jismning harakati havoning qarshiligi hisobga olinmas darajada kichik bo‘lganda, jism gorizontal yo‘nalishda o‘zgarmas v_0 tezlik bilan tekis harakat qilishi va vertikal yo‘nalishda esa tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushishi haqida takidlab o‘tgan edik. Gorizontal otilgan jismning biror t vaqtdan



23-rasm

keyingi (2-rasm, A nuqtadagi) uning tangensial va normal tezlanishlari mos ravishda

$a_t = g \cdot \sin \alpha$ va $a_n = g \cdot \cos \alpha$ (9) ga teng. 22- rasmdagi α va 23-rasmdagi β burchaklar bir-biri bilan $\alpha + \beta = 90^\circ$ ekanligini inobatga

olsak

$$\cos \alpha = \cos(90^\circ - \beta) = \sin \beta = \frac{v_o}{\sqrt{v_o^2 + (gt)^2}} \quad (10)$$

$$\sin \alpha = \sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta = \frac{v_y}{v} = \frac{gt}{\sqrt{v_o^2 + (gt)^2}} \quad (11)$$

Bularni (9) ifodaga qo'ysak quyidagiga ega bo'lamiz:

$$a_t = \frac{g^2 \cdot t}{\sqrt{v_0^2 + (gt)^2}} \text{ va } a_n = \frac{g \cdot v_0}{\sqrt{v_0^2 + (gt)^2}} \quad (9)$$

Shuni takidlash lozimki, bu harakatda tezlanishlar yig'indisi

$$\vec{a}_n + \vec{a}_t = \vec{g} \text{ yoki } \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = g \quad (10)$$

bo'ladi. Harakat boshlangan vaqtda, ya'ni $t = 0$, $a_t = 0$ bo'lib, markazga intilma tezlanish to'la tezlanishga teng bo'ladi. Jism pastga tushgan sari markazga intilma tezlanish kamayib (egrilik radiusi kattalashib, jism trayektoriyasining egiriligi kamaya boradi), tangensial tezlanishi esa ortib boradi. Gorizontaal otilgan jismning to'la tezlanishi vaqtning ixtiyoriy paytida va trayektoriya-ning ixtiyoriy nuqtasida erkin tushish tezlanishi $\vec{g}$ ga teng bo'lib, u vertikal pastga yo'nalgan bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Gorizontaal otilgan jism qanday harakatlarda qatnashadi?
2. Gorizontaal otilgan jismning trayektoriyasi qanday chiziqdan iborat?
3. Gorizontaal otilgan jism tezligining gorizontaal va vertikal tashkil etuvchilaridan qaysi biri jism harakati davomida o'zgarmaydi?
4. Gorizontaal otilgan jismning uchish vaqtini va maksimal uchish uzoqligini hisoblash formulalarini yozib bering.
5. Gorizontaal otilgan jismning maksimal uchish uzoqligi nimaga bog'liq?
6. Gorizontaal otilgan jism Yerga qanday tezlik bilan uriladi?
7. Gorizontaal otilgan jismning Yerga urilish tezligi gorizontaal tekislik bilan qanday burchak hosil qiladi?

Mavzuga doir masalalar yechish

1. 80 m balandlikdagi minoradan 15 m/s tezlik bilan gorizontaal otilgan jismning uchish uzoqligini toping.

Berilgan: $h = 80\text{m}$, $v_0 = 15 \text{ m/s}$, $g = 9,81\text{m/s}^2$, **Topish mumkin:** $s = ?$

Yechish: jism vertikal yo‘nalishda h balandlikdan tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushadi. Uning tushish vaqti quyidagicha hisoblanadi: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 80\text{m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 4,03\text{s}$

. Bundan foydalanib jismning t vaqt davomida gorizontaal

yo‘nalishdagi ko‘chishi yoki uchish uzoqligini hisoblaymiz: $s = v_0 \cdot t = 15\text{m/s} \cdot 4,03\text{s} = 60,5\text{m}$.

Javob: 60,5m.

2. Jism 35 m balandlikdan 30 m/s tezlik bilan gorizontaal otildi. Uning yerga urilishdagi tezligini toping.

Berilgan: $h = 35\text{m}$, $v_0 = 30 \text{ m/s}$, $g = 9,81\text{m/s}^2$, **Topish kerak:** $v = ?$

Yechish: gorizontaal otilgan jism gorizontaal yo‘nalishda tekis, vertikal yo‘nalishda tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushadi va harakatning oxiridagi gorizontaal va vertikal yo‘nalishdagi tezliklar mos ravishda $v_x = v_0$ va $v_y = gt$ bo‘ladi. U holda jismning yerga urilishdagi tezligi quyidagicha hisoblanadi

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \\ &= \sqrt{(30\text{m/s})^2 + 2 \cdot 9,81\text{m/s} \cdot 35\text{m}} = 39,83\text{m/s} \end{aligned}$$

Javob: jismning yerga urilishdagi tezligi 39,83m/s ga teng.

3. Jism biror balandlikdan gorizontaal yoʻnalishda otilgan. 3 s dan keyin tezlik vektori yerga nisbatan 60° burchak hosil qilgan. Jismning boshlangʻich tezligi qancha?

Berilgan: $t = 3\text{s}$, $\alpha = 60^\circ$, $g = 9,81\text{m/s}^2$, **Topish kerak:** $v_0 = ?$

Yechish: ixtiyoriy t vaqtdan keyin jism tezligining gorizontaal yoʻnalish bilan tashkil qilgan burchagi topiladi:

$tg\alpha = \frac{gt}{v_0}$ Ushbu ifodadan jismning boshlangʻich tezligini

$$\text{topib, } v_0 = \frac{gt}{tg\alpha} = \frac{9,81\text{m/s}^2 \cdot 3\text{s}}{\sqrt{3}} = 16,97\text{m/s}$$

Javob: jismning boshlangʻich tezligi 16,97m/s ga teng.

4. Gorizontaal yoʻnalishda 800 m/s tezlik bilan otilgan oʻq 400 m masofadagi nishonga borib yetguncha, vertikal yoʻnalishda qanchaga pasayadi?

Berilgan: $v_0 = 800\text{ m/s}$, $s = 400\text{ m}$, $g = 9,81\text{m/s}^2$, **Topish kerak:** $h = ?$

Yechish: avvalo, jismning uchish vaqtini topamiz:

$$t = \frac{s}{v_0} = \frac{400\text{m}}{800\text{m/s}} = 0,5\text{s}. \text{ Jism vertikal yoʻnalishda } h \text{ baland-}$$

likdan tekis tezlanuvchan harakat qilib erkin tushayapti, shuning uchun istalgan t vaqtdan keyingi vertikal yoʻnalish boʻyicha koʻchishi quyidagicha hisoblanadi:

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,81\text{m/s}^2 \cdot 0,5^2\text{s}^2}{2} = 1,23\text{m}$$

Javob: jism vertikal yoʻnalishda 1,23 m ga pasayadi

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Yerdan 1000 m balandlikda gorizontol yoʻnalishda 270 km/soat tezlik bilan uchayotgan samolyotdan yuk tashlandi. Yuk qancha vaqtdan soʻng yerga tushadi? Yuk tashlanayotgan vaziyatiga nisbatan qanday masofada yerga tushadi? **(14 s; 1050 m)**

2. Yerdan 45 m balandlikdan gorizontol yoʻnalishda 40 m/s tezlik bilan tosh otildi. U yerga qanday tezlik bilan tushadi? Jism tezligining vertikal tashkil etuvchisining oʻrtacha qiymatini qanday boʻladi? **(50 m/s; 15 m/s)**

3. Jism 125m balandlikdan gorizontol yoʻnalishda 30m/s tezlik bilan otildi. Toʻrt sekuddan keyin jismning tezligi qanday boʻladi? **(50 m/s)**

4. h balandlikdan v_0 boshlangʻich tezlik bilan gorizontol otilgan jism borib tushgan nuqtaga tushishi uchun uni $h/2$ balandlikdan qanday gorizontol tezlik bilan otish kerak? **($\sqrt{2} \cdot v_0$)**

5. 125 m balandlikdan gorizontol otilgan jismning 3 s dan soʻng tezlik vektori gorizont bilan 30° burchak tashkil etdi. U qanday tezlik bilan otilgan? Jism yerga urilish paytida tezligi yer sirti bilan qanday burchak tashkil qiladi? **(51 m/s, 44°)**

6. Agar qoyadan 20 m/s tezlik bilan otilgan toshning tezligi yerga 45° burchak ostida tushsa, uning oxirgi tezligi qanday boʻladi? **(28,2 m/s)**

7. Ikki jism bir xil balandlikdan boshlangʻich tezliksiz tashlab yuborildi. Birinchi jism toʻgʻri chiziqli harakatlanib yerga urildi. Ikkinchi jism esa yoʻl yarmida gorizontga nis-

batan 45^0 burchak ostida o'ralgan maydonchaga elastik urildi va harakatni davom ettirdi. Jismlarning yerga tushish vaqtlarini baholang. ($t_2/t_1 = \sqrt{2}$)

8. Jism 80m balandlikdan 10m/s tezlik bilan gorizontaal otildi. Uning yerga urilish paytdagi urinma va markazga intilma tezlanishlarni aniqlang. (**8,73m/s², 4,45m/s²**)

9. Gorizont bilan qiyaligi 45^0 bo'lgan qiya tekislikning uchidan 15 m/s tezlik bilan jism otildi. Jism qiya sirtga qanday masofada uriladi. (**32,4 m**)

10. Jism 20 m balandlikdan 20 m/s tezlik bilan gorizontaal otildi. Jism otirilgan joy bilan uning yerga tushish nuqtasi orasidagi masofani aniqlang. (**45 m**)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. 16 m balandlikdan gorizontaal otirilgan jismning uchish uzoqligi ham 16 m ga teng bo'lsa, jismning yerga tushish paytidagi tezligini aniqlang (m/s).

A) 16 B) 20 C) 32 D) 26

2. Jism 80m balandlikdan gorizontaal otildi. Agar uning uchish uzoqligi otirish balandligiga teng bo'lsa, u qanday tezlik bilan gorizontaal otirilgan (m/s)?

A) 20 B) 40 C) 30 D) 10

3. Biror balandlikdan 40 m/s tezlik bilan gorizontaal otirilgan jismning uchish uzoqligi, otirish balandligiga teng bo'lsa, jism qanday balandlikdan (m) otirilgan?

A) 200 B) 400 C) 320 D) 160

4. 60 m balandlikdagi qoya chetida turgan bola qo‘lidagi toshni 20 m/s tezlik bilan gorizontal otdi. Toshning yerga urilish paytidagi tezligi topilsin (m/s).

- A) 40 B) 45
C) 50 D) 54

5. 45m/s tezlik bilan gorizontal otilgan jismning uchish uzoqligi otishlash balandligidan uch marta katta. Jism qanday balandlikdan otilgan (m)?

- A) 28,4 B) 45 C) 52,5 D) 30,6

6. 125 m balandlikdagi minoradan jism 30 m/s tezlik bilan gorizontal yo‘nalishda otiladi. Havoning qarshiligi hisobga olinmasa, jismning uchish uzoqligini aniqlang.

- A) 300m B) 120m C) 240m D) 150m

7. Jism 180m balandlikdan gorizontal yo‘nalishda 40m/s tezlik bilan otiladi. Uch sekuddan keyin jismning tezligi qanday bo‘ladi (m/s)?

- A) 70 B) 40 C) 80 D) 50

8. Jism biror balandlikdan gorizontal yo‘nalishda otilgan. 4s dan keyin tezlik vektori yerga nisbatan 45° burchak hosil qilgan bo‘lsa, jismning boshlang‘ich tezligini toping (m/s).

- A) 20 B) 40 C) $\frac{80}{\sqrt{2}}$ D) $\frac{40}{\sqrt{3}}$

9. 720 km/soat tezlik bilan uchayotgan samolyotdan tashlangan yuk 4000 m uzoqlikka borib tushgan bo‘lsa, samolyotning uchish balandligini aniqlang.

- A) 2000 m B) 1000 m C) 7200 m D) 3600 m

10. Agar qoyadan 10 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan tosh yerga 45° burchak ostida tushgan bo'lsa, tushish tezligini toping (m/s).

A) 14 B) 15 C) 16 D) 20

11. 25 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan jismning 0,6s dan keyin jism tezligining gorizontal va vertikal tashkil etuvchilari qanday bo'ladi (m/s)?

A) 15 va 6 B) 25 va 6 C) 12,5 va 10 D) 6 va 25

12. 30 m/s tezlik bilan gorizontal otilgan tosh qancha vaqtdan so'ng tezligi gorizontga nisbatan 45° burchak ostida yo'nalgan bo'ladi (s)?

A) 3 B) 1,5 C) 2 D) 4,5

13. Agar 1125 m balandlikda gorizontal ravishda uchib borayotgan samolyotdan tashlangan jism, 1,5 km masofaga borib tushgan bo'lsa, samolyotning tezligini toping (m/s).

A) 150 B) 120 C) 100 D) 200

14. Agar jism biror balandlikdan uch barobar katta tezlik bilan gorizontal otilsa, uning uchish uzoqligi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi B) 3 marta ortadi
C) 9 marta ortadi D) $\sqrt{3}$ marta ortadi

15. Jism 80 m balandlikdan 15 m/s tezlik bilan gorizontal otildi. Jism otilgan joy bilan uning yerga tushish nuqtasi orasidagi masofani aniqlang (m).

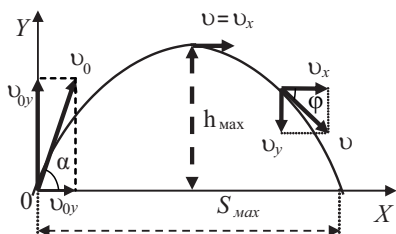
A) 100 B) 95 C) 65 D) 120

16. Yer sirtidan 90m balandlikdan gorizontal yo'nalishda jism 20m/s tezlik bilan otildi. To'rt sekunddan so'ng jism otinish joyidan qanday masofada bo'ladi (m)?

A) 146 B) 160 C) 170 D) 113

12. Gorizontga qiya otilgan jism harakati

Jismni gorizontga nisbatan biror burchak ostida qiyalatib otsak, uning avval gorizontali yoʻnalishda otilgan nuqtasidan uzoqlashayotganligini hamda vertikal yoʻnalishda koʻtarilayotganligini koʻramiz. Gorizontga nisbatan qiya otilgan jism harakati murakkab harakatdan iborat boʻlib, u vertikal oʻq boʻylab maksimal balandlikka koʻtarilguncha tekis sekinlanuvchan, soʻngra pastga qarab tekis tezlanuvchan harakat qiladi (24-rasm).



24-rasm

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakat trayektoriyasi paraboladan iborat boʻladi.

Gorizontali oʻq boʻylab esa jism tekis harakatlanadi. v_0 boshlangʻich tezlik bilan gorizontga α burchak ostida otilgan jism boshlangʻich tezligining X va Y oʻqlardagi proyeksiyalarini yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} v_{0x} &= v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{0y} &= v_0 \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} v_x &= v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y &= v_{0y} - gt = v_0 \cdot \sin \alpha - gt \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida $v_y = 0$, shuning uchun $v_0 \sin \alpha - gt = 0$, bundan jism trayektoriyasining eng yuqori nuqtasiga koʻtarilishga ketgan vaqt

$$t_l = t_k = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}. \quad (3)$$

kelib chiqadi. Jismning maksimal ko'tarilish balandligi

$$h_{\max} = \frac{g \cdot t_k^2}{2} \text{ yoki } h_{\max} = v_{0y} t_k - \frac{g \cdot t_k^2}{2} = v_0 t_k \sin \alpha - \frac{g \cdot t_k^2}{2}. \quad (4)$$

Vaqtning ifodasini (4)- ifodaga qo'ysak, gorizontga qiya otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi hisoblash ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}. \quad (5)$$

Jismning pastga qarab harakatlanish (tushish) vaqti, uning yuqoriga ko'tarilish vaqtiga teng, ya'ni

$$t_t = t_k = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}. \quad (6)$$

Demak, jismning to'la uchish vaqti:

$$t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g}. \quad (7)$$

Gorizontga burchak ostida otilgan jism gorizonttal yo'nalishda tekis harakat qiladi. Shu bois jismning uchish uzoqligi tezlikning faqat gorizonttal tashkil etuvchisiga bog'liq bo'ladi. Uchish uzoqligini hisoblash uchun uchish vaqtining ifodasini $s = x = v_x t$ ifodaga qo'yamiz va

$$s = v_x \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}. \quad (7)$$

ega bo'lamiz. Bu ifodadan ko'rinadiki gorizontga nisbatan 45° burchak ostida otilgan jism

Tushish nuqtasida jismning tezligi

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha} = v_0, \quad (8)$$

ya'ni tushish nuqtasidagi tezlikning son qiymati boshlang'ich tezlikning son qiymatiga teng bo'ladi.

Gorizontga nisbatan α burchak ostida v_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jismning istalgan vaqt momentidagi tezligining gorizont bilan tashkil qilgan burchak (φ) tangensi quyidagicha aniqlanadi (24-rasm):

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha - gt}{v_0 \cdot \cos \alpha}. \quad (9)$$

Trayektoriya shu nuqtasida jismning tangensial tezlanishi $a_t = g \sin \varphi$ va markazga intima tezlanishi $a_n = g \cos \varphi$ ifodalar orqali hisoblanadi.

Gorizontga nisbatan α burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi h bo'lsa, trayektoriya eng yuqori nuqtasining egrilik radiusi R qanday hisoblanishini ko'rib chiqaylik. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning to'la tezlanish vaqtining istalgan paytida, trayektoriya ixtiyoriy nuqtasida erkin tushish tezlanish g ga teng bo'lib, vertikal pastga yo'nalgan bo'ladi. Xususiyl holatda trayektoriya eng yuqori nuqtasida markazga intilma tezlanish erkin tushish tezlanishiga teng bo'ladi, ya'ni $a_n = g$. $a_n = \frac{v^2}{R}$ bundan $(v_0 \cdot \cos \alpha)^2 = Rg$ yoki

$$v_0 \cdot \cos \alpha = \sqrt{g \cdot R} \quad (10)$$

Ko'tarilish balandligi

$$h = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2g} \quad (11)$$

bundan

$$v_0 \cdot \sin \alpha = \sqrt{2gh} \quad (12)$$

(12) ifodani (10) ga nisbatani olsak

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{2gh}{gR}} = \sqrt{\frac{2h}{R}} \text{ ga ega bo'lamiz.}$$

Nazorat uchun savollar

1. Gorizontga qiya otilgan jism qanday trayektoriya bo'ylab harakatlanadi?

2. Gorizontga qiya otilgan jism tezligining gorizont va vertikal tashkil etuvchilari qanday hisoblanadi?

3. Gorizontga qiya otilgan jism tezligining gorizont va vertikal tashkil etuvchilaridan qaysi biri jism harakati davomida o'zgarmaydi?

4. Gorizontga qiya otilgan jismning ko'tarilish vaqtini va maksimal ko'tarilish balandligini hisoblash formulalarini keltirib chiqaring.

5. Gorizontga qiya otilgan jismning maksimal uchish uzoqligi nimaga bog'liq?

6. Jism gorizontga qanday burchak ostida otilsa gorizont uchish uzoqligi eng katta bo'ladi?

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Koptok 10 m/s tezlik bilan gorizontga 30° qiyalatib otildi. U qancha balandlikka ko'tariladi?

Berilgan: $v_0 = 10 \text{ m/s}$, $\alpha = 30^\circ$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, **Topish kerak:** $h = ?$

Yechish: koptokning ko'tarilish balandligini quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(10 \text{ m/s})^2 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = \frac{25 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{19,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,27 \text{ m}$$

Javob: koptokning ko'tarilish balandligi 1,27 m ga teng.

2. Agar gorizontga burchak ostida otilgan jismning uchish davomidagi minimal tezligi 15 m/s, uchish vaqti 4 s bo'lsa, u qanday tezlik bilan otilgan?

Berilgan: $v_{\min} = 15 \text{ m/s}$, $t_u = 4\text{s}$, $g = 9,81\text{m/s}^2$, **Topish kerak:** $v_o = ?$

Yechish: jism gorizontga qiya otilganda trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida jismning tezligi gorizonttal bo'lgan bo'lib quyidagiga teng bo'ladi $v_{\min} = \sqrt{v_o^2 - (g \cdot t_k)^2}$.

Jism harakat trayektoriyasining eng yuqori nuqtasiga ko'tarilguncha ketgan vaqt $t_k = t_u/2$ ga teng bo'ladi.

Yuqoridagi ifodaga ko'ra jismning boshlang'ich tezligini quyidagicha hisoblaymiz:

$$v_o = \sqrt{v_{\min}^2 + (g \cdot t_k)^2} = \sqrt{(15 \text{ m/s})^2 + (9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 2\text{s})^2} = 24,7 \text{ m/s}$$

Javob: jism 24,7 m/s tezlik bilan otilgan.

3. Jism gorizontga 60° burchak ostida 20 m/s tezlik bilan otiladi. Jism maksimal balandlikka ko'tarilgan nuqtada harakat trayektoriyasining egrilik radiusi nimaga teng?

Berilgan: $\alpha = 60^\circ$, $v_o = 20\text{m/s}$, $g = 9,81\text{m/s}^2$, **Topish kerak:** $R = ?$

Yechish: Gorizontga nisbatan qiya otilgan jismning to'la tezlanishi vaqtning ixtiyoriy momentida, trayektoriyaning ixtiyoriy nuqtasida erkin tushish tezlanishi $\vec{g}$ ga teng bo'lib, vertikal pastga yo'nalgan bo'ladi. Xususiyl holida trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida markazga intilma tezlanish erkin tushish tezlanishiga teng bo'ladi, ya'ni $a_n = g$. $a_n = \frac{v_x^2}{R}$ bo'lganligi uchun bu nuqtada trayektoriyaning egrilik radiusi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$R = \frac{v_x^2}{a_n} = \frac{(v_o \cos \alpha)^2}{g}. \text{ Masala shartida berilgan kattaliklarni}$$

ing qiymatlaridan foydalanib, egrilik radiusini hisoblaymiz:

$$R = \frac{(20 \text{ m/s} \cdot \frac{1}{2})^2}{9,81 \text{ m/s}^2} = 10,2 \text{ m}$$

Javob: harakat trayektoriyasining egrilik radiusi 10,2 m ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jism 16 s uchgan. Jism qanday balandlikka ko'tarilgan? **(314m)**

2. Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan snaryad 240 m masofaga borib tushdi. Agar snaryad 8s uchgan bo'lsa, qanday tezlik bilan otilgan? **(50 m/s)**

3. Gorizontga nisbatan burchak ostida 24 m/s tezlik bilan otilgan jismning uchish davomidagi minimal tezligi 18 m/s bo'lsa, uning uchish vaqti qanchaga teng? **(3s)**

4. Gorizontga nisbatan 45° burchak ostida otilgan disk 16 m ko'tarildi. Uning uchish uzoqligi qancha? **(64m)**

5. Agar 40 m/s tezlik bilan gorizontga burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi 50 m bo'lsa, uning uchish davomidagi minimal tezligi qancha bo'lgan? **(24,9m/s)**

6. Artilleriya snaryadi gorizontga 30° burchak ostida 400 m/s tezlik bilan otildi. Snaryad yer sirtida joylashgan nishonga qancha vaqtda yetib boradi? **(20 s)**

7. Jism yer sirtidan gorizontga 30° burchak ostida 40 m/s tezlik bilan otilgan. Harakatning dastlabki 3-sekundi oxiridagi tezlik vektorining gorizont va vertikal tashkil etuvchilarini aniqlang. Shunigdek, vaqtning uchinchi sekundi oxirida harakat trayektoriyasining egrilik radiusini ham aniqlang. **(34,6 m/s, – 10 m/s, 62,5 m)**

8. To'pning uchish uzoqligi maksimal ko'tarilish balandligidan $4\sqrt{3}$ marta katta bo'lishi uchun to'pni gorizontga nisbatan qanday burchak ostida otish kerak? **(30°)**

9. Jism yer sirtidan gorizontga 45° burchak ostida 30 m/s tezlik bilan otilgan. Harakatning dastlabki 1-sekundi oxiridagi tezlik vektori gorizont bilan qanday burchak tashkil qiladi? Bu paytda jism tezligi va u yer sirtidan qanday balandlikda bo'ladi? **(28° , 24 m/s, 16,3 m)**

10. Jism gorizontga nisbatan 60° burchak ostida 30 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida jism tezligining moduli nimaga teng bo'ladi? **(15 m/s)**

11. Tosh 45m balandlikdan gorizontga nisbatan 30° burchak ostida 30m/s tezlik bilan otildi. Tosh qancha vaqt uchgan? **(4,5 s)**

12. Jism yerdan gorizontga 30° burchak ostida 30 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Uning 1s dan keyin markazga intilma va tangensial tezlanishlarini aniqlang.
(9,62 m/s², 1,9 m/s²)

13. Jism gorizontga nisbatan 60° burchak ostida 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Qancha vaqtdan keyin tez-

lik vektori gorizont bilan 45° burchak hosil qiladi? U shu paytda yer sirtidan qanday baladlikka ko'tarilgan bo'ladi? **(0,74s, 10m)**

14. 10m/s tezlik bilan yer sirtidan gorizontga qiya otilgan jism 0,5 s dan keyin 7m/s tezlikka erishdi. U shu paytda yer sirtidan qanday baladlikka ko'tarilgan bo'ladi? **(3m)**

15. Tosh gorizontga 30° burchak ostida 20 m/s tezlik bilan otilgan. Harakat trayektoriyasining eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiuslarini aniqlang. **(30,6m)**

16. Jism gorizontga nisbatan qanday burchak ostida otilganda, uning maksimal ko'tarilish balandligi 18m va shu nuqtadagi egrilik radiusi esa 12m bo'ladi? **(60°)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakat trayektoriyasi qanday shaklda bo'ladi?

A) gorizontga nisbatan burchak ostida yo'nalgan to'g'ri chiziq

B) ellips

C) gorizonttal yo'nalgan to'g'ri chiziq

D) parabola

2. Gorizontga burchak ostida otilgan jism trayektoriyasining eng yuqori nuqtasida qanday tezlanishga ega bo'ladi?

A) g, yuqoriga yo'nalgan B) g, pastga yo'nalgan

C) g, tezlik vektori bo'ylab yo'nalgan D) 0

3. Gorizontga 45° burchak ostida otilgan jismning uchish uzoqligi ko'tarilish balandligidan necha marta katta bo'ladi?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 1,5

4. Uchish uzoqligi ko'tarilish balandligidan 4 marta ortiq bo'lishi uchun jism gorizontga qanday burchak ostida otilishi kerak bo'ladi?

A) 45° B) 60° C) 30° D) 90°

5. Gorizontga burchak ostida uchib chiqqan snaryad 18 s uchgan. Snaryad ko'tarilgan eng yuqori balandlik qanchaga teng(m)?

A) 200 B) 345 C) 405 B) 690

6. Zambarakdan 500 m/s tezlik bilan uchib chiqqan snaryad 16 s uchgan. U qanday balandlikka ko'tarilgan?

A) 500 m B) 320m C) 490m D) 400m

7. Gorizontga nisbatan burchak ostida v_0 tezlik bilan otilgan jismning trayektoriya balandligi h bo'lgan eng yuqori nuqtasidagi tezligi qanday?

A) $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$ B) $v_0 + \sqrt{gh}$ C) $v_0 - \sqrt{gh}$ D) $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$

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

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

9. Gorizontga qiya otilganda jismning tezlanishi qanday bo'ladi?

A) g, traektoriya bo'ylab yo'nalgan

B) g, yuqoriga yo'nalgan

C) g, pastga yo'nalgan D) tezlanish nolga teng

10. Jism yerdan gorizontga 30° burchak ostida 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Boshlang'ich tezlik vektorining gorizont va vertikal tashkil etuvchilarini aniqlang (m/s).

- A) 10 va 14,1 B) 17,3 va 10
C) 14,1 va 10 D) 20 va 10

11. Gorizontga 45° burchak ostida otilgan jism 50m balandlikka ko'tarilgan. Jismning uchish uzoqligi qancha?

- A) 200m B) 75m C) 150m D) 100m

12. Ikki o'quvchi bir-biriga to'p otib o'ynamoqda. Agar to'p birinchi o'quvchidan ikkinchi o'quvchiga 3 s vaqt mobaynida yetib borsa, to'p o'yin vaqtida qanday eng yuqori balandlikka ko'tariladi(m)?

- A) 5,5 B) 11,25 C) 7,5 D) 4,25

13. Gorizontga nisbatan 45° burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otilgan tosh qanday uzoqlikka borib tushadi (m)?

- A) 5 B) 10 C) 25 D) 8,7

14. Tosh 20 m balandlikdan gorizontga nisbatan 30° burchak ostida 30 m/s tezlik bilan otildi. Tosh necha sekund uchgan?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5

15. Zambarakdan o'q qanday burchaklar ostida otilganda, o'qning uchish uzoqligi bir xil bo'ladi?

- A) $45^\circ - \alpha$ va $45^\circ + \alpha$ B) α va $60^\circ - \alpha$ C) $60^\circ - \alpha$ va $60^\circ + \alpha$
D) α va $2^\circ \alpha$

16. Bir vaqtning o'zida ikkita jism bir nuqtadan bir xil – 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan biri vertikal va ikkinchisi gorizontga nisbatan 30° burchak ostida yuqoriga otilsa, 1s

dan keyin jismlar orasidagi masofa qancha bo'lishini hisoblab toping.

A) 10m B) 5 m C) 7,4 m D) 12,5 m

17. Berilgan ikki jism bir nuqtadan bir xil tezlik bilan gorizontga nisbatan α va $90^\circ - \alpha$ burchak ostida otildi. Bu jismlarning eng yuqoriga ko'tarilish balandliklari nisbatini toping.

A) $\frac{h_1}{h_2} = tg^2 \alpha$

B) $\frac{h_1}{h_2} = ctg^2 \alpha$

C) $\frac{h_1}{h_2} = \cos^2 \alpha$

D) $\frac{h_1}{h_2} = \sin^2 \alpha$

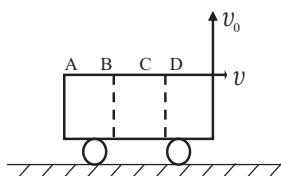
18. Jism gorizontga nisbatan 45° burchak ostida 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida jism tezligining moduli nimaga teng bo'ladi (m/s)?

A) 10 B) 14,1 C) 7,2 D) 12,5

19. Gorizontga burchak ostida otilgan jism 15m balandlikka ko'tarildi. Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasi uchun egrilik radiusi 10m ga teng bo'lsa, u qanday burchak ostida otilgan?

A) 45° B) 60° C) 30° D) 15°

20. Chizmada keltirilgan uzunligi 25 m bo'lgan va o'zgaras $v = 5$ m/s tezlik bilan ketayotgan vagonning D nuqtasidan vertikal yo'nalishda tepaga qarab $v_0 = 20$ m/s tezlik bilan otilgan bir koptok vagonning qaysi nuqtasiga kelib tushadi? (havoning qarshiligi hisobga olmang).



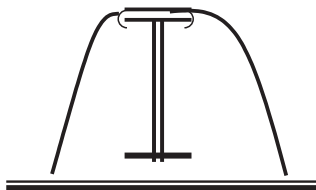
A) D nuqtada

B) C nuqtada

C) B nuqtada

D) A nuqtada

21. Prujinali ikki tomonlama to'pponchadan o'q otilgan-da «snaryadlar» 3 va 4 m/s tezlikda uchib chiqdi. 0,1 s dan keyin ular orasidagi masofa qancha bo'ladi (sm). To'pponcha trubasining uzunligi (snaryadlar orasidagi dastlabki masofa) 20 sm.



A) 50 B) 70 C) 90 D) 80

II BOB. DINAMIKA

1. DINAMIKANING ASOSIY VAZIFASI. NYUTONNING I QONUNI

Kinematika bo'limida biz harakatlarning turli xillari bilan tanishdik. To'g'ri chiziqli tekis va to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan (tezlanuvchan va sekinlanuvchan), egri chiziqli tekis harakatlar bir-biridan nafaqat harakat trayektoriyasining shakli bilan farq qilishini, shuningdek bu harakatlar bir-birlaridan tezlanishlari bilan farqlanishi to'g'risida bilib oldik.

Jism tanlab olingan sanoq sistemasiga nisbatan tezlashganda yoki sekinlashganda ularning tezliklari o'zgaradi, ya'ni tezlanish bilan harakatlanayapti deb fikr yuritamiz. Jism nima sababdan tezlanish oladi?- degan savolga endi javob beramiz. Masalan tepib yuborilgan to'p harakatini kuzataylik. To'pning tezligi vaqt o'tishi bilan sekinlashganligini va uning nihoyat to'xtaganligini ko'ramiz. To'pning to'xtashiga va tezlanishga ega bo'lishiga tashqi ta'sir sabab bo'ladi.

Agar plastilin bo'lagini qo'limiz bilan siqsak, uning shakli o'zgarib tezlanish olmaganligini ko'ramiz.

Tashqi ta'sir tufayli jism shaklining o'zgarishiga deformatsiya deyiladi.

Mexanikaning jism harakatni yoki uning holatini tashqi ta'sirlarga (kuchlarga) bog'lab o'rganuvchi bo'limi **dinamika** deb ataladi. Dinamikaning asosiy tushunchalaridan biri "**kuch**" tushunchasidir. Yuqoridagi qarab o'tgan misollarimizga ko'ra, kuch tushunchsiga quyidagicha ta'rif beramiz.

Bir jismning boshqa jismga ta'sirini tavsiflovchi va jismning tezligining o'zgarishiga yoki deformatsiyalanishiga sabab bo'luvchi fizik kattalikka kuch deb ataladi.

Dinamikaning asosini Nyuton ochgan uchta qonun tashkil etadi. Dinamikaning bu qonunlarini kashfiyotchining sharafiga **Nyuton qonunlari** deb ataladi. Ingliz fizigi va matematigi Isaak Nyuton kashf etgan bu qonunlar 1687 yilda chop qilingan “Tabiat falsafasining matematik asoslari” kitobida bayon etilgan.

Dinamikaning asosiy vazifasi jism harakatining turi ma'lum bo'lsa, shu harakatni yuzaga keltiruvchi kuchlarni, jismning tekis yoki tezlanish bilan harakatlanish sabablari-ni aniqlashdan iborat. Har qanday jismga, u harakatlanganda yoki tinch turganida uning atrofidagi boshqa jismlar o'z ta'sirini ko'rsatadi. Masalan, ipga osilgan sharchani kuza-taylik. Sharcha Yerga bog'langan sanoq sistemaga nisbatan tinch holatini saqlaydi. Sharchaga uning atrofidagi barcha jismlardan faqat ikkitasi: ip va Yer sezilarli ta'sir ko'rsata-di va ularning birgalikdagi ta'siri sharchaning tinch holat-da bo'lishini saqlaydi. Bu jismlarning birini olib tashlasak, masalan ip kesib yuborilsa tinchlik holati buziladi, sharcha harakatga keladi. Sharchaning harakatga kelishiga sabab Yerning tortish kuchidir.

Italyan olimi G.Galiley tajriba va kuzatish natijalarini umumlashtirib quyidagi hulosaga keladi. Tashqi ta'sirlar-dan holi bo'lgan har qanday jism yerga nisbatan tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'ladi. Galiley jismga bosh-qa jismlar ta'sir qilmaganda tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlash xususiyatini **jismning inersiyasi** deb atadi. Galileyning bu xulosasi **inersiya qonuni** deb ham yuritiladi. Galileyning jismga boshqa jismlar ta'sir qil-maganda, u faqat tinch holatda emas, ba'liki yerga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'lishi mumkin degan ilmiy xulosasi fizika fanida qilingan ulkan qadam edi. Inersiya ho-disasiga ko'plab misollar keltirish mumkin: tekis harakat-lanib ketayotgan avtobus keskin tormozlanganda undagi yo'lovchilarning o'z harakatini davom ettirib oldinga en-

gashib ketishi yoki avtobus keskin joyidan qo'zgalayotganda yo'lovchining orqaga ketishi kabi misollar.

Buyuk ingliz olimi I.Nyuton tajriba va kuzatishlarga asoslanib Galileyning inersiya qonunini harakatning umumiy qonunlari qatoriga qo'shib, uni dinamikaning birinchi qonuni deb atadi. Nyutonning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: **har qanday jismga boshqa jismlar ta'sir etmasa, u o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.** Bu qonundan quyidagi xulosa kelib chiqadi, **agar jismga boshqa jismlar ta'sir etmasa, u kattaligi va yo'nalishi jihatidan o'zgarmas tezlik bilan harakat qiladi.** Har ikkala ta'rifda ham tezlanishning nolga tengligiga izoh berilyapti. Demak, tezlanishsiz sanoq sistemalarda Nyutonning birinchi qonuni bajariladi. Nyutonning birinchi qonuni har qanday sanoq sistemasida bajarilavermaydi.

Nyutonning birinchi qonuni bajariladigan sanoq sistemalari inersial sanoq sistemalari deyiladi. Nyutonning birinchi qonuni bajarilmaydigan sanoq sistemalari noinersial sanoq sistemalari deb ataladi.

Nyutonning birinchi qonunini tajribada bevosita tekshirish mumkin emas, chunki jism harakatlanganda uning atrofidagi boshqa jismlarning ta'sirini to'liq bartaraf etib bo'lmaydi. Masalan ishqalanish kuchini bartaraf etish ancha qiyin. Biroq bir qancha asosli xulosalarni umumlashtirish orqali Nyutonning I qonunining to'g'riligiga ishonch hosil qilishimiz mumkin. Harakatlanayotgan jismga atrofdagi jismlar tomonidan ko'rsatayotgan qarshilik (ishqalanish) kuchlari kamaytirilsa jism uzoq vaqt harakat holatini saqlaganligining va jism tezligining kam o'zgarganligini ko'ramiz. Masalan harakatdagi avtomobilga tormoz bermasdan motorini neytral holatga qo'yib kuzatilsa uning tezligi tosh yo'lga nisbatan asfalt yo'lda kam o'zgarganligining guvohi bo'lamiz.

Nyuton qonunlarining to'g'ri yoki noto'g'riligi ulardan kelib chiqayotgan xulosalarning tajriba asosida olingan natijalarga mos kelishi yoki kelmasligi orqali aniqlanadi. Inersial sanoq tizimlarda katta massali (makroskopik) jismlar yorug'lik tezligiga nisbatan juda kichik tezlikda harakatlanganda Nyuton qonunlari to'g'ri bajariladi **Nyuton qonunlari bajariladigan mexanika klassik mexanika deb ataladi**. Ammo jismlar yorug'lik tezligiga juda yaqin tezlikda harakatlanganda klassik mexanika qonunlarini tushintirib bera olmaydigan dalillar paydo bo'ldi va shu tariqa Nyuton mexanikasining qo'llanish chegarasi aniqlanildi.

Nazorat uchun savollar

1. *Dinamikaning asosiy vazifasi nimadan iborat?*
2. *Kuch tushunchasiga ta'rif bering.*
3. *Inersiya deb nimaga aytiladi?*
4. *Dinamikaning birinchi qonunini ta'riflang.*
5. *Inersial va noinersial sanoq sistemalari deb qanday sistemalarga aytiladi?*
6. *Nyutonning birinchi qonuni nima uchun inersiya qonuni deb ataladi?*
7. *Nyutonning birinchi qonunining qo'llanish chegarasini izohlang.*

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Avtobus joyidan qo'zg'algan vaqtda avtobus ichidagi yo'lovchilar qaysi tomonga og'adi?
A) o'ng tomonga B) chap tomonga C) orqaga D) oldinga
2. Agar inersial sanoq tizimiga nisbatan harakatdagi jismga, ta'sir etuvchi kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng

bo'lsa, jismning harakat trayektoriyasi qanday bo'ladi?

A) nuqta B) to'g'ri chiziqli C) parabola D) aylana

3. Gorizonttal stolda yotgan jismga o'zgarmas gorizonttal kuch qo'yilgan. Kuchning ta'sir vaqtida qaysi kattalik o'zgarmaydi?

A) jismning vaziyati B) tezligi C) tezlanishi D) impuls

4. Yengil avtomobil yo'lining to'g'ri chiziqli gorizonttal qismida doimiy tezlik bilan harakat qilmoqda. Avtomobilga qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi haqida nima deyish mumkin bo'ladi?

A) $\vec{F} = 0$ B) yuqoriga yo'nalgan C) pastga yo'nalgan D) oldinga yo'nalgan

5. «Nyuton mexanikasi qonunlari hamma vaqt o'rinlimi?» savoliga berilgan to'g'ri javobni tanlab toping.

A) Yo'q! Faqatgina jismlarning tezligi yorug'lik tezligidan juda kichik bo'lganidagina o'rinli.

B) Hamma vaqt emas, faqat jismning inersiyaviy sanoq tizimlariga nisbatan olingan tezligi yorug'lik tezligidan juda kichik bo'lgan hollardagina o'rinli.

C) Hamma vaqt emas, faqat muayyan sanoq tizimlaridagina o'rinli.

D) Hamma vaqt emas, faqat tinch holatdagi sanoq tizimlari uchunagina o'rinli.

6. Nyutonning birinchi qonunini tavsiflovchi ifodani ko'rsating.

A) $v = \text{const}, F = 0$

B) $v = \text{const}, s = \text{const}$

C) $F = 0, s = \text{const}$

D) $F = \text{const}, s = \text{const}$

7. Quyidagilarning qaysi biri Nyutonning birinchi qonuniga zid emas?

A) Agar jismga tashqi kuchlar ta'siri o'zaro muvozanatlashgan bo'lsa, u boshqa har qanday jismga nisbatan o'zining to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

B) Tashqi ta'sirlar o'zaro muvozanatlashgan yoki tashqi kuchlar ta'sir etmaydigan jismlar bir-birlariga nisbatan hamisha to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladilar.

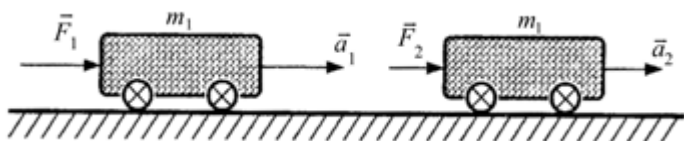
C) Jismga tasir etayotgan tashqi kuchlar vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa, bu jism boshqa har qanday jismga nisbatan o'zining tinchlik holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

D) Tashqi kuchlar ta'sir etmaydigan jism boshqa har qanday jismlarga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.

2. Nyutonning II qonuni. Massa tushunchasi.

Massa jism inertligining o'lchovi sifatida

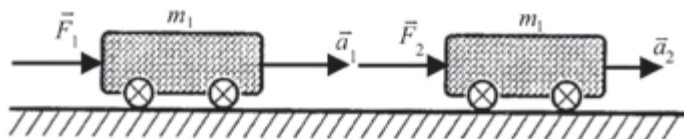
Inersiya qonunidan jism tezligining kattaligi va yo'nalishi bu jismga boshqa jismlarning ko'rsatadigan ta'siri natijasida o'zgaradi, degan xulosa kelib chiqadi. Tezlikning o'zgarishi tezlanish bilan tavsiflanadi. Demak, jismning tezlanishi bu jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatgan ta'sir natijasidir. Jism olgan tezlanishning tashqi qo'yilayotgan kuchga qanday bog'liq ekanligini aniqlash uchun quyidagi tajribani qarab chiqaylik. Massalari bir xil bo'lgan ikkita aravachaga modullari har xil bo'lgan kuchlar bilan ta'sir qilsak ular olgan tezlanishlari har xil ekanligini ko'ramiz (26-rasm).



26-rasm

Agar $F_1 > F_2$ bo'lganda $a_1 > a_2$ bo'lib, $F_1 < F_2$ bo'lganda $a_1 < a_2$ bo'lar ekan. Shunday qilib, jismning kuch ta'sirida olgan tezlanishining moduli doim unga ta'sir qilayotgan kuchning moduliga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni $\vec{a} \sim \vec{F}$.

Endi masalaning har xil ($m_1 \neq m_2$) bo'lgan aravachalarga modullari bir xil $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$ bo'lgan kuchlar ta'sir qilib, aravachalarning olgan tezlanishlarini o'lchab, ularni taqqoslaylik (27- rasm).



27-rasm

Tajriba $m_1 > m_2$ bo'lganda $a_1 < a_2$ bo'lishini, $m_1 < m_2$ bo'lganda $a_1 > a_2$ bo'lishini ko'rsatadi. Demak, jismning kuch ta'sirida olgan tezlanishi doim uning massasiga teskari proporsional ekan, ya'ni

$$\vec{a} \sim \frac{1}{m}$$

Bu ikkala tajribaning natijasini umumlashtirib, quyidagi umumiy xulosaga kelamiz. Jismning olgan tezlanishi unga ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri, jismning massasiga esa teskari mutanosib bo'ladi, yani

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (1)$$

Bu ifodadan quyidagi xulosa kelib chiqadi: jismga ta'sir etuvchi kuch jismning massasi bilan shu kuch ta'sirida ol-

gan tezlanishining ko'paytmasiga teng bo'ladi. Bu xulosa **Nyutonning ikkinchi qonuni** deb yuritiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (2)$$

Yuqorida qarab chiqilgan tajriba xulosasiga ko'ra kuchga quyidagicha ta'rif beramiz: **bir jismning ikkinchi jism tezligining o'zgarishiga, ya'ni tezlanish olishiga sababchi bo'lgan ta'sirni tavsiflovchi kattalik kuch deyiladi.**

Kuch birligi qilib XBS da Nyuton sharafiga 1N (Nyuton) deb atash qabul qilingan.

$$1N = 1kg \cdot 1 \frac{m}{s^2} = 1kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

Massasi 1 kg bo'lgan jismga 1 m/s² tezlanish beruvchi kuchning qiymati 1N ga teng. **Kuch – vektor kattalikdir.** Kuch amalda dinamometr yordamida o'lchanadi.

Biror jismga miqdorlari turlicha bo'lgan $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \dots$ kuchlar navbatma-navbat ta'sir qilganda, jism oladigan tezlanishlarning qiymatlari ham turlicha $(\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \dots)$ ekanligi tajribada aniqlangan. Lekin ta'sir etuvchi kuchning shu kuch ta'siri ostida olgan tezlanishiga nisbati barcha hollarda o'zgarmas kattalik bo'lar ekan

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \dots = const \quad (3)$$

Jismga ta'sir etuvchi kuchning shu kuch ta'sirida oladigan tezlanishiga nisbati bilan tavsiflanadigan fizik kattalik – jism inertligining o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Inertlik tabiatdagi barcha jismlarga xos bo'lgan xususiyatdir. Jismning inertligi tushunchasidan foydalanib, massani quyidagicha ta'riflaymiz.

*Jismlarning inertligini miqdor jihatdan tavsiflovchi fizik kattalikka **massa** deyiladi*

Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra jismning massasi:

$$m = \frac{F}{a} \quad (4)$$

Jismlarning boshqa jismlar bilan ta'sirlashmagan vaqtidagi o'z tezliklarini saqlash xossasi inertlik deyiladi. Jismlarning inertligi ularning tezliklarini birdaniga o'zgartirish mumkin emasligiga olib keladi. Jism tezligi o'zgarishi uchun ma'lum bir vaqt kerak bo'ladi. Ta'sirlashuv natijasi-da jism tezligi qancha kam o'zgarsa (ya'ni kam tezlanish olsa) bu jism shuncha inertroq bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Nyutonning ikkinchi qonunini ta'riflab, formulasini yozing.
2. Kuch qanday birlikda o'lchanadi? Uning birligini ta'riflang.
3. Massa jismning qanday xususiyatini tavsiflaydi?
4. $F = m \cdot a$ formulaga asoslanib, jismga qo'yilgan kuch jismning massasiga va tezlanishiga bog'liq deyish mumkinmi?

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. O'zgarmas kuch ta'sirida harakatlanayotgan 100 g massali jism harakat boshlaganidan 2 s o'tgach, 10 m masofani bosib o'tdi. Ta'sir qilayotgan kuchning modulini toping.

Berilgan: $v_0 = 0$, $m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$, $t = 2 \text{ s}$, $s = 10 \text{ m}$,
Topish kerak: $F = ?$

Yechish: tinch holatdan tekis tezlanuvchan harakat boshlagan jismning bosib o'tgan yoli ($s = \frac{at^2}{2}$) ni hisoblash ifodasidan foydalanib jismning tezlanishini hisoblaymiz:

$a = \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{2 \cdot 10m}{(2s)^2} = 5 \frac{m}{s^2}$, soʻngra Nuytonning ikkinchi qonunidan foydalanib kuchning modulini quyidagicha topamiz:

$$F = m \cdot a = 0,1kg \cdot 5 \frac{m}{s^2} = 0,5N$$

Javob: 0,5 N.

2. Jismga 6 N oʻzgarmas kuch taʼsir qilmoqda va uning harakat tezligi $v_x = 10 + 4t$ munosabat boʻyicha oʻzgarmoqda. Jismning massasi qanchaga teng?

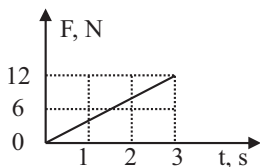
Berilgan: $F = 6 \text{ N}$, $v_x = 10 + 4t$, **Topish kerak:** $m = ?$

Yechish: tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jismning oniy tezligi $v = v_0 + at$ ifoda yordamida aniqlanadi. Masala shartiga koʻra jismning boshlangʻich tezligi $v_0 = 10 \text{ m/s}$ va tezlanishi $a = 4 \text{ m/s}^2$ ga teng. Nyutonning ikkinchi qonuniga koʻra jismning massasini hisoblaymiz:

$$m = \frac{F}{a} = \frac{6N}{4 \frac{m}{s^2}} = 1,5kg$$

Javob: 1,5 kg

3. Grafikda jismga taʼsir etuvchi kuchning vaqtga bogʻlanishi keltirilgan. Massasi 2 kg boʻlgan jismning 3 s dagi tezligining oʻzgarishini toping.



Berilgan: $m = 2 \text{ kg}$, $\Delta t = 3 \text{ s}$,

Topish kerak: $\Delta v = ?$

Yechish: grafikdan koʻrinib turibdiki, jismga taʼsir qilayotgan kuch tekis oʻzgaruvchan. Agar jismga taʼsir qilayotgan kuch tekis oʻzgaruvchan boʻlsa, u holda kuchning oʻrtacha qiymati aniqlanadi. Ushbu masalada kuchning boshlangʻich qiymati nolga va 3 s dan keyin-

gi qiymati 12 N ga teng. Kuchning oʻrtacha qiymati esa

$$F_{o'r} = \frac{F_0 + F}{2} = \frac{0N + 12N}{2} = 6N \quad \text{Nyutonning ikkinchi qon-}$$

uniga koʻra jismning olgan tezlanishi $a = \frac{F_{o'r}}{m}$, shuning-

dek $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ekanligini inobatga olib, tezlik oʻzgarishi-

ni hisoblash uchun quyidagi munosabatga ega boʻlamiz

$$\Delta v = \frac{F_{o'r}}{m} \cdot \Delta t = \frac{6N}{2kg} \cdot 3s = 9 \frac{m}{s}.$$

Javob: jism tezligining oʻzgarishi 9 m/s ga teng.

4. 4 t massali yuk orilmagan avtomobil 1,2 m/s² tezlanish bilan harakatlana boshladi. Agar u oʻsha tortish kuchi-
da joyidan 0,8m/s² tezlanish bilan qoʻzgʻalsa, unga qancha
yuk ortilgan?

Berilgan: $m_1 = 4 \text{ t} = 4000 \text{ kg}$, $a_1 = 1,2 \text{ m/s}^2$, $a_2 = 0,8 \text{ m/s}^2$,

Topish kerak: $m_2 = ?$

Yechish: mashinaga yuk orilmagan paytda mashinaning F tortish kuchi unga $a_1 = \frac{F}{m_1}$ tezlanish beradi, mashi-

naga m_2 yuk ortilganda mashinaning F tortish kuchi unga $a_2 = \frac{F}{m_1 + m_2}$ tezlanish beradi. Bulardan quyidagiga ega

boʻlamiz: $m_1 \cdot a_1 = (m_1 + m_2)a_2$ va bundan

$$m_2 = \frac{m_1(a_1 - a_2)}{a_2} = \frac{4000kg(1,2 \frac{m}{s^2} - 0,8 \frac{m}{s^2})}{0,8 \frac{m}{s^2}} = 2000kg$$

Javob: 2000 kg.

5. Qotishmaning tarkibida 90% oltin va 10% mis bor. Qotishmaning zichligini toping. Oltinning zichligi 19300 kg/m³ ga, misning zichligi esa 8900 kg/m³ ga teng.

Berilgan: m-qotishma massasi, $m_1=0,9m$ – oltinning massasi, $m_2=0,1m$ – misning massasi, $\rho_1 = 19\,300\text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 8900\text{ kg/m}^3$. **Topish kerak:** $\rho=?$

Yechish: qotishmaning massasi m , hajmi V bo'lsa, u holda uning zichligi $\rho = \frac{m}{V}$ formuladan aniqlanadi. Qotishmaning hajmi $V = V_1 + V_2$, bunda V_1 -oltinning, V esa misning hajmi. Zichlik formulasiga ko'ra $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}$ va $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$ bo'ladi, bunda ρ_1 va ρ_2 – mos ravishda

oltin va misning zichligi. Qotishmaning hajmi uchun $V = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{0,9m}{\rho_1} + \frac{0,1m}{\rho_2}$ ifodaga ega bo'lamiz va qotishmaning zichligini hisoblaymiz:

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

Javob: qotishmaning zichligi 17281 kg/m^3 ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Tinch turgan $8 \cdot 10^3\text{ kg}$ massali jismga $5,6\text{ kN}$ kuch qanday tezlanish beradi? (**$0,7\text{ m/s}^2$**)

2. 0,5 kg massali jism 4 m/s^2 tezlanish bilan harakatlanmoqda. Jismga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nimaga teng? **(2 N)**

3. Massasi 120 g bo'lgan jismga 0,6 N kuch ta'sir qilmoqda. Bu jism 2 s da qancha yo'lni bosib o'tadi? **(10 m)**

4. O'zgarmas 144 N kuch jismga $1,6 \text{ m/s}^2$ tezlanish beradi. Qanday kuch shu jismga 2 m/s^2 tezlanish beradi? **(180 N)**

5. 9 N kuch ta'sir etayotgan jismning harakat tenglamasi $x = 7 + 4t + 3t^2$ (m) ko'rinishda bo'lsa, jism massasini aniqlang. **(1,5 kg)**

6. 10 sm radiusli po'lat sharga $0,25 \text{ m/s}^2$ tezlanish beradigan kuchni aniqlang. Po'latning zichligini $\rho_p = 7900 \text{ kg/m}^3$ ga teng deb oling. **(8,27 N)**

7. Massasi 24kg bo'lgan tinch turgan arava harakatining ikkinchi sekunduda 3m yo'l o'tdi. Jismga tezlanish beruvchi kuch qanday bo'lgan? **(48 N)**

8. Parallelepiped shaklidagi jismning uzunligi 15sm, eni 5 sm va qalinligi 4 sm bo'lgan jismning massasi 900 g ga teng. Jismning zichligini aniqlang. **(3000 kg/m³)**

9. 9 l hajmli qozonga 7,5 kg kartoshka solindi. Ustiga 4 l suv quyib to'ldirildi. Xom kartoshkaning zichligini toping. **(1500 kg/m³)**

10. Qotichmaning 64% temir va 36% nikeldan iborat. Uning zichligini toping. Temirning zichligi 7900 kg/m^3 ga, nikelning zichligi esa 8900 kg/m^3 ga teng. **(8233 kg/m³)**

11. Bir bo‘lak qotishmaning massasi 300g, hajmi esa 30 sm³ bo‘lsa, uning takibidagi qo‘rg‘oshin va qalay miqdorini aniqlang. Qo‘rg‘oshinning zichligi 11,2g/sm³, qalayniki 7,3g/sm³. **(232,6 g qo‘rg‘oshin, 67,4 g qalay)**

12. Traktor yuk ortilmagan bo‘sh prisepga 3 m/s², yuk ortilganiga esa 1,5 m/s² tezlanish beradi. Bir-biriga ulangan bu priseplarga traktor qanday tezlanish beradi? **(1 m/s²)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Kuch deb nimaga aytiladi?

- A) jismning inertlik xossasini tavsiflaydigan kattalik
- B) jismlarning o‘zaro ta’sirini faqat miqdor jihatdan tavsiflaydigan kattalik
- C) jismlarning o‘zaro ta’sirini faqat yo‘nalish jihatdan tavsiflaydigan kattalik
- D) jismlarning o‘zaro ta’sirini miqdor va yo‘nalish jihatdan tavsiflaydigan kattalik

2. 1 N kuch birligini ta’riflang.

- A) 10 kg massali jismga 1 m/s² tezlanish beruvchi kuch
- B) 1 kg massali jismni 1 m ga ko‘chiruvchi kuch
- C) 1 kg massali jismga 1 m/s² tezlanish beruvchi kuch
- D) 1 kg massali jismga 10 m/s² tezlanish beruvchi kuch

3. Kuch qanday asbob yordamida o‘lchanadi?

- A) manometr B) taxometr
- C) barometr D) dinamometr

4. Javoblarda berilgan birliklarning qaysi biri m/s² birligining o‘rniga ishlatilishi mumkin bo‘ladi?

A) $kg \frac{m}{s}$ B) $kg \frac{m}{s^2}$ C) $\frac{N}{kg}$ D) $\frac{m}{s}$

5. Massasi 0,8 kg bo'lgan jism o'zgarmas 4 N kuch ta'sirida qanday harakatda bo'ladi?

- A) 2 m/s² tezlanish bilan, tekis tezlanuvchan
 B) 2 m/s tezlik bilan, tekis
 C) 0,5 m/s² tezlanish bilan, tekis tezlanuvchan
 D) 5 m/s² tezlanish bilan, tekis tezlanuvchan

6. Jismning inertligi qaysi fizik kattalik bilan tavsiflanadi?

- A) hajm B) og'irlik C) zichlik D) massa

7. Bir xil hajimli uchta jismning zichliklari $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ munosabatda bo'lsa, ulardan qaysi birining inertligi eng katta?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) barchasini bir xil

8. Bir xil kuch ta'sirida harakatlanayotgan uchta jismning tezlanishlari $a_1 > a_2 > a_3$ munosabatda bo'lsa, ularning qaysi biri inertliroq?

- A) barchasini bir xil B) birinchisi
 C) uchinchi D) tezlanish inertlikka bog'liq emas

9. Xalqaro birliklar tizimi (SI) ga kiruvchi asosiy kattaliklarni ko'rsating.

- A) massa, vaqt, tezlik B) uzunlik, vaqt, kuch
 C) kuch, massa, tezlik D) uzunlik, vaqt, massa

10. Massasi 40 kg bo'lgan jismga 32 N kuch qanday tezlanish (m/s²) beradi?

- A) 0,72 B) 0,8 C) 8 D) 7,2

11. Avtobusning massasi 6t. Avtomobilniki esa massasi 2t. Avtobusning tortish kuchi avtomobilnikiga qaraganda uch marta katta bo'lsa, ularning tezlanishlari nisbati qanday?

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

12. Massasi 125 g bo'lgan tinch turgan jismga 1 N kuch ta'sir qila boshladi. U 2s da qancha yo'l bosib o'tadi?

A) 16m B) 12m C) 8m D) 10m

13. O'zgarmas bir xil kuch ta'sirida harakatlanayotgan ikki jismning harakat tenglamalari $x_1 = 6t^2$ va $x_2 = 4t^2$ ko'rinishga ega. Jismlarning massalari necha marta farq qiladi?

A) 10 B) 2 C) 1,5 D) 2,4

14. O'zgarmas kuch ta'sirida jism harakatlanmoqda. Harakat boshlangandan son'g jismning $t_2 = 3 t_1$ va t_1 vaqt oraliklarida o'tgan yo'llari nisbatini baholang.

A) $\sqrt{2}$ B) 9 C) 4 D) 8

15. Jism 200 N o'zgarmas kuch ta'sirida harakatlanmoqda. Agar jism koordinatasining vaqtga bo'yicha o'zgarishi $x = 70 + 4t + 2t^2$ (m) tenglama ko'rinishida ifodalansa, uning massasi qanday (kg)?

A) 130 B) 60 C) 50 D) 80

16. Ko'ndalang kesim yuzi 2 mm^2 bo'lgan mis simning massasi 17,8 kg zichligi $8,9 \text{ g/sm}^3$ bo'lsa, simning uzunligini aniqlang.

A) 1000 m B) 2000 m C) 1100 m D) 1500 m

17. Agar 7,2 kg massali kubning qirrasi ikki marta qisqartirilsa, uning massasi qancha bo'ladi?

A) 0,4 kg B) 0,5 kg C) 0,6 kg D) 0,9 kg

18. Agar og'ir suvning zichligi oddiy suvnikidan 4 foiz ortiq bo'lsa, uning zichligini toping (kg/m^3). Oddiy suvning zichligi 1000 kg/m^3 .

A) 1004 B) 1010 C) 1040 D) 1060

19. Bo'sh idishning massasi 460g ga teng. Uning suv to'ldirilgandagi massasi 960g, moy to'ldirilgandagi massasi 920g bo'lsa, moyning zichligini toping (kg/m^3).

A) 900 B) 920 C) 850 D) 800

20. Detalning yog'ochdan yasalgan modelining massasi 1,4kg ga teng. Agar shu hajmdagi detal po'latdan tayyorlansa uning massasi qanday bo'ladi? Yog'ochning zichligi 700 kg/m^3 , po'latniki 7700 kg/m^3 .

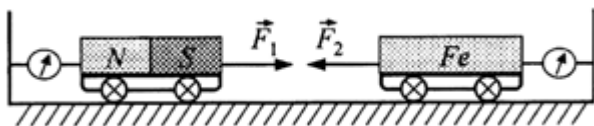
A) 11kg B) 11,2kg C) 13kg D) 15,4kg

21. Oltin va kumushdan iborat qotishmaning zichligi $14 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Qotishma massasining qancha qismini oltin tashkil qiladi? Oltinning zichligi $19,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, kumushniki $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

A) 55 % B) 50 % C) 45 % D) 62 %

3. Nyutonning III qonuni. Kuchlarning teng ta'sir etuvchisi.

Jismlarning bir-biriga ko'rsatadigan ta'siri o'zaro ta'sir deyiladi. Jismlarning bir-biriga o'zaro ta'sir ko'rsatishini quyidagi sodda tajriba orqali kuzatish mumkin. Silliq sirt ustidagi aravachalarning ikkalasiga ham dinamometr mahkamlangan bo'lsin (28-rasm). Agar aravachalardan birining ustiga magnit o'zak, ikkinchisiga temir o'zakni qo'ysak, magnit o'zak temir bo'lakni o'ziga tortganligini ko'ramiz.



28-rasm.

Tajribada har ikkala dinamometr ko'rsatishlarining teng ekanligini ko'rsatdi, ya'ni magnitning temirga ta'sir kuchi F_1 , temirning magnitga ta'sir kuchi F_2 ga teng, lekin ular qarama-qarshi tomonga yo'nalgan. **Jismlar o'zaro ta'sir vaqtida bir-birlari bilan son jihatdan teng, ammo yo'nalish jihatdan qarama-qarshi bo'lgan kuchlar bilan ta'sirlashadi.** Bu xulosa Nyutonning uchinchi qonuni deb ataladi. Nyutonning uchinchi qonunining matematik ifodasi quyidagicha:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad (1)$$

Agar o'zaro ta'sirlashuvchi kuchlardan birini **ta'sir etuvchi kuch** deyilsa, ikkinchi kuch **aks ta'sir etuvchi kuch** bo'ladi.

Ta'sir etuvchi va aks ta'sir etuvchi kuch hamma vaqt bir-biriga son jihatidan teng va qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

Bu xulosaga ko'ra jismlar o'zaro ta'sirlashganda olgan tezlanishlari nisbatini (Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra) quyidagicha yozamiz:

$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \text{ yoki } \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (2)$$

Jismlar inersial sanoq sistemasida harakatlanganda Nyutonning uchinchi qonuni aniq bajariladi. (2) ifodaga ko'ra ikki jismning o'zaro ta'sirlashishi natijasida olgan tezlanishlari ularning massalariga teskari proporsional bo'ladi.

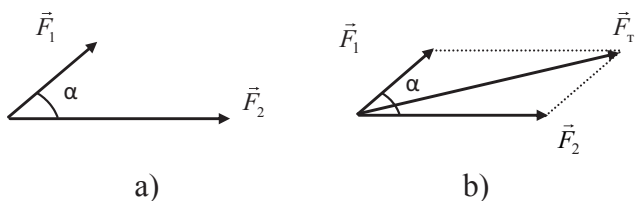
Kundalik hayotda jismning yakka kuch ta'siridagi harakati kam uchraydi. Jism harakatlanayotganda unga bir vaqtning o'zida bir necha kuch ta'sir qiladi. Bunday paytda, jismning harakatiga Nyutonning ikkinchi qonunini tadbqiq etish uchun, jismga ta'sir etayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisini aniqlash kerak bo'ladi, ya'ni

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (6)$$

Kuchlarning teng ta'sir etuvchisini bilgan holda jismning olgan tezlanishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{\vec{F}_1}{m} + \frac{\vec{F}_2}{m} + \dots + \frac{\vec{F}_n}{m} \quad (7)$$

Agar jismga bir vaqtning o'zida bir nechta kuchlar ($\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_N$) ta'sir qilib, unga qandaydir tezlanish bersa, unga xuddi shunday tezlanishni beruvchi bitta kuchni topish mumkin. Bu kuchga shu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi deyiladi. Teng ta'sir etuvchi kuch qanday aniqlanishini quyidagi misolda qarab chiqamiz. Jismning biror nuqtasiga bir-biriga nisbatan burchak ostida yo'nalgan ikki $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuch ta'sir qilayotgan bo'lsin (29-a rasm). Vektorlarni qo'shishning parallelogram usuliga ko'ra natijaviy vektor aniqlanadi. O'zaro burchak tashkil qilib yo'nalgan ikkita kuchning teng ta'sir etuvchisi son jihatdan shu kuchlar asosida tuzilgan parallelogramning diagonaliga teng va shu diagonal bo'ylab yo'nalgan bo'ladi (29-b rasm).



29-rasm

Jismga teng ta'sir etuvchi kuchga kattalik jihatdan teng, ammo yo'nalishi qarama-qarshi bo'lgan kuch ta'sir qilsa, bunday jism tinch (muvozanat) holatini saqlaydi. Jismga ta'sir qilayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisini topa olsak va shu kuchga kattalik jihatdan teng ammo bir to'g'ri chiziq bo'ylab unga qarama - qarshi yo'nalishda muvozanatlovchi kuchni qo'ysak jism tinch (muvozanat) holatini saqlaydi.

Teng ta'sir etuvchi kuch ta'rifiga ko'ra Nyutonning birinchi qonunini quyidagicha ta'riflaymiz: **Shunday sanoq sistemalar mavjudki, bularga nisbatan ilgarilanma harakat qilayotgan jismga qo'yilgan hamma kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lsa, jism o'z tezligini o'zgartirmaydi.**

O'zaro burchak ostida yo'nalgan ikkita kuchning teng ta'sir etuvchisining moduli quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$F_t = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha} \quad (8)$$

Xususiyl holda, agar kuch vektorlari orasidagi burchak $\alpha = 0^\circ$ bo'lsa, ya'ni kuchlar bir tomonga yo'nalgan bo'lsa, teng ta'sir etuvchi kuchning moduli (8) ifodaga ko'ra $F_t = F_1 + F_2$ ga teng bo'ladi. Agar kuch vektorlari bir to'g'ri chiziq bo'ylab bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan (ya'ni ular orasidagi burchak $\alpha = 180^\circ$ ga teng) bo'lsa, u holda teng ta'sir etuvchi kuch moduli $F_t = |F_1 - F_2|$ ga teng bo'lib, yo'nalishi moduli katta kuchning yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Nyutonning uchinchi qonunini ta'riflab, formulasini yozing.
2. Ta'sir va aks ta'sir kuchlari bir-biriga nisbatan qanday yo'nalgan?
3. Ta'sir va aks ta'sir kuchlari nima uchun bir-birini muvozanatlay olmaydi?
4. O'zaro ta'sirlashgan jismlarning olgan tezlanishlari ularning massalariga qanday munosabatda bo'ladi?

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Ikki sharchaning o'zaro ta'sirlashuv natijasida ulardan birining tezligi 0,2 m/s, ikkinchisidiki 0,6 m/s ga o'zgardi. Sharchalardan qaysi birining massasi katta va necha marta.

Berilgan: $\Delta v_1 = 0,2 \text{ m/s}$, $\Delta v_2 = 0,6 \text{ m/s}$, **Topish kerak:** $\frac{m_1}{m_2} = ?$

Yechish: jismning inertlik xossasiga ko'ra, jismlarning o'zaro ta'sirlashishida massasi kattaroq bo'lgan jismning tezligi kamroq o'zgaradi va aksincha, massasi kichikroq bo'lgan jismning tezligi ko'proq o'zgaradi. Masala shartiga ko'ra birinchi sharchaning massasi ikkinchi sharchaning massasidan kattaroq bo'ladi. Jismlarning inertlik xossalari-dan yana shunday xulosa kelib chiqadiki, ta'sirlashayotgan jismlar massalarining nisbati ular tezliklarining o'zgarishi nisbatiga teskari mutanosib bo'ladi: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta v_2}{\Delta v_1}$. Bundan $\frac{m_1}{m_2} = \frac{0,6 \text{ m/s}}{0,2 \text{ m/s}} = 3$ ga ega bo'lamiz.

Javob: birinchi sharchaning massasi 3 marta katta.

2. 3 kg massali jismga, rasmda ko'rsatilganidek $F_2 = F_4 = 3 \text{ N}$, $F_3 = 8 \text{ N}$ kuchlar ta'sir qilmogda. Jism 2 m/s^2 tezlanish bilan harakatlanlsa, F_1 kuchning qiymatini aniqlang.

Berilgan: $m = 3 \text{ kg}$, $F_2 = F_4 = 3 \text{ N}$, $F_3 = 8 \text{ N}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$, **Topish kerak:** $F_1 = ?$

Yechish: jismga o'zaro perpendikulyar to'rtta kuch ta'sir qilmoqda. O'zaro qarama-qarshi yo'nalgan F_2 va F_4 kuchlarning teng ta'sir etuvchisi $F_{2,4} = F_2 - F_4 = 3 \text{ N} - 3 \text{ N} = 0$. U holda jismga o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan F_1 va F_3 kuchlarning teng ta'sir etuvchisi $F_{3,1} = F_3 - F_1$ tezlanish beradi, ya'ni $F_3 - F_1 = m \cdot a$. Bundan $F_1 = F_3 - m \cdot a$ kelib chiqadi.

$$F_1 = F_3 - m \cdot a = 8 \text{ N} - 3 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ N}.$$

Javob: $F_1 = 2 \text{ N}$

3. Massasi 2 kg bo'lgan jismning bir nuqtasiga qiymati 4 N dan bo'lgan ikkita kuch 120° burchak ostida ta'sir etmogda. Jism qanday tezlanish bilan harakatlangan?

Berilgan: $m = 2 \text{ kg}$, $F_1 = F_2 = 4 \text{ N}$, $\alpha = 120^\circ$, **Topish kerak:** $a = ?$

Yechish: o'zaro burchak ostida yo'nalgan ikkita kuchning teng ta'sir etuvchisining moduli quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$F_t = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha}$. Ushbu ifodaga kuchlarning qiymatlarini qo'yib, teng ta'sir etuvchi kuchning qiymatini hisoblaymiz: $F_t = \sqrt{4^2 + 4^2 + 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot (-\frac{1}{2})} = 4 \text{ N}$. Nuytonning ikkinchi qonuniga ko'ra teng ta'sir etuvchi kuchning bergan tezlanishi $a = \frac{F_t}{m} = \frac{4 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ga teng bo'ladi.

Javob: jism 2 m/s^2 tezlanish bilan harakatlanadi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Massasi 0,6 kg bo'lgan aravacha ikkinchi aravacha bilan to'qnashdi. Agar to'qnashish natijasida birinchi aravachaning tezligining o'zgarishi ikkinchi aravachaning tezligining o'zgarishiga qaraganda uch marta katta bo'lsa, ikkinchi aravachaning massasini toping. **(1,8 kg)**

2. Massalari mos ravishda 40 va 30 kg bo'lgan ikki konkichidan biri ikkinchisiga 12 N kuch bilan ta'sir qilsa, ularning har biri qanday qanday tezlanish oladi? **(0,3 m/s²; 0,4 m/s²)**

3. Jismga o'zaro 180° burchak ostida ta'sir qilayotgan 7 N va 5 N kuchlarning teng ta'sir etuvchisini toping. **(2N)**

4. Massasi 4 kg bo'lgan jismning bir nuqtasiga modullari 6 N va 8 N ga teng bo'lgan kuchlar qo'yilgan. Kuch yo'nalishlari orasidagi burchak 90°. Jism qanday tezlanish oladi? **(2,5 m/s²)**

5. Jismning bir nuqtasiga ta'sir qilayotgan ikkita $F_1 = F_2 = 6\text{ N}$ kuchning teng ta'sir etuvchisi $6\sqrt{3}\text{ N}$ ga teng bo'lsa, bu kuchlar orasidagi burchakni toping. **(60°)**

6. 90N vertikal kuchni shunday ikkita tashkil etuvchiga ajrating, bunda gorizontaal tashkil etuvchining kattaligi 120N bo'lsin. Ikkinchi tashkil etuvchi kuchning kattaligi qanday bo'ladi? **(150N)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Modullari teng o'zaro 120° burchak ostida yo'nalgan uchta kuchning teng ta'sir etuvchisi nimaga teng? Bunday kuchlar ta'siri ostida jism muvozanatda bo'la oladimi?

- A) 0; bo'ladi B) 12; bo'ladi
C) 0; bo'lmaydi D) 12; bo'lmaydi

2. Jismning bitta nuqtasiga kattaligi 12 N va 9 N bo'lgan kuchlar 90° burchak ostida qo'yilgan. Jismga ta'sir qiluvchi natijaviy kuchni toping.

- A) 15 N B) 3 N C) 21 N D) 14 N

3. Jismning bitta nuqtasiga 15N va 9 N ga teng kuchlar 180° burchak ostida qo'yilgan. Jismga ta'sir qiluvchi natijaviy kuchni toping.

- A) 24 N B) 6 N C) 18 N D) 0 N

4. Jismning bitta nuqtasiga bir tamonga yo'nalgan ikkita 6 N va 8 N kuch ta'sir qilmoqda. Jismga ta'sir qilayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisini toping.

- A) 10 N B) 14 N C) 8 N D) 6 N

5. Jismning bitta nuqtasiga qarama-qarshi yo'nalgan ikkita 14 N va 4 N kuch ta'sir qilmoqda. Jismga ta'sir qiluvchi natijaviy kuchni toping.

- A) 5 N B) 9 N C) 18N D) 10 N

6. Arqonni ikki kishi qarama-qarshi tomonga har biri 350 N kuch bilan tortmoqda. Arqondagi taranglik kuchi qancha (N)?

- A) 240 B) 175 C) 350 D) 0

7. Arqoni ikki kishi bir tamonga har biri 400N kuch bilan tortmoqda. Arqonda taranglik kuchi qancha?

- A) 200N B) 0N C) 800N D) 400N

8. Agar 0,5 kg massali jismga oʻzaro tik boʻlgan 1,5 N va 2 N kuchlar taʼsir qilsa, jism qanday tezlanish oladi (m/s^2)?
A) 1 B) 5 C) 7 D) 4

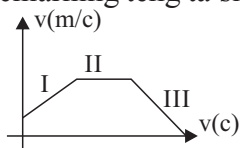
9. Massasi 17,3 kg boʻlgan jismga ikkita kuch taʼsir etmoqda. Kuchlarning yoʻnalishlari orasidagi burchak 60° ga teng. Kuchlarning modullari 20 N dan boʻlsa, jism oladigan tezlanishni (m/s^2) aniqlang.
A) 2 B) 2,3 C) 1,2 D) 1,7

10. Quyidagi jumlaning mazmuniga mos gapni davom ettiring: – «Toʻgʻri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda boʻlgan jismga taʼsir etuvchi kuch yoki kuchlar teng taʼsir etuvchisining... ».

- A) yoʻnalishi va moduli oʻzgarmaydi
- B) yoʻnalishi va moduli oʻzgaradi
- C) nolga teng
- D) moduli oʻzgaradi, yoʻnalishi oʻzgarmay qoladi

11. Arqon tortishda toʻrt kishi ishtirok etmoqda. Ulardan ikkitasi arqonni 330N va 370N kuch bilan oʻng, qolgan ikkitasi 300N va 350 N kuch bilan chap tomonga tormoqda. Teng taʼsir etuvchi kuch nimaga teng?
A) 120N B) 50N C) 100N D) 40N

12. Tezlik grafigining qaysi qismida jismga taʼsir etuvchi kuchlarning teng taʼsir etuvchisi nolga teng?



- A) I, II
- B) II, III
- C) II
- D) II

4. Butun olam tortishish qonuni. Og'irlik kuchi

Nyuton jismlar harakatining qonunlarini kashf etdi. 1667-yil I.Nyuton tabiatdagi barcha jismlar orasida o'zaro tortishish kuchi bor degan xulosaga keldi. U jismlar o'rtasida yuzaga keladigan tortishish tabiatidagi kuchlarni **butun olam tortishish kuchi yoki gravitatsion kuchi** deb atadi. Gravitatsion kuchlar har qanday jismlar o'rtasida mavjud bo'ladi.

Isaak Nyuton tomonidan kashf etilgan butun olam tortishish qonuni quyidagicha ta'riflanadi: **massalari m_1 va m_2 hamda massa markazlari orasidagi masofa R bo'lgan ikki jism orasida o'zaro tortish kuchi mavjud bo'lib, uning kattaligi jismlar massalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ularning massa markazlari orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir:**

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (1)$$

Bunda G – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, butun olam tortishish doimiysi yoki gravitatsion doimiysi deb ataladi. (1) ifodani

$$G = \frac{F \cdot r^2}{m_1 m_2} \quad (2)$$

ko'rinishda yozsak, (2) ifodadan G doimiyning birligi $IN \cdot m^2 / kg^2$ ekanligi kelib chiqadi. Agar $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$ va $r = 1 \text{ m}$ bo'lsa, u holda (2) ifodadan $F = G$ ni hosil qilamiz va gravitatsion doimiysining fizik ma'nosi quyidagicha izohlanadi: **birlik massaga ega bo'lgan va bir-biridan birlik masofada turgan jismlar o'rtasida yuzaga keladigan gravitatsion kuchga son jihatdan teng bo'lgan kattalikka gravitatsion (yoki tortishish) doimiysi deyiladi.**

Uning son qiymati birinchi marta 1798-yil ingliz olimi Kavendish tomonidan oʻlchangan boʻlib uning qiymati $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$ ga teng ekanligini aniqladi.

Butun olam tortishish kuchining koʻrinishlaridan biri, yaʼni jismlarning yerga tortilish kuchi **ogʻirlik kuchi** deb ataladi.

Yer sirtida turgan m massali jismning Yer bilan tortishish kuchi (1) ifodaga koʻra quyidagicha ifodalanadi:

$$F = G \frac{mM}{R^2} \quad (3)$$

Bunda M – yerning massasi va R – yerning radiusi (agar jism Yer sirtiga yaqin joylashgan boʻlsa ular orasidagi masofani yerning radiusiga teng deb olamiz). Ogʻirlik kuchi taʼsirida jism g erkin tushish tezlanishini oladi. g tezlanish bilan harakatlanayotgan jismga taʼsir qilayotgan kuch $F = mg$ ga teng boʻlib, u son jihatdan gravitatsion kuchga teng, yaʼni: $mg = G \frac{mM}{R^2}$ bundan:

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (4)$$

kelib chiqadi. Bu ifodaga koʻra erkin tushish tezlanishi tushayotgan jismning massasiga bogʻliq emas. Erkin tushish sodir boʻlayotgan vaziyatlarda jismning massasi qanday boʻlishidan qatʼiy nazar barcha jismlar bir xil tezlanish bilan harakatlanadi.

Erkin tushish tezlanishi yerning massasiga toʻgʻri proporsional boʻlib, ammo yer markazi va jism orasidagi masofaning kvadratiga teskari ekan. Erkin tushish tezlanish yerning geografik kengliklariga bogʻliq boʻlib, yerning qutblaridagi radiusi ekvatoridagi radiusidan taxminan 21 km

kichik bo'lganligi uchun $g_{\text{qutb}} > g_{\text{ekv}}$ bo'ladi. Tajribada $g_{\text{qutb}} = 9,83 \text{ m/s}^2$, $g_{\text{ekv}} = 9,79 \text{ m/s}^2$ va 45° kenglikda $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ga teng ekanligi aniqlangan.

Agar jism yer sirtiga nisbatan h balandlikka olib chiqilsa, jism va yer orasidagi tortishish kuchi quydagicha aniqlanadi:

$$F_h = G \frac{mM}{(R+h)^2} \quad (5)$$

Demak, yer sirtidan uzoqlashgan sari jism va yer o'rtasidagi tortishish kuchlari kamayar ekan.

Yer sirtidan yuqoriga qarab ko'tarilgan sari erkin tushish tezlanishi va og'irlik kuchi quyidagi ifodalarga ko'ra o'zgarib (ya'ni kamayib) boradi:

$$g_h = G \frac{M}{(R+h)^2} \text{ va } P_h = mg_h = G \frac{mM}{(R+h)^2} \quad (6)$$

(4) ifoda universal xarakterga ega va bu ifodani tabiatdagi barcha osmon jismlariga qo'llash mumkin:

$$g_{\text{oy}} = G \frac{M_{\text{iy}}}{R_{\text{iy}}^2}, \quad g_{\text{mars}} = G \frac{M_{\text{mars}}}{R_{\text{mars}}^2} \quad (7)$$

Osmon jismlarini shar shakliga yaqin deb hisoblab, masasini uning zichligi va hajmi orqali ifodalasak (7) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$g = G \frac{\rho \cdot V}{R^2} = G \frac{\rho \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot R^3}{R^2} = \frac{4}{3} \cdot G \cdot \rho \cdot \pi \cdot R \quad (8)$$

(8) – ifoda yordamida bir jinsli zichlikka ega bo'lgan R radiusli sayyora sirtidagi erkin tushish tezlanishining qiymatini hisoblash mumkin. Yer qobig'i turli xil modda bilan o'ralgan: suv, tuproq, tog'lar va qum sahrolar. Shu bois o'rt-

acha zichligi katta bo'lgan (temir rudasi bo'lgan) joylarda g ning qiymati katta va gaz, neft ko'llari bo'lgan joylarda g ning qiymati kichik bo'ladi. Bu dalil geologlarga foydali qazilmalarni qidirishda muhim o'rin tutadi.

Nazorat uchun savollar

1. Butun olam tortishish qonunini ta'riflab, uning formulasini yozing.
2. Gravitatsion doimiysining fizik ma'nosini tushuntiring.
3. Og'irlik kuchi va erkin tushish tezlanishi yerning geografik kenglikka qanday bog'liqligini tushintiring.
4. Yer sirtidan ko'tarilgan sari erkin tushish tezlanishi qanday o'zgaradi?
5. Kavendishning gravitatsion doimiysini aniqlagan tajribasini izohlab bering.

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Yer atrofida Oy 1000 m/s tezlik bilan aylanadi. Yerdan Oygacha bo'lgan masofa 384400 km. Bu ma'lumotlarga ko'ra Yerning massasini hisoblang.

Berilgan: $v = 1000$ m/s, $R = 384400$ km = $3844 \cdot 10^5$ m, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg², **Topish kerak:** $M_{\text{yer}} = ?$

Yechish: butun olam tortishish qonuniga ko'ra, Yer va oy o'rtasidagi o'zaro ta'sirlashuv kuchi oyga markazga intilma tezlanish beradi: $G \frac{M_{\text{yer}} m_{\text{oy}}}{R^2} = m_{\text{oy}} \frac{v^2}{R}$ va bu ifodadan

$$M_{\text{yer}} = \frac{v^2 R}{G} = \frac{1000^2 \cdot 3844 \cdot 10^5}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 5,8 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

Javob: $5,8 \cdot 10^{24}$ kg

2. Zuhra sayyorasining o'rtacha zichligi 4900 kg/m^3 , radiusi 6200 km ga teng bo'lsa, uning sirtidagi erkin tushish tezlanishini toping.

Berilgan: $\rho = 4900 \text{ kg/m}^3$, $R = 6200 \text{ km} = 6,2 \cdot 10^6 \text{ m}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, **Topish kerak:** $g = ?$

Yechish: bir jinsli zichlikka ega bo'lgan, sharsimon shakldagi sayyora sirtidagi erkin tushish tezlanishi

$g = \frac{4}{3} \cdot G \cdot \rho \cdot \pi \cdot R$ ifoda orqali hisoblanadi. Berilgan kat-taliklarning qiymatlarini ifodaga qo'yib hisoblaymiz:

$$g = \frac{4}{3} \cdot G \cdot \rho \cdot \pi \cdot R = \frac{4}{3} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 4900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,14 \cdot 6,2 \cdot 10^6 \text{ m} = 8,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Javob: $8,5 \text{ m/s}^2$

3. Yer sirtidan uning yarim radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi nimaga teng?

Berilgan: $R = 6370 \text{ km} = 63,7 \cdot 10^5 \text{ m}$, $h = \frac{R}{2}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$, **Topish kerak:** $g_h = ?$

Yechish: Yer sirti va undan h balandlikka ko'tarilgan joy uchun erkin tushish tezlanishi yozamiz: $g_0 = G \frac{M}{R^2}$ va

$$g_h = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

Ikkinchi ifodaga balandlikning qiymatini qo'yib quyidagi-ga ega bo'lamiz: $g_h = \frac{4}{9} \cdot G \cdot \frac{M}{R^2} = \frac{4}{9} \cdot g_0 = \frac{4}{9} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4,36 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Javob: $4,36 \text{ m/s}^2$

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

Berilgan: $h = 100\text{km} = 10^5\text{m}$, $R = 6370\text{ km} = 63,7 \cdot 10^5\text{m}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2$, $g = 9,81\text{ m/s}^2$, **Topish kerak:** $g_h = ?$

Yechish: ushbu masalani yechish uchun erkin tusish tezlanishining jismning zichligi va radiusiga bog‘liqlik ifodasidan foydalanamiz:

$$g = \frac{4}{3} \cdot G \cdot \rho \cdot \pi \cdot R \quad (1)$$

(1) ifodaga ko‘ra h chuqurlik uchun erkin tushish tezlanishini yozamiz:

$$g_h = \frac{4}{3} \cdot G \cdot \rho \cdot \pi \cdot (R - h) \quad (2)$$

(1) va (2) ifodalarni bir-biriga bo‘lib h chuqurlikdagi joy uchun erkin tushish tezlanishini aniqlash ifodasini hosil qilamiz:

$$g_h = \frac{R - h}{R} \cdot g \quad (3)$$

(3) ifodaga asosan hisoblashni bajaramiz:

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

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

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Ikkita bir xil shar orasidagi o‘zaro tortishish kuchi $0,025\text{N}$ ga teng. Agar shar markazlari orasidagi masofa 20 m ga teng bo‘lsa, ularning massasini toping. ($3,87 \cdot 10^5\text{ kg}$)

2. Quyosh radiusi yernikidan 108 marta katta. Quyosh zichligi esa Yer zichligining $0,25$ qismiga teng. Quyosh sirtidagi og‘irlik kuchining tezlanishini aniqlang? (265 m/s^2)

3. Ikk nuqtaviy jism 4m masofada bir-birini 144mN kuch bilan tormoqda. Agar ular orasidagi masofa 12m ga o'zgartirilsa, qanday kuch bilan ta'sirlashadi? (**16mN**)

4. Yer sirtidan uning radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi nimaga teng? (**2,45 m/s²**)

5. Massasi 4 kg bo'lgan jism yerda ekvatoridan qutbga olib borilganda og'irligi qanchaga o'zgaradi? (**0,16 N**)

6. Sayyoraning radiusi Yer radiusining yarmiga, massasi esa Yer massasinnng 0,08 qismiga teng. Shu sayyoradagi erkin tushish tezlanishini toping? (**3,2 m/s²**)

7. Oyning Yer atrofida orbita bo'ylab aylanishidagi tezlanishi nimaga teng? Yer va Oy markazlari orasidagi masofa 60 yer radiusiga teng. (**1/360 m/s²**)

8. Oyning radiusi 1780 km, oydagi erkin tushish tezlanishi yerdagi erkin tushish tezlanishining 0,169 qismiga teng. Oy uchun birinchi kosmik tezlikni hisoblang. (**1,74 km/s**)

9. Jism yer ekvatorida vaznsiz bo'lishi uchun yer sutkasining davomiyligi qanday bo'lishi kerak? Yerning radiusi 6400 km. (**1 soat 24 minut**)

10. Massasi m bo'lgan jism $\frac{1}{4} \cdot R$ chuqurlikda (bunda R - Yerning radiusi) Yerga qanday kuch bilan tortiladi? Yerni bir jinsli deb hisoblang. Yer sirtidagi erkin tusish tezlanishini g ga teng deb oling. (**0,75 mg**)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Butun olam tortishish qonunidagi gravitatsion doimiylikning ma'nosini tushuntiring.

A) massalari 1 kg dan va oralaridagi masofa 10 m bo'lgan ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng kattalik

B) massalari 1 kg dan bo'lgan ikkita jismning og'irlik kuchlari yig'indisiga teng kattalik

C) massalari 10 kg dan va oralaridagi masofa 1 m bo'lgan ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng kattalik

D) massalari 1 kg dan va oralaridagi masofa 1 m bo'lgan ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng kattalik

2. Ushbu gapni to'g'ri mazmunda to'ldiruvchi javobini aniqlang: $F = G \frac{Mm}{R^2}$ formula... ifodalaydi.

A) sayyoralarning o'zaro ta'sirlashuvlarini B) ixtiyoriy jismning yer bilan ta'sirlashuvini

C) massa markazlari oralig'i R bo'lgan M va m massali ikki jismining gravitatsiyaviy ta'sirlashuvini

D) yerning tortish maydonidagi M va m massali ixtiyoriy jismlarning ta'sirlashuvini

3. Yer yuzida massasi 2 kg bo'lgan jismga qancha og'irlik kuchi ta'sir etadi (N)?

A) 19,6 B) 18,8 C) 9,8 D) 22,2

4. Ikki jismdan birining massasini 3 marta oshirib, ular orasidagi masofani 3 marta kamaytirilsa, ularning o'zaro tortish kuchlari qanday o'zgaradi?

A) 9 marta oshadi B) 27 marta oshadi

C) 6 marta oshadi D) o'zgarmaydi

5. Ikki jismning har birining massasini 3 marta oshirib, orasidagi masofani 3 marta ortirilsa, ularning o'zaro tortish kuchlari qanday o'zgaradi?

- A) 9 marta oshadi B) 27 marta oshadi
C) 6 marta oshadi D) o'zgarmaydi

6. Ikk nuqtaviy jism 2m masofada bir-birini 256mN kuch bilan tarmoqda. Agar ular orasidagi masofa 8m ga o'zgartirilsa, ta'sir kuchi qanchaga kamayadi (mN)?

- A) 64 B) 16 C) 160 D) 240

7. Radiusi yernikidan 3 marta katta, massasi yer massasidan 6 marta katta bo'lgan sayyorada og'irlik kuchi yerdagidan necha marta farq qilishini aniqlang.

- A) 2 marta katta B) 1,5marta kichik
C) farq qilmaydi D) 2 marta kichik

8. Agar Oy radiusi Yer radiusidan 3,6 marta, massasi esa 81 marta kichik bo'lsa, Oy uchun erkin tushish tezlanishini aniqlang. Yerda erkin tushish tezlanishini 10 m/s^2 deb oling.

- A) $1,7 \text{ m/s}^2$ B) $1,6 \text{ m/s}^2$ C) $1,8 \text{ m/s}^2$ D) $1,9 \text{ m/s}^2$

9. Yer sirtidan qanday balandlikda og'irlik kuchi yer sirtidagi og'irlik kuchining 64 foizini tashkil qiladi (km)?

- A) 1500 B) 1400 C) 1700 D) 1600

10. Yer sirtidan ikki yer radiusiga teng balandlikda erkin tushish tezlanishi qanday bo'ladi? Yer sirti yaqinidagi erkin tushish tezlanishini g_0 ga teng deb oling.

- A) $g = g_0/2$ B) $g = g_0/9$ C) $g = g_0/3$ D) $g = g_0/4$

11. Yer sirtidan qanday balandlikda biror jismning og'irligi yer sirtidagi og'irlikidan 4 marta kichik bo'ladi? R – yerning radiusi.

- A) $0,5R$ B) $2R$ C) $3R$ D) R

12. Jismning og'irligi yer sirtidan qanday balandlikda n marta kam?

- A) $R(\sqrt{n}-1)$ B) $R(n-1)$
C) $R\sqrt{n-1}$ D) $R(\sqrt{n}+1)$

13. Yer ekvatoridagi nuqtalarning tezlanishi g ga teng bo'lishi uchun yerning burchak tezligini necha marta o'rish kerak?

- A) 15 B) 10 C) 17 D) 13

14. Yer massasi m , Quyosh massasi M , yer markazidan Quyosh markazigacha bo'lgan masofa R . Yerning Quyosh atrofidagi doiraviy orbita bo'ylab harakatidagi tezligi nima-ga teng? Gravitatsion doimiylik G .

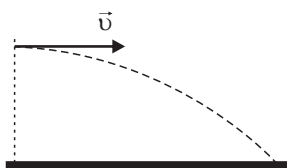
- A) $\sqrt{\frac{Gm}{2R}}$ B) $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ C) $\sqrt{\frac{2Gm}{R}}$ D) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

15. Biror jism osilgan dinamometr yer sirtida 24N ni ko'rsatadi. Agar jism yer sirtidan uning radiusiga teng masofa-ga chiqarilsa jism yerga qanday kuch bilan tortiladi?

- A) 14N B) 12N C) 6N D) 10N

5. Sun'iy yo'ldoshlar harakati. Birinchi kosmik tezlik

Inson qadimdan koinotga uchishni orzu qilgan va u o'z orzusiga XX asrning ikkinchi yarimida erishishga muvaffaq bo'ldi. Inson o'z orzusiga buncha uzoq vaqt erisha olmaganligining sababi nimada, degan savol tug'ladi. Bu savolga javob berish uchun biror h balandlikdan gorizont otilgan jismning harakatini esga olaylik. Bunda tortishish kuchi ta'sirida jism gorizont yo'nalishdan og'ib, parabola chizig'i bo'ylab harakatlanib, yerga tushadi (30 - rasm).



30-rasm



31-rasm

Jismning otilish tezligini shunday tanlash mumkinki, bunda gorizontaal otilgan jism biror vaqt ichida Yer sirtining sferikligi tufayli qancha uzoqlashsa, Yerning tortish kuchi tufayli shuncha masofaga pastga tushadi, ya'ni jism Yerga yaqinlashmaydi ham, uzoqlashmaydi ham. Natijada jism trayektoriyasining egriligini yer sirtining egriligi bilan bir xil bo'ladi. Agar havoning qarshiligi va boshqa qarshilik kuchlari hisobga olinmasa, jism harakati davomida uchish balanligini va tezligini saqlaydi. U radiusi $R = R_{yer} + h$ bo'lgan aylana bo'ylab Yer atrofida tekis harakatlana boshlaydi (31 - rasm). Bu shartni qanoatlantiruvchi eng kichik tezlik ***birinchi kosmik tezlik*** deyiladi. **Birinchi kosmik tezlik deb shunday tezlikka aytiladiki, bu tezlikka teng tezlik bilan gorizontaal otilgan har qanday jism, yerga qaytib tushmasdan doiraviy orbita bo'ylab harakatlanuvchi yo'ldosh bo'lib qoladi. Tezligi birinchi kosmik tezlikka teng bo'lib, yerning atrofida aylanuvchi inson qo'li bilan yaratilgan jismlar yerning sun'iy yo'ldoshlari hisoblanadi.**

Endi birinchi kosmik tezlikning son qiymatini keltirib chiqaraylik. Massasi m bo'lgan Yer atrofida aylana bo'ylab ($R = R_{yer} + h$ radiusli orbitada) tekis harakat qilar ekan, uning tezlanishi markazga intilma tezlanish bo'lib,

moduli $a = \frac{v^2}{R_{yer} + h}$ ga teng bo'ladi. Jismga bu tezlanishni

$F = G \frac{m_j M_{yer}}{(R_{yer} + h)^2}$ ga teng bo'lgan yerning tortish kuchi bera-
di. Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra,

$$a = \frac{F}{m_j} = G \frac{M_{yer}}{(R_{yer} + h)^2} \quad (1)$$

Binobarin $\frac{v^2}{R_{yer} + h} = G \frac{m_j M_{yer}}{(R_{yer} + h)^2} \cdot$

Bundan

$$v = \sqrt{G \frac{M_{yer}}{R_{yer} + h}} \quad (2)$$

h balandlikda jismga gorizontal yo'nalishda (8) formula bilan aniqlanadigan tezlik berilsa, jism Yer atrofida aylana bo'ylab harakat qiladi. Bunday jism Yerning sun'iy yo'ldoshi deyiladi. Yerning birinchi yo'ldoshi 1957-yil 4-oktyabrda kosmosga chiqarildi. Kosmik harakatlarga taalluqli bo'lgan hisoblash ishlarini bajaramiz.

Birinchi kosmik tezlik: Yer sirtiga yaqin joydan ($h \approx 0$) uchiriladigan yerning sun'iy yo'ldoshlari uchun bu tezlik qancha bo'lishini hisoblaymiz. (2) ifodadan $v = \sqrt{G \frac{M_{yer}}{R_{yer}}}$

va $g_{yer} = G \frac{M_{yer}}{R_{yer}^2}$ ifodaga ko'ra birinchi kosmik tezlikni hisoblash uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$v = \sqrt{g R_{yer}} \quad (3)$$

(3) formulaga kiruvchi kattaliklarning $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ va $R_{yer} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ qiymatlarni qo'yib birinchi kosmik tezlikni hisoblaymiz: $v = \sqrt{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}} = 7,92 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

Bunday katta tezlikni yo'ldoshga faqat katta quvvatli

reaktiv dvigatellar berishi mumkin. Agar jismga etarli tezlik berilsa har qanday jism yerning (yoki biror planetaning) sun'iy yo'ldoshi bo'lishi mumkin. Hozirgi paytda Yer atrofida mingdan ortiq sun'iy yo'ldoshlar harakatlanib yuribdi. Inson qo'li bilan Oyning, Mars va Zuxra planetasining, shuningdek Quyoshning sun'iy yo'ldoshlari kosmosga chiqarildi.

Sun'iy yo'ldoshning aylanish davri: R radiusli orbitada harakatlanayotgan sun'iy yo'ldoshning aylanish davri quyidagicha hisoblanadi:

$$T = \frac{2\pi R}{v} \quad (4)$$

Bu ifodaga ko'ra yer sirtini birinchi kosmik tezlik bilan aylanayotgan sun'iy yo'ldoshning aylanish davrini hisos-

laymiz: $T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}}{7,92 \cdot 10^3 \text{ m/s}} = 5074 \text{ s} \approx 85 \text{ min.}$ Shuningdek

$v = \sqrt{G \frac{M}{R}}$ ekanligini inobatga olib (4) formulani quyidagicha yozamiz:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}} \quad (5)$$

Sun'iy yo'ldoshning harakat orbitasining radiusi ortgan sari uning aylanish davri ham ortadi.

Nazorat uchun savollar

1. Jism yerning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qolishi uchun unga qanday tezlik berish kerak va uni orbitaga chiqarishda tezligi qanday yo'nalgan bo'lishi kerak?

2. Yerning sun'iy yo'ldoshining tezlanishi qanday yo'nalgan?

3. Birinchi kosmik tezlikni hisoblash formulasini keltirib chiqaring.

4. Aylanish orbitasi ortgan sari aylanish tezligi va aylanish davri qanday o'zgaradi?

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Yerning sun'iy yo'ldoshi yer sirtidan 600 km balandlikda aylanmoqda. Agar uning aylanish davri 100 minut ga teng bo'lsa, u qanday tezlik bilan harakatlanmoqda?

Berilgan: $h = 600\text{km} = 6 \cdot 10^5\text{m}$, $R = 6400\text{km} = 64 \cdot 10^5\text{m}$, $T = 100 \text{ minut} = 6000\text{s}$, **Topish kerak:** $v = ?$

Yechish: yo'ldoshning aylanish radiusi u aylanayotgan balandlik va yer radiusi yug'indisiga teng, u holda yo'ldoshning orbitadagi harakat tezligi quyidagicha hisoblanadi:

$$v = \frac{2\pi(R+h)}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (6 + 64) \cdot 10^5 \text{m}}{6000\text{s}} = 7327 \text{m/s}$$

Javob: yo'ldoshning aylanish tezligi 7327 m/s ga teng.

2. Saturn sayyorasining radiusi $6 \cdot 10^7\text{m}$, undagi erkin tushish tezlanishi esa $11,44 \text{m/s}^2$ ga teng. Shu planeta uchun birinchi kosmik tezlikni hisoblang.

Berilgan: $R = 6 \cdot 10^7 \text{m}$, $g = 11,44 \text{m/s}^2$, **Topish kerak:** $v_k = ?$

Yechish: radiusi R va sirtidagi erkin tushish tezlanishi g bo'lgan planeta uchun birinchi kosmik tezlik quyidagicha aniqlaniladi:

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{11,44 \text{m/s}^2 \cdot 6 \cdot 10^7 \text{m}} = 26,2 \cdot 10^3 \text{m/s}$$

Javob: planeta uchun birinchi kosmik tezlik 26,2 km/s ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Yer sirtidan 630km balandlikda yerning sun'iy yo'ldoshi aylana bo'ylab aylanmoqda. Uning aylanish tezligi va aylanish davri topilsin. (**7,6 km/s, 96minut**)

2. Suniy yo'ldosh yerning ayni bir nuqtasining ustida bo'lishi uchun u yer sirtidan qanday baladlikda va qanday tezlik bilan harakatlanishi kerak? Yerning massasi $6 \cdot 10^{24}$ kg va radiusini $6,4 \cdot 10^5$ m ga teng deb oling.

3. Planeta atrofida kichik balandlikda aylana orbita bo'ylab harakatlanayotgan sun'iy yuldoshning aylanish davri T planetaning o'rtacha zichligiga qanday bog'langan?

$$(T = 2\pi \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}})$$

3. Sayyora atrofida kichik balandlikda aylana orbita bo'ylab harakatlanayotgan sun'iy yuldoshning aylanish davri T planetaning o'rtacha zichligiga qanday bog'langan?

$$(\frac{3\pi}{GT^2})$$

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Yerning tortish kuchi 9 marta kam ta'sir qilishi uchun kosmik kema yerdan qancha balandlikda bo'lishi kerak? Yerning radiusi R ga teng.

A) $9R$ B) $2R$ C) $4,5R$ D) $3R$

2. Aylanadan iborat orbitasining radiusi $2 \cdot \sqrt[3]{2}$ marta ortganda, yo'ldoshning aylanish davri qanday o'zgaradi?

A) 2 marta ortadi B) 4 marta ortadi

C) 8 marta ortadi D) o'zgarmaydi

A) 3 marta oshadi B) o'zgarmaydi
C) 9 marta oshadi D) 3 marta kamayadi

A) $F = mg$
 B) $F = 0$
 C) $F = m(g + v^2 / R)$
 D) $F = m(g - v^2 / R)$

A) 3 marta ortadi B) 2 marta ortadi
C) o'zgarmaydi D) 1,5 marta kamayadi

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

A) vertikal pastga
B) vertikal yuqoriga
C) orbitaga urinma yunalishda
D) tezlik yoʻnalishga bogʻliq emas

A) 8 marta ortadi
B) 12 marta ortadi
C) 16 marta kamayadi
D) 2 marta ortadi

9. Sun'iy yo'ldoshning orbita bo'ylab aylanish davri 2 marta ortganda, yo'ldosh orbitasining diametri qanday o'zgaradi?

- A) $\sqrt[3]{4}$ marta ortadi B) $\sqrt[3]{4}$ marta kamayadi
C) 2 marta ortadi D) 2 marta kamayadi

10. Radiusi R bo'lgan aylana bo'ylab harakatlanayotgan yer sun'iy yo'ldoshining aylanish davri T orbita radiusiga qanday bog'langan?

- A) $2\pi\sqrt{\frac{R}{GM}}$ B) $\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$ C) $\pi\sqrt{\frac{R}{GM}}$ D) $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

6. Elastiklik kuchi. Tayanchning reaksiya kuchi

Jismga tashqi kuch qo'yilmaganda jismni tashkil etgan zarralar (atom yoki molekulalar) orasida o'zaro ta'sir (itarilish va tortilish) kuchlari bir-birini muvozanatlab turadi. Agar jismga (masalan rezina ipiga) tashqi kuch qo'yilgan bo'lsa, tashqi kuch ta'sirida rezina ipning qismlari bir-biriga nisbatan ko'chanligini, ip uzunroq va ingichkaroq bo'lib qolanligini ko'ramiz. Kuzatilgan jarayonni fizik nuqtayi nazarida tahlil qilishga to'xtalamiz. Jism cho'zilganda (yoki siqilganda) jismni tashkil qilgan zarralar bir-biriga nisbatan siljiydi, ular orasidagi masofa o'zgaradi va uning natijasida o'zaro ta'sir kuchlarining muvozanati buziladi. Zarralar bir-biridan uzoqlashganda tortishish kuchlari itarilish kuchlaridan ustunlik qiladi va aksincha zarralar bir-biriga yaqinlashganda itarilish kuchlari tortishish kuchlaridan ustunlik qiladi. Oqibatda jismning har bir kesimida noldan farqli natijaviy ichki kuchlar paydo bo'ladi. Jismda yuzaga kelgan ichki kuchlarning yig'indisi, Nyutonning uchinchi

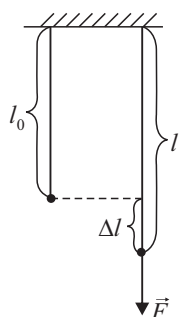
qonuniga ko'ra, tashqi qo'yilgan kuchga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi va bu kuch **elastiklik kuchi** deb ataladi.

Jismga tashqi kuch qo'yilganda jismning shakli yoki o'lchamlari o'zgarashi mumkin. **Tashqi kuch ta'sirida jismning shakli yoki o'lchamlarining o'zgarish hodisasi deformatsiya deb ataladi.**

Tashqi ko'rinishiga qarab cho'zilish, siqilish, egilish va buralish kabi deformatsiyalarni bir-biridan ajratish qiyin emas. Tabiatiga ko'ra deformatsiyalar elastik va noelastik (plastik) deformatsiyalarga bo'linadi. **Tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng deformatsiya yo'qolsa, jism o'zining daslabki holatiga to'la qaytsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya deyiladi.** Masalan, rezina ipga qo'yilgan tashqi kuch olinsa u boshlangich holatiga qaytadi. Rezina ipdagi deformatsiya elastik deformatsiyaga misoldir.

Tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng ham jismda saqlanib qoluvchi deformatsiyalarga plastik yoki noelastik deformatsiya deyiladi. Masalan, plastilinni ozgina tashqi kuch ta'sirida siqish mumkin, ammo tashqi kuch olingandan so'ng u o'zining dastlabki holatini tiklay olmaydi. Bu hodisa plastik deformatsiyaga misoldir.

Deformatsiyalangan jismda hosil bo'ladigan elastiklik kuchining qanday kattaliklarga bog'liq ekanligini golland olimi G. Guk tajriba yordamida o'rgandi. U elastik moddadan yasalgan rezina tasmasini olib uning bir uchini osmaga mahkamladi (32-rasm). Bunda rezina tasmasinining dastlabki uzunligi l_0 ga teng bo'lsin. Tasmaning ikkinchi uchiga F tashqi kuch qo'yib cho'zsak, uning uzunligi $\Delta l = l - l_0$ ga ortadi, bunda l – deformatsiyalangan paytdagi tasmaning uzunligi. Δl



32-rasm

ning moduliga mutlaq uzayish deb ataladi. Guk elastik deformatsiyada mutlaq uzayish tashqi kuchga to‘g‘ri mutanosib ekanligini tajribada aniqladi va quyidagi xulosaga keldi: **deformatsiyalangan jismda hosil bo‘ladigan elastiklik kuchi doim Δl mutlaq uzayishiga (yoki siqilishiga) to‘g‘ri proporsional bo‘lib, jism zarralarining ko‘chish yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘naladi.** Bu xulosa **Guk qonuni** deb ataladi va bu qonunning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$F_{el} = -k\Delta l \quad (1)$$

bunda k – proporsionallik koeffitsiyenti bo‘lib u deformatsiyalanayotgan jismning tabiatiga va geometrik o‘lchamlariga bog‘liq bo‘lgan kattalikdir. k – jismning elastiklik xususiyatini miqdor jihatdan tavsiflovchi fizik kattalik bo‘lib, unga **jismning bikrligi** deyiladi.

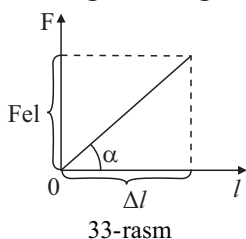
Deformatsiyalanayotgan jismning zarralari unga ta‘sir qilayotgan tashqi kuch yo‘nalishida ko‘chadi. Hosil bo‘lgan elastik kuchi tashqi kuchga teskari yo‘nalgandir. (1) tenglikdagi minus ishorasi (mutlaq uzayishga) elastiklik kuchining tashqi kuchga teskari yo‘nalganligini anglatadi. Tajribalar Guk qonuni faqat elastik deformatsiyaning kichik qiymatlarida ($\Delta l \ll l_0$) aniqroq bajarilishini ko‘rsatadi.

XBTda bikrlikning birligi qilib $[k] = 1N / 1m = 1N / m$ qabul qilingan.

(1) ifodaga ko‘ra, elastiklik kuchi mutlaq deformatsiyaga to‘g‘ri mutanosib va F_{el} ning Δl ga bog‘liqlik grafigi koordinata boshidan o‘tuvchi to‘g‘ri chiziqdan iborat bo‘ladi (33-rasm). Prujinaning bikrligini F_{el} ning Δl ga bog‘liqlik grafigidan foydalangan holda topish mumkin:

$$k = \frac{F_{el}}{\Delta l} = tg\alpha \quad (2)$$

Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi elastiklik kuchining kattaligi doimo jismga qo'yilgan tashqi kuchga



33-rasm

teng bo'ladi. Bikrligi k bo'lgan prujinaga massasi m ga teng bo'lgan yuk osilganda uning mutlaq uzayishi Δl ga teng bo'lib, muvozanat vaziyatida turgan bo'lsin. Bunda prujinaga ta'sir etayotgan tashqi kuch(og'irlik kuchi) ning moduli elastiklik kuchiga teng

bo'ladi:

$$F_{el} = mg \text{ yoki } k\Delta l = mg \quad (3)$$

(3) ifodaga ko'ra prujinaning bikrligi quyidagicha aniqlanadi:

$$k = \frac{m \cdot g}{\Delta l} \quad (4)$$

Elastiklik kuchini o'rganish mavzusidagi masalalarni yechishda bikrliklari har xil bo'lgan jism (prujina) larni bir-biriga ketma-ket yoki parallell ulanganda hosil bo'lgan tizimning bikrligini hisoblashga to'g'ri keladi. Bikrliklari mos ravishda $k_1, k_2, \dots, k_n$ bo'lgan n ta prujinaning ketma-ket ulanishidan hosil bo'lgan tizimning bikrligini hisoblaylik. Bu prujinalar mos ravishda $\Delta l_1, \Delta l_2, \dots, \Delta l_n$ masofaga cho'zilganda (siqilganda) ularga $F_1; F_2; \dots; F_n$ elastiklik kuchlari ta'sir qiladi. Bunda prujinalar tizimining to'liq cho'zilishi (yoki siqilishi) $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \dots + \Delta l_n$ ga teng bo'ladi. $F = k \Delta l, F_1 = k_1 \cdot \Delta l_1, F_2 = k_2 \cdot \Delta l_2, \dots, F_n = k_n \cdot \Delta l_n$ ifodalardan foydalanlangan holda

$$\frac{F}{k} = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} + \dots + \frac{F_n}{k_n} \quad (5)$$

$F = F_1 = F_2 = \dots = F_n$ ekanligi hisobga olinsa, bu ifoda

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n} \quad (6)$$

ko'rinishga keladi. Demak, (6) tenglik yordamida bikrliklari turlicha bo'lgan prujinalarning ketma-ket ulanishidan hosil bo'lgan prujinalar tizimining bikrligini hisoblash mumkin ekan.

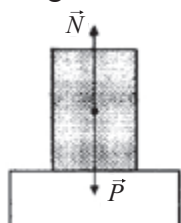
Endi xuddi shu prujinalarning parallell (yonma-yon) ulanishidan hosil bo'lgan tizimning bikrligini hisoblashni qarab chiqamiz. Har bir prujinaga mos ravishda $\Delta l = \Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = \dots = \Delta l_n$ masofaga cho'zilishi (siqilishi) tufayli, ularga $F \neq F_1 \neq F_2 \neq \dots F_n$ elastiklik kuchlari ta'sir qilayotgan bo'lsin. Tizimda hosil bo'ladigan elastiklik kuchi $F = F_1 + F_2 + \dots + F_n$ ga teng. U holda

$$k \Delta l = k_1 \cdot \Delta l_1 + k_2 \cdot \Delta l_2 + \dots + k_n \cdot \Delta l_n \quad (7)$$

ga teng bo'ladi. Yuqoridagi munosabatlarga ko'ra

$$k = k_1 + k_2 + \dots + k_n \quad (8)$$

ekanligi kelib chiqadi. (8) ifoda yordamida bikrliklari turlicha bo'lgan prujinalarning parallell ulanishidan hosil bo'lgan tizimning bikrligini hisoblash mumkin.



34-rasm

Ma'lumki, tabiatdagi barcha jismlarga tik pastga qarab yo'nalgan og'irlik kuchi ta'sir qiladi. Masalan, stolning ustiga qo'yilgan jism og'irligi tufayli uni siqib, deformatsiyalaydi. Deformatsiyalangan stolda esa tik yuqoriga qarab yo'nalgan elastiklik kuchi hosil bo'ladi (34-rasm).

Moduli elastiklik kuchining moduliga teng va u bilan bir tamonga yo'nalgan $\vec{N}$ kuch tayanchning reaksiya kuchi deyiladi, ya'ni

$$\vec{N} = F_{el} = -P_{og},$$

Qo'zgalmas tayanchga mahkamlangan ip uchiga **m** massali yukni ossak, og'irlik kuchi (**mg**) ta'sirida ip taranglashadi va ipda *T* taranglik kuchi yuzaga keladi. Jism muvozanat holatida turganda ipdagi taranglik kuchining moduli son jihatdan og'irlik kuchining moduliga teng bo'ladi, ya'ni $T = mg$.

Nazorat uchun savollar

1. Deformatsiya nima? Uning qanday turlarini bilasiz?
2. Guk qonunini ta'riflab, formulasini yozing va uni izohlang.
3. Jismning bikrligi deganda nimani tushinasiz? U nimaga bog'liq?
4. Elastiklik kuchi va mutlaq uzayish orasidagi boglanishni ko'rsatuvchi grafikni chizib, uni tushuntiring.
5. Tayanchning reaksiya kuchi deb nimaga aytiladi va u qanday yo'nalgan?
6. Qanday kuchga taranglik kuchi deyiladi?
7. Ipga yoki prujinaga osilgan jism qanday shart bajarilganda muvozanat holatida bo'ladi?

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Massasi 0,3 kg bo'lgan yuk osilganida 9 sm uzunlikdagi prujina 2 sm ga uzaydi. Prujinaning bikrligini aniqlang.

Berilgan: $m = 0,3 \text{ kg}$, $l_0 = 9 \text{ sm} = 0,09 \text{ m}$, $\Delta l = 2 \text{ sm} = 0,02 \text{ m}$, **Topish kerak:** $k = ?$

Yechish: bikrligi k bo'lgan prujinaga massasi m ga teng bo'lgan yuk osilganda prujinadagi mutlaq uzayish Δl ga teng bo'lsa, uning bikrligi qo'yidagicha aniqlanadi:

$$k = \frac{mg}{\Delta l} = \frac{0,3 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,02 \text{ m}} = 150 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Javob: 150 N/m.

2. Bikrliklari 0,8 kN/m va 1,2 kN/m bo‘lgan ikkita prujina ketma-ket ulangan. Agar biror kuch ta’sirida birinchi prujina 3 sm ga deformatsiyalangan bo‘lsa, ikkinchi prujinaning deformatsiya kattaligini toping.

Berilgan: $k_1 = 800 \text{ N/m}$, $k_2 = 1200 \text{ N/m}$, $\Delta l_1 = 0,03 \text{ m}$,

Topish kerak: $\Delta l_2 = ?$

Yechish: bikrligi mos ravishda k_1 va k_2 bo‘lgan ikki prujina ketma-ket ulanib ularga tashqi F kuch ta’sir qilsa har bir prujinaga $F = F_1 = F_2$ elastiklik kuchlari ta’sir qiladi. Jumladan $F_1 = k_1 \cdot \Delta l_1$, $F_2 = k_2 \cdot \Delta l_2$ ekanligini inobatga olib $k_1 \cdot \Delta l_1 = k_2 \cdot \Delta l_2$ ga ega bo‘lamiz. Bu tenglikdan ikkinchi prujinaning deformatsiya kattaligini hisoblaymiz:

$$\Delta l_2 = \frac{k_1 \Delta l_1}{k_2} = \frac{800 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,03 \text{ m}}{1200 \frac{\text{N}}{\text{m}}} = 0,02 \text{ m}$$

Javob: 2 sm

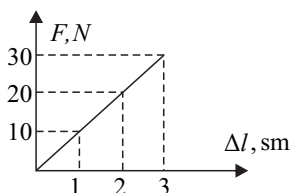
Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Tik turgan elastik prujina ustiga massasi 6 kg bo‘lgan yuk qo‘yilganda, u 4 sm ga siqildi. Prujinaning bikrligini aniqlang. (1500 N/m)

2. Bikrligi 800 N/m bo‘lgan prujina qanday kuch ta’sirida 4sm ga cho‘ziladi? (32 N)

3. O'lchmi $5 \times 8 \times 10 \text{ sm}^3$ bo'lgan misdan yasalgan parallellepiped shaklidagi jism prujinaga osilganda qanday elastiklik kuchi yuzaga keladi? Misning zichligi 8900 kg/m^3 . **(34,9 N)**

4. Cho'zilish uzunligi o'zgarishining unga qo'yilgan kuchga bog'liqlik grafigi keltirilgan. Prujinaning bikrligini grafikdan foydalanib toping. **(1000 N/m)**



5. Birinchi prujinaning bikrligi 300 N/m , ikkinchisi 100 N/m . Shu prujinalarni ketma-ket ulab tuzilgan tizimning bikrligi qanday bo'ladi?. Shu prujinalarni yonma-yon ulab tuzilgan tizimning bikrligi qanday bo'ladi? **(75 N/m)**

6. 3 kg massali arg'imchoq daraxt shoxiga ilingan, unda massasi 42 kg bo'lgan bola o'tiribdi. Daraxt shoxida arg'imchoq va bola ta'sirida hosil bo'lgan reaksiya kuchini toping. **(441,5 N)**

7. Uzunligi 10 sm bo'lgan prujinaga 400 g massali yuk osilganida u $1,2 \text{ sm}$ ga uzaydi. Agar shu prujinaga 600 g massali yuk osilsa uning uzunligi qanday bo'ladi? **(11,8 sm)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

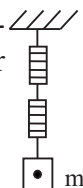
- Jismning deformatsiyasi deb nimaga aytiladi?
 - tashqi kuch ta'sirida qattiq jism tezlanishining o'zgarishi
 - tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning harakatga kelishi
 - tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning harakatdan to'xtashi
 - tashqi kuch ta'sirida qattiq jism o'lchamlari va shaklining o'zgarishi

2. O'zgaras 5 N kuch ta'sirida prujina 0,05 m cho'zildi. Prujinaning bikrlk koeffisiyentini aniqlang (N/m).

- A) 2 B) 20 C) 40 D) 100

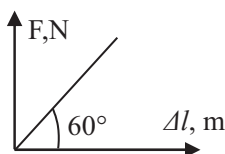
3. Vaznsiz ikkita bir xil dinamometrqa 5 kg mas-sali yuk osilsa, yuqoridagi, pastki dinamometrlar necha nyutonni ko'rsatadi?

- A) 100 va 100 B) 100 va 50
C) 50 va 50 D) 50 va 100



4. Grafikdan foydalangan holda bikrlkni aniqlang (N/m).

- A) 1 B) 0,5
C) $\sqrt{3}$ D) $\sqrt{3}/2$



5. Har birining bikrligi k bo'lgan ikkita bir xil prujina bir-biriga yonma-yon ulangan. Hosil bo'lgan tizimning bikrligi qanday bo'ladi?

- A) $k/2$ B) $2k$ C) k D) $4k$

6. Har birining bikrligi k bo'lgan ikkita bir xil prujinalarni ketma-ket ulash natijasida hosil bo'lgan prujinaning bikrligi qanday bo'ladi?

- A) k B) $k/2$ C) $2k$ D) $3k$

7. O'zaro parallell (yonma-yon) ulangan ikkita bir xil prujina ketma-ket ulanganda, ularning umumiy bikrligi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta kamayadi B) 4 marta oshadi
C) o'zgarmaydi D) 2 marta oshadi.

8. Uzunligi 9sm bo'lgan prujinaga 450 g massali yuk osilganida u 1,5 sm ga uzaydi. Agar shu prujinaga 600g massali yuk osilsa u qanchaga uzayadi (sm)?

- A) 2,2 B) 1,8 C) 1,5 D) 2

9. Uzunligi 15 sm bo'lgan prujinaga 800 g massali yuk osilganida u 1,6 sm ga uzaydi. Agar shu prujinaga 1200g massali yuk osilganda uning uzunligi qanday bo'ladi?

A) 17,8 B) 17,4 C) 18,2 D) 18,6

10. Bikrligi 300 N/m bo'lgan prujina ta'shq kuch ta'sirida 3 sm ga cho'zildi. Agar prujinaning 1/3 qismini kesib tashlab, qolgan qismiga yana shu kuch ta'sir etsa, uning cho'zili-shi qanchaga (sm) teng bo'ladi?

A) 4 B) 0,8 C) 1,5 D) 2

11. Bikrliklari $k_1 = 200$ N/m va $k_2 = 400$ N/m bo'lgan prujinalar ketma-ket ulangan. Tashqi kuch ta'sirida birinchi prujina 4 sm ga cho'zilgan bo'lsa, ikkinchi prujinaning de-formasiya kattaligi qanday (sm) bo'ladi?

A) 2,5 B) 5 C) 8 D) 2

12. Bikrligi 180 N/m bo'lgan prujina F kuch ta'sirida 3 sm ga cho'zildi. Agar prujinaning 1/3 qismini kesib olib tashlab, qolgan qismiga yana shu kuch qo'yilsa, uning cho'zilishi qanday bo'ladi (sm)?

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

7. Jism og'irligining uning harakat turlariga bog'liqligi

Jism tomonidan tayanchga yoki osmaga ta'sir etuvchi kuchga jismning og'irligi deyiladi. Og'irlik kuchi esa yer tomonidan jismga ta'sir etuvchi kuchdir. Agar jism yerga nisbatan tinch tursa, gorizontal tekislik bo'ylab harakat qil-sa, jism osilgan tayanch vertikal o'q bo'ylab tekis yuqoriga yoki tekis pastga harakatlansa, jismning og'irligi og'irlik kuchiga son jihatdan teng bo'ladi, ya'ni

$$P = mg \quad (1)$$

Agar yuk osilgan tayanch vertikal o'q bo'ylab $\vec{a}$ tezlanish bilan yuqoriga tekis tezlanuvchan harakatlansa jismning og'irligi

$$P = mg + ma = m(g + a) \quad (2)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Demak, jism vertikal yuqoriga $\vec{a}$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakatlansa, uning og'irligi tekis harakat holatiga nisbatan $m \cdot a$ qiymatga ortadi.

Agar yuk osilgan tayanch vertikal o'q bo'ylab $\vec{a}$ ($a < g$) tezlanish bilan pastga harakatlansa, uning og'irligi

$$P = mg - ma = m(g - a) \quad (3)$$

ifoda yordamida topiladi. Demak, jism vertikal pastga $\vec{a}$ tezlanish bilan harakatlanganda uning og'irligi tekis harakat holatiga nisbatan $m \cdot a$ qiymatga kamayadi.

Ayni paytda cho'zilmas arqonga osilgan yukning og'irligi P arqonda yuzaga kelgan T taranglik kuchiga son jihatidan teng bo'ladi.

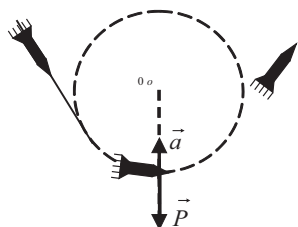
Jismning vertikal o'q bo'ylab yuqoriga tezlanuvchan harakat qilganda yuzaga kelgan jism og'irligini uning tinchlikdagi og'irligidan necha marta katta ekanligini ifodalovchi kattalik **yuklanish** deyiladi. U quydagicha hisoblanadi:

$$n = \frac{mg + ma}{mg} = \frac{g + a}{g} = 1 + \frac{a}{g} \quad (4)$$

Yuqori qavatli binolarda liftida turgan odam lift tezlanish bilan yuqoriga harakatlanganida yuklanishni sezadi. Biroq bu yuklanishning kattaligi va ta'sir vaqti kichik bo'lganligi uchun u salbiy oqibatni yuzaga keltirmaydi.

Samolyotni sho'ng'itib olib chiqayotgan uchuvchiga trayektoriyaning pastki qismida ortiqcha yuklanish ta'sir qiladi (35-rasm). Darhaqiqat, trayektoriyainng bu qismida samolyot markazga intilma tezlanishga ega bo'lib, ayni paytda bu tezlanish vertikal yuqoriga yo'nalgandir, ya'ni botiq trayektoriyaning pastki qismidan

ko'tarilayotgan samolyot erkin tushish tezlanishiga teskari yo'nalgan va modul jihatidan $a = v^2/R$ ga teng bo'lgan markazga intilma tezlanishi bilan harakatlanaadi. Bu nuqtada massasi m bo'lgan uchuvchining og'irligi quyidagicha aniqlanadi:

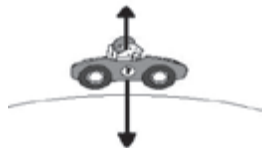


35-rasm

$$P = mg + \frac{mv^2}{R} = m(g + \frac{v^2}{R}) \quad (5)$$

va u o'rindiqni ogirligiga teng bo'lgan kuch bilan bosadi.

Endi m massali avtomobil v tezlik bilan radiusi R bo'lgan qavariq ko'priq ustidan o'tayotgan holini ko'raylik. Darhaqiqat, qavariq ko'priq ustidagi harakat aylana bo'ylab harakatning bir qismidan iboratdir. Shuning uchun avtomobilning markazga intilma



36 - rasm

tezlanishi $a = v^2/R$ ga tengdir (36-rasm). Avtomobil ko'priqning eng yuqori nuqtasida bo'lganda bu tezlanish vertikal bo'ylab pastga yo'naladi. Bu tezlanish avtomobilga $m\vec{g}$ og'irlik kuchi bilan ko'priqning $\vec{N}$ reaksiya kuchlarining teng ta'sir etuvchisini beraadi.

Natijada avtomobil og'irligi

$$P = mg - \frac{mv^2}{R} = m(g - \frac{v^2}{R}) \quad (6)$$

ifoda orqali aniqlanadi. Demak, qavariq ko'priq ustida harakatlanayotgan avtomobil ko'priqda tinch turganidan yengil bo'ladi. Shuningdek, qavariq ko'priqdan o'tayotgan avtomobil ichida o'tirgan yo'lovchining og'irligi ham kamayadi. Xususiyl holda (6) ifodaga ko'ra agar avtomobilning tezligi $v = \sqrt{g \cdot R}$ ga teng bo'lsa, avtomobil va uning

ichidagi haydovchi shu onda vaznsizlik holatida bo‘ladi, ya’ni $P = 0$.

Nazorat uchun savollar

1. Jismning og‘irligi va og‘irlik kuchi bir xil tushunchami?
2. Jism qanday vertikal harakatlanganda jism og‘irligi og‘irlik kuchiga teng bo‘ladi?
3. Jism qanday harakatlanganda uning og‘irligi og‘irlik kuchidan katta bo‘ladi?
4. Yuklanish deb nimaga aytiladi? Uning qiymati qanday aniqlanadi?
5. Vaznsizlik nima? Qanday sharoitda jism vaznsizlik holatida bo‘ladi?

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Kosmik kema Yerdan vertikal ko‘tarilishda 35 m/s^2 tezlanish oladi. Bunda 80 kg massali kosmonavtning og‘irligi nimaga teng?

Berilgan: $a = 35 \text{ m/s}^2$, $m = 80 \text{ kg}$, $g = 9,81 \text{ m/s}$, **Topish kerak:** $P = ?$

Yechish: kosmonavt a tezlanish bilan vertikal yuqoriga ko‘tarilayotgan bo‘lsa, uning tayanch nuqtasiga beradigan og‘irligini quyidagi ifoda yordamida hisoblaymiz:

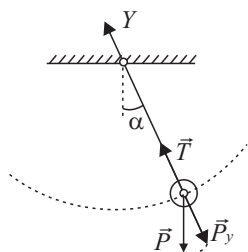
$$P = mg + ma = m(g + a) = 80\text{kg}(9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 35\frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 3585\text{N}$$

Javob: 3585N

2. Massasi 40 kg bo‘lgan bola uzunligi 4 m bo‘lgan arg‘imchoqda uchmoqda. Muvozanat vaziyatidan 6 m/s tezlik bilan o‘tayotganida, u o‘rindiqqa qanday kuch bilan

ta'sir qiladi?

Berilgan: $m = 40 \text{ kg}$, $l = 4\text{m}$, $v = 5\text{m/s}$, **Topish kerak:** $P = ?$



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

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$$

Og'irlik kuchining OY o'qdagi proyeksiyasini hisobga olgan holda tenglamani skalyar ko'rinishda yozamiz:

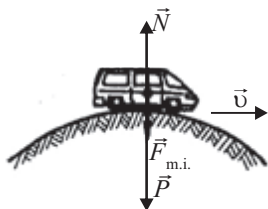
$ma_{\vec{v}} = T - mg \cos \alpha$ yoki $m \frac{v^2}{l} = T - mg \cos \alpha$. Bundan $T = m(\frac{v^2}{l} + g \cos \alpha)$. Jism muvozanat vaziyatidan o'tayotganda $\alpha = 0$ va taranglik kuchi esa jismning og'irligi ($T = P$) ga teng bo'ladi.

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

Javob: 642,2N

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

Berilgan: $R = 70 \text{ m}$, $P = mg/2$, **Topish kerak:** $v = ?$



Yechish: qavariq ko'prikk ustidagi harakat aylananing bir qismi bo'ylab qilingan harakatdir. Bunda avtomobil moduli markazga intilma tezlanishning qiymatiga teng bo'lgan tezlanish bilan harakatla-

nadi: $a = \frac{v^2}{R}$. Avtomobil ko'priknining eng yuqori nuqtasida bo'lgan paytda bu tezlanish vertikal bo'ylab pastga yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun bu nuqtada haydovchining og'irligi:

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

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

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

Javob: 18,5 m/s.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Ipga bog'langan 1,2 kg massali jism 2,6 m/s² tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Ipdagi taranglik kuchini toping. **(15N)**

2. Ip arqon yordamida 20 kg yuk 2 s davomida 12 m balandlikka tik ko'tarildi. Agar yukning harakati tekis tezlanuvchan bo'lsa, arqonda qanday taranglik kuchi yuzaga keladi? **(316,2 N)**

3. Egrilik radiusi 64 m bo'lgan qavariq ko'prikdan o'tayotgan motosiklning tezligi qanday bo'lganda, ko'priknining eng yuqori nuqtasida u o'z og'irligini yo'qotadi? **(25 m/s)**

4. Arqon 2400 N taranglik kuchiga dosh beradi. Massasi 200 kg bo'lgan jismni shu arqon yordamida qanday maksimal tezlanish bilan ko'tarish mumkin? **(2,2 m/s²)**

5. Agar qavariq ko'prikdan o'tayotgan avtomobilning markazga intilma kuchi 3000 N bo'lib, u ko'priikka 9000 N kuch bilan bosgan bo'lsa, avtomobil massasi qanchaga teng? **(1220 kg)**

6. Gorizontal yo'lda avtomobil 6 m/s² tezlanish bilan harakatlanmoqda. Massasi 70kg bo'lgan odam o'rindiqliq suyanichiga qanday kuch bilan bosadi? **(805N)**

7. Arqon ko'pi bilan 100 kg massali yukni ko'tara oladi. Shu arqon yordamida qanday massali yukni 2,5m/s² tezlanish bilan ko'tarish mumkin bo'ladi? **(80 kg)**

8. Agar 100 kg massali kosmonavt kosmik kemada uchish vaqtida yuklanish 2,5 ga teng bo'lsa, kosmonavtning og'irligi qancha bo'ladi? **(2452N)**

9. Yerdan uchish paytida kosmonavtning og'irligi 5mg ga teng bo'ldi. Raketa vertikal yo'nalishda 13,5km balandlikka qancha vaqtda ko'tariladi? Raketa parvozini tekis tezlanuvchan deb hisoblang. **(26,2s)**

10. Prujinaga tayanchga mahkamlangan. Unga osilgan yuk uni 10sm ga cho'zdi. Agar tayanch pastga qarab 3,8 m/s² tezlanish bilan harakatlansa, uning cho'zilish uzunligi qanday bo'ladi? **(6,1 sm)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Yengil avtomobil v tezlik bilan harakatlanmoqda. Qavariq, botiq va gorizontal yo'l qismlarida avtomobilning yo'lga ko'rsatgan bosim kuchlari qanday munosabatda bo'lishini toping.

- A) $F_1 < F_3 < F_2$ B) $F_1 < F_2 < F_3$
C) $F_1 = F_2 = F_3$ D) $F_1 > F_2 > F_3$

2. Jismning og'irligi qutbda P_1 , o'rtacha kengliklarda P_2 , ekvatorida P_3 . Quyidagi munosabatlarning qaysi biri to'g'ri?

- A) $P_1 = P_2 = P_3$ B) $P_1 > P_2 > P_3$
C) $P_1 < P_2 < P_3$ D) $P_3 < P_1 < P_2$

3. Lift shipiga mahkamlangan prujinali taroziga m massali jism osilgan. Lift kabinasi a tezlanish bilan pastga harakatlansa, tarozining ko'rsatishi nimaga teng?

- A) $F = mg$ B) $F = mg - ma$ C) $F = mg + ma$ D) $F = ma$

4. Motosikl v tezlik bilan egrilik radiusi R bo'lgan qavariq ko'prikda harakatlanmoqda. Keltirilgan tenglamalardan qaysi biri motosiklning qavariq ko'prikka bosim kuchini ifodalashini aniqlang.

- A) $F = mg - \frac{mv^2}{R}$ B) $F = mg + \frac{mv^2}{R}$
C) $F = \frac{mv^2}{R}$ D) $F = mg$

5. Lift 2 m/s^2 tezlanish bilan pastga harakatlansa, undagi 60 kg massali odam lift polini qanday kuch bilan bosadi (N)? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A) 540 B) 480 C) 660 D) 720

6. Massasi 7,5 kg bo'lgan jism 10 m/s^2 tezlanish bilan vertikal ko'tarilmoqda. Ko'taruvchi kuchning qiymati qanday bo'lgan(N)? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 10 B) 50 C) 100 D) 150

7. 1,2 t massali lift tekis tezlanuvchan harakat qilib, 2s da 10 m masofaga tushdi. Lift kabinasini ko'taruvchi arqondagi taranglik kuchini toping (kN). $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 10 B) 9,8 C) 6 D) 7,2

8. 6 kg massali jismni vertikal yuqoriga 78 N kuch bilan ko'targanda, u qanday tezlanish oladi? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 5 m/s^2 B) 4 m/s^2 C) 2 m/s^2 D) 3 m/s^2

9. 10 kg massali jism yuqoriga 2 m/s^2 tezlanish bilan ko'tarish uchun qancha kuch kerak bo'ladi? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 120 N B) 140 N C) 84 N D) 28 N

10. Oydagi shaxtada $0,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tushayotgan 60 kg massali odamning vazni qanday bo'ladi (N)? ($g_{\text{oy}} = 1,65 \text{ m/s}^2$).

A) 70 B) 69 C) 63,3 D) 58

11. Radiusi 80 m bo'lgan qavariq ko'priknining o'rtasida avtomobilning ko'priikka ko'rsatadigan bosim kuchi og'irlik kuchining yarmiga teng bo'lishi uchun uning tezligi qanday bo'lishi kerak? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 15 m/s B) 10 m/s C) 7,1 m/s D) 20 m/s

12. Ko'pi bilan 20 kg massali yukni ko'tara oladigan arqon yordamida qanday massali yukni $g/3$ tezlanish bilan ko'tarish mumkin bo'ladi (kg)? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 7,5 B) 12 C) 15 D) 1 2,5

13. Agar botiq ko‘prikda harakatlanayotgan avtomobilning og‘irligi gorizontal yo‘ldagidan 1,4 marta ortiq bo‘lsa, avtomobil tezligini toping (m/s). Ko‘prikning egrilik radiusi 9 m. $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 10 B) 8 C) 9 D) 6

14. Radiusi 40 m bo‘lgan qavariq ko‘prikning o‘rtasidan avtomobil qanday tezlik bilan o‘tganda, undagi yo‘lovchi qisqa muddatli vaznsizlik holatida bo‘ladi (m/s)? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 10 B) 15 C) 20 D) 25

15. Kosmik kema vertikal ravishda 25 m/s^2 tezlanish bilan ko‘tarilmoqa. Massasi 90 kg bo‘lgan kosmonavtning og‘irligi qanday bo‘ladi. (N). $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 2400 B) 2850 C) 3150 D) 2000

16. Arqon ko‘pi bilan m massali yukni ko‘tara olsa, shu arqon yordamida qanday massali yukni yuqoriga tik 10 m/s^2 tezlanish bilan ko‘tarish mumkin bo‘ladi?

A) $\frac{m}{2}$ B) m C) $\frac{m}{3}$ D) $\frac{m}{4}$

17. Dinamometrga 3 kg massali yuk osilgan. U yuki bilan bir safar yuqoriga, ikkinchi safar pastga 3 m/s^2 tezlanish bilan harakatlantirildi. Bu hollardagi dinamometr ko‘rsatishlarining farqini toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 18 N B) 16N C) 9 N D) 4N

18. To‘nkarilgan shisha idishdan suv oqib chiqmoqda. Agar idish tashlab yuborilsa, erkin tushish vaqtida suv...

A) sekinroq oqadi B) tezroq oqadi
C) oqmaydi D) avvalgidek oqadi

8. Ishqalanish kuchi. Tinchlikdagi ishqalanish

Mexanika bo'limida o'rganiladigan kuchlardan biri – ishqalanish kuchi bilan tanishaylik. Uning hosil bo'lishini quyidagi misolda ko'rish mumkin. To'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'lgan avtomobilni neytral holatga qo'yilsa (boshqacha aytganda motorining tortish kusi nolga teng bo'lsa,), u tezligini kamaytira borib ma'lum vaqtdan keyin to'xtaydi. Bunda avtomobilning tezligi, uning to'xtaguncha ketgan vaqt ichida v_0 dan nolgacha kamayadi va avtomobil moduli $|\vec{a}| = \frac{v_0^2}{2 \cdot s}$ ga teng bo'gan manfiy tezlanish bilan harakatlanadi. Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra jismga faqat kuch ta'sir qilgandagina u tezlanish olishi mumkin. Biz ko'rayotgan misolimizda jismga tashqaridan kuch ta'sir qilayotgani yo'q. Lekin ular Yer ustida harakat qilmoqda. Demak, Yer sirti bilan jismning Yerga tegib turgan sirti orasida qandaydir o'zaro ta'sir kuchi hosil bo'ladi va bu kuch harakatlanayotgan jismga manfiy tezlanish beradi. Biz bu kuchni **ishqalanish kuchi** deb ataymiz.

*Bir-biriga tegib turgan jismlar, bir-biriga nisbatan ko'chganda jismning harakatiga qarshilik ko'rsatadigan kuch **ishqalanish kuchi** deyiladi.*

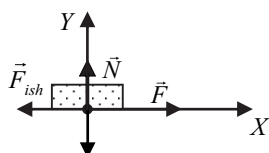
Ishqalanish ikki toifaga bo'linadi: tashqi ishqalanish va ichki ishqalanish.

Tashqi ishqalanish qattiq jismlar sirtlari orasida yuzaga keladi. Tashqi ishqalanishning tinchlikdagi ishqalanish, sirpanish va dumalanish ishqalanish kabi turlari mavjud. Tinchlikdagi ishqalanish tinch holatda bir-biriga tegib turgan qattiq jismlarni birortasini joyidan siljitishga harakat qilganda yuzaga keladi. Tinchlikdagi ishqalanish kuchi jismlarning joyidan qo'zg'alishiga xalaqit beradigan kuchdir. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, tinchlikdagi ishqalanish

kuchi tinch turgan jismni harakatga keltiruvchi tashqi kuch yoʻnalishiga har doim qarama-qarshi yoʻnalgandir. Tinchlikdagi ishqalanish kuchining maksimal qiymati normal bosim kuchiga proporsional boʻladi, yaʼni

$$\vec{F}_{ishq} = \mu_t \cdot \vec{N} \quad (1)$$

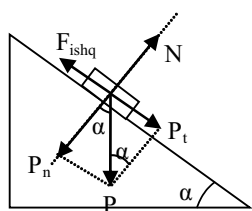
bunda μ_t – tinchlikdagi ishqalanish koeffitsiyenti.



37-rasm

Jism gorizontal sirtida turganda (37-rasm) yuzaga keladigan normal bosim kuchi $\vec{N} = m\vec{g}$ boʻlganligi uchun ishqalanish kuchining ifodasini quyidagicha yozamiz:

$$\vec{F}_{ishq} = \mu_t \cdot m\vec{g} \quad (2)$$



38-rasm

Qiyalik burchagi α boʻlgan tekislikda turgan (38-rasm) jismning tinchlikdagi ishqalanish koeffitsiyentini aniqlaylik. Qiyalikda turgan jismga uchta kuch taʼsir qiladi: ogʻirlik kuchi $\vec{P} = m\vec{g}$, tinchlikdagi ishqalanish kuchi $\vec{F}_{ishq}$ va tayanchning reaksiya kuchi $\vec{N}$. $\vec{P}$ ogʻirlik kuchining $\vec{P}_n$ normal tashkil etuvchisi son jihatdan tayanchning reaksiya kuchiga teng boʻladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$N = P_n = P \cos \alpha = mg \cos \alpha \quad (3)$$

Qiyalik burchagi α ga teng boʻlgan qiya tekislikda harakatlanayotganda jismga taʼsir etuvchi ishqalanish kuchi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\vec{F}_{ishq} = \mu \cdot m\vec{g} \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

Og'irlik kuchining qiya tekislik bo'ylab tangensial P_t tashkil etuvchisi jismni qiya tekislik bo'ylab pastga siljitishga harakat qiladi va bu kuchning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$P_t = P \sin \alpha = mg \sin \alpha \quad (5)$$

Jism harakatsiz turishi uchun $P_t = F_{ishq}$ yoki $mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$ bo'lishi kerak. Bu ifodadan jismning qiya tekislikda harakatsiz turishi yoki tekis harakatda bo'lish sharti kelib chiqadi, ya'ni

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha \quad (6)$$

Sirpanish ishqalanish kuchi: bir-biriga tegib turgan jismlarning urinish sirtlariga parallell ravishda qo'yilgan kuch tinchlikdagi maksimal ishqalanish kuchidan birozgina ortganda jism tezlanish olib, ikkinchi jismning sirtida sirpana boshlaydi. **Biror qattiq jism ikkinchisining sirtida harakatga kelganda yoki sirpanganda yuzaga keladigan ishqalanish kuchiga sirpanish ishqalanish kuchi deyiladi.** Sirpanish ishqalanish kuchi hamisha harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Demak, jismga ishqalanish kuchi, bergan tezlanish jismni harakat yo'nalishiga teskari yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun, ishqalanish kuchi ta'sirida jismni harakat tezligi kamayadi. Sirpanish ishqalanish kuchi xuddi tinchlikdagi ishqalanish kuchiga o'xshab, jismning o'zi harakatlanayotgan sirtga beradigan bosim kuchiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$\vec{F}_s = \mu_s \cdot \vec{N} \quad (6)$$

Bunda μ_s – sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti. Sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti sirpanayotgan sirtlarning tabiatiga, ularning g‘adir-budurligiga va ularning bir-biriga nisbatan harakat tezligiga bog‘liq bo‘ladi.

Gorizontol sirtida harakatlanayotgan jismning harakatiga to‘sqinlik qiluvchi sirpanish ishqalanish kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F_s = \mu_s \cdot mg \quad (7)$$

Qiyalik burchagi α ga teng bo‘lgan qiya tekislikda sirpanayotgan jismga ta’sir etuvchi sirpanish ishqalanish kuchi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$F_s = \mu_s \cdot mg \cdot \cos \alpha \quad (8)$$

Odatda, sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti birdan kichik bo‘ladi. Ishqalanish kuchi esa bosim kuchidan kichik bo‘ladi. Ishqalanish koeffitsiyenti sirpanayotgan jismlarning sirtlari qanday ishlanganligiga bog‘liq bo‘ladi.

Urinuvchi qattiq jismlar orasidagi (moylanmasa) quruq ishqalanish bo‘ladi. Urinuvchi qattiq jismlar orasida moylanganda ishqalanish koeffitsiyenti keskin kamayib ketadi. Buning natijasida ishqalanish kuchi ham kamayadi.

Suyuqlik va gazlarda tinchlikdagi ishqalanish kuchi bo‘lmaydi. Suyuqliklar va gazlarning ichki qatlamlari orasida **ichki ishqalanish kuchlari** yuzaga keladi. Suyuqlik yoki gazlardagi ichki ishqalanish *yopishqoq ishqalanish* deb ham ataladi.

Nazorat uchun savollar

1. Ishqalanish kuchining hosil bo'lish sababini tushuntiring. U qanday yo'nalgan bo'ladi?
2. Ishqalanish kuchining ifodasini yozing va uning nimaga bog'liq ekanligini tushuntiring.
3. Tinchlikdagi ishqalanish kuchi deganda nimani tushunasiz?
4. Qanday kuchga sirpanish ishqalanish kuchi deyiladi?
5. Ishqalanish kuchi qanday usullar bilan kamaytiriladi?
6. Nima uchun tinchlikdagi ishqalanish kuchi ishqalanuvchi sirtning yuziga bog'liq emas?

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. 25 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan motosikl dvigateli o'chirildi. Agar ishqalanish koeffitsiyenti 0,05 ga teng bo'lsa, motosikl qancha masofani o'tib to'xtaydi?

Berilgan: $v_0 = 20$ m/s, $\mu = 0,05$, **Topish kerak:** $s = ?$

Yechish: dvigatel o'chirilganda motosiklga faqat ishqalanish kuchi ta'sir qiladi va bu kuch unga a tezlanish beradi: $\mu mg = ma$. Bundan $a = \mu \cdot g$. Motosiklning harakatini tekis sekinlanuvchan deb hisoblab uning bosib o'tgan yo'li:

$$s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \frac{(25 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 0,05 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} = 637,1 m.$$

Javob: 637,1 m

2. 54 km/soat tezlik bilan to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan, massasi 300 t bo'lgan poyezd tormozlanish natijasida 10 sekunddan keyin uning tezligi 10 m/s ga tushdi. Tormozlovchi kuchni toping.

Berilgan: $v_0 = 54$ km/soat = 15 m/s, $v = 10$ m/s, $m = 300t = 3 \cdot 10^5$ kg, $\Delta t = 10s$, **Topish kerak:** $F_t = ?$

Yechish: tormozlovchi kuch poyezdga a tezlanish beradi va bu kuch ta'sirida poyezd tekis sekinlanuvchan harakatlanadi:

$$F_t = ma. \text{ Tezlanish ta'rifiga ko'ra } a = \frac{v_o - v}{\Delta t} \text{ va}$$

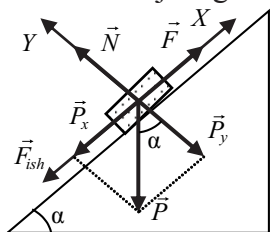
$$F_t = m \frac{v_o - v}{\Delta t} = 3 \cdot 10^5 \text{ kg} \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \text{ s}} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N}.$$

Javob: $1,5 \cdot 10^5 \text{ N}$

3. Qiyalik burchagi 60° bo'lgan tekislikda jism $5,6 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan sirpanib tushmoqda. Ishqalanish koeffitsiyentini toping.

Berilgan: $\alpha = 60^\circ$, $a = 5,6 \text{ m/s}^2$ **Topish kerak:** $\mu = ?$

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



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

Jismga ta'sir etayotgan kuchlarning X va Y o'qlardagi proyeksiyalarini topamiz:

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

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

Bu tenglamalarni birgalikda yechib,

$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$ ga ega bo'lamiz. Bundan

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

Javob: ishqalanish koeffitsiyenti 0,6 ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 72 km/soat tezlik bilan ketayotgan avtomobilga tormoz berilgach, u 200 m yo‘l bosib to‘xtadi. Ishqalanish koeffitsiyentini toping. **(0,1)**

2. Turtib yuborilgan jism 15s o‘tgandan keyin 12m yurib to‘xtadi. Ishqalanish koeffitsiyentini aniqlang. **(0,01)**

3. 7 kg massali jism gorizontal tekislikda 70 N gorizontal kuch ta’sirda harakatlanmoqda. Jism va tekislik orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,25 bo‘lsa, jismning tezlanishini toping. **(7,55 m/s²)**

4. Massasi 40 kg va tezligi 7,5 m/s bo‘lgan jism tekis sekinlanuvchan harakat qilib, to‘xtaguncha 30 m masofani bosib o‘tdi. Ishqalanish kuchini toping. **(37,5 N)**

5. Po‘lat chana muz ustida 12N gorizontal kuch ta’siri ostida tekis siljirilmoqda. Chananing og‘irligi qancha? Muz bilan chana orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,08 ga teng. **(150 N)**

6. Og‘irligi 350 kN bo‘lgan beton ustun yer sirtida tekis harakatlantirilmoqda. Tortish kuchi 70 kN. Ishqalanish koeffitsiyentini toping. **(0,2)**

7. Avtomobil tinch holatdan harakatga kelib 5s ichida 54km/soat tezlikka erishdi. Yo‘l va avtomobil shinalari orasidagi ishqalanish ko‘effitsiyentini aniqlang. **(0,31)**

8. Agar poldagi 28 kg massali yukni, 70 N kuch 60° burchak ostida ta’sir etib, joyidan siljitgan bo‘lsa, pol bilan jism orasidagi ishqalanish ko‘effitsiyentini toping. **(0,16)**

9. Bir-biri bilan vazinsiz cho‘zilmas ip bilan bog‘langan ikkita 4 va 6kg massali jismlar silliq gorizontalsirt bo‘ylab 6kg massali jismga qo‘yilgan 5N gorizontalkuch tortib bormoqda. Jismlar qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Jismlarni bog‘lovchi ipdagi taranglik kuchini aniqlang. **(0,5 m/s², 2N)**

10. Massasi 1000t bo‘lgan poyezd stansiyadan tekis tezlanuvchan harakat qila boshlab, 400 m masofada 36 km/soat tezlikka erishgan. Ishqalanish ko‘effitsiyenti 0,08. Lokomotivning tortish kuchini aniqlang. **(910 kN)**

11. Motosikl 8 m/s² tezlanish bilan harakat qilishi uchun uning tortish ko‘effitsiyenti (tortish kuchining og‘irlik kuchiga nisbati) qanday bo‘lishi kerak? Ishqalanish ko‘effitsiyenti 0,7ga teng. **(1,5)**

12. Massasi 200g bo‘lgan jism 10m/s tezlik bilan turtib yuborildi. Agar jism 25m o‘tib to‘xtagan bo‘lsa, jismga qanday ishqalanish kuchi ta’sir qilgan? **(0,4 N)**

13. Uzunligi 3,2 m, qiyalik burchagi 30° bo‘lgan silliq qiya tekislikning uchidan jism qo‘yib yuborildi. Jism qiya tekislikning ikkinchi yarmini qancha vaqtda bosib o‘tadi? **(0,33 s)**

14. 50 kg massali aravacha qiyalik burchagi 45° bo'lgan qiya tekislik bo'ylab 2 m/s^2 tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Agar ishqalanish koeffitsiyenti 0,2 bo'lsa, aravachani tortuvchi kuchni toping. **(520 N)**

15. 4 kg massali jism qiya tekislik bo'ylab 3 m/s^2 tezlanish bilan ishqalanishsiz sirpanib tushmoqda. Shu jismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga shunday tezlanish bilan tortish uchun qanday kuch kerak? **(24 N)**

16. 6 t massali avtomobil qiyaligi 0,08 ga teng bo'lgan tepalikdan tormozlangan holda o'zgarmas tezlik bilan tushmoqda. Ishqalanish kuchini toping. **(4,8 kN)**

17. Balandligi 3 m va uzunligi 12 m bo'lgan qiya tekislikda massasi 20 kg bo'lgan yashik $0,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan sirpanib tushayotgan bo'lsa, ishqalanish kuchi qanchaga teng? **(40 N)**

18. Qiyalik burchagi 60° bo'lgan qiya tekislikdagi 4 kg massali jismni 6N kuch bilan ushlab turish mumkin. Agar jism qo'yib yuborilsa, u qanday tezlanish bilan sirpanadi? **(1,5 m/s²)**

19. Uzunligi l va qiyalik burchagi α bo'lgan qiya tekislikdan jism sirpanib tushmoqda. Agar ishqalanish koeffitsiyenti μ bo'lsa, tekislikning asosiga yetganda, jismning tezligi qanday bo'ladi? **($v = \sqrt{2gl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$)**

20. Qiya tekislikning qiyalik burchagini oshirib 30° etganda undagi 2 kg massali jism pastga qarab sirpana boshladi. Shu jismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga tekis tortish uchun qanday kuch kerak (N)? **(20 N)**

21. Jism qiyaligi 0,6 bo'lgan qiya tekislik uchidan harakatni boshlab, pastga qarab harakatni ishqalanishsiz siljimoqda. Jism 4s ichida gorizontaal yo'nalishda qanchaga ko'chadi? **(38,4m)**

22. Qiya tekislikning qiyalik burchagi 30° ga teng. Ishqalanish koeffitsiyentining qanday qiymatida jismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga siljitish uchun kerak bo'ladigan kuch uni tik yuqoriga tekis ko'taradigan kuch bilan bir xil bo'ladi? **(0,6)**

23. Silliq sirtida 3 kg massali taxta, taxta ustida esa 1 kg massali brusok yotibdi. Taxta va brusok orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,15 ga teng. Brusokka 3 N gorizontal kuch qo'yilgan. Taxta va brusok qanday tezlanishlar bilan harakatlanadi? **(0,5 m/s², 1,5 m/s²)**

24. Silliq sirtida 3 kg massali taxta, taxta ustida esa 1 kg massali brusok yotibdi. Taxta va brusok orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,3 ga teng. Brusokka 2 N gorizontal kuch qo'yilgan. Taxta va brusok qanday tezlanishlar bilan harakatlanadi? **(0,5 m/s², 0,5 m/s²)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Ishqalanish kuchlari nima uchun vujudga keladi? To'la va to'g'ri javobni ko'rsating.

A) yuzalarning notekisligidan
B) yuzalardagi molekulalarning o'zaro tortishish kuchi tufayli

C) jismlar bir-biriga ishqalanganda jism sirtida yuzaga kelgan elektr zaryadlarining tortishishidan

D) yuzalarning notekisligidan va yuzadagi jism molekularining o'zaro ta'sir kuchlari tufayli

2. Muz ustidagi shayba turtib yuborilgach, u 4s da 80 m masofani o'tib to'xtadi. Shaybaning massasi 150 g bo'lsa, ta'sir etuvchi ishqalanish kuchini toping (N).

A) 3,2 B) 1,6 C) 1,5 D) 1,2

3. Yengil avtomobil tekis yo'lda 20m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Motor o'chirilgandan keyin, u 400 m masofani o'tib to'xtadi. Ishqalanish koeffitsiyentini toping.

A) 0,05 B) 0,09 C) 0,075 D) 0,02

4. Avtomobilning tezligi va yo'l bilan gildiraklar orasidari ishqalanish koeffitsiyenti 2 marta oshsa, tormozlanish yo'li qanday o'zgaradi?

A) 4 marta ortadi B) o'zgarmaydi
C) 2 marta kamayadi D) 2 marta ortadi

5. Jism qiyalik burchagi α bo'lgan qiya tekislikda pastga qarab tushmoqda. Agar jism va qiya tekislik orasida ishqalanish koeffitsiyenti μ ga teng bo'lsa, jism qanday tezlanish bilan siljiydi?

A) $\mu \cdot g \cdot \cos \alpha$ B) $\mu \cdot g \cdot \sin \alpha$
C) $(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)g$ D) $(\cos \alpha - \mu \cdot \sin \alpha)g$

6. Gorizontall taxta ustida yuk yotibdi. Yuk taxtadan sirpanib tushishi uchun taxtaga gorizontall yo'nalishda qanday tezlanish berish kerak (m/s^2)? Taxta bilan yuk o'rasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,4 ga teng.

A) 2 B) 4 C) 5 D) 8

7. 2 kg massali jism gorizontall sirtida turibdi. Unga 4 m/s^2 tezlanish berish uchun qancha kuch bilan ta'sir etish kerak (N)? Sirt bilan jism orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,3 ga teng.

A) 14 B) 16 C) 8 D) 32

8. Tekislikda yotgan 1,5 kg massali jism qanday kuch ta'sirida 1 s da 3 m/s tezlikka erishadi (N)? Jismga ta'sir etayotgan ishqalanish kuchini 2 N ga teng deb hisoblang.

A) 4,5 B) 7,6 C) 8,2 D) 6,5

9. 30 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning tormozlanish vaqti qancha? Avtomobil g'ildiragi bilan yo'l orasidagi sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti 0,4 ga teng.

A) 14,4 s B) 12s C) 7,5s D) 4 s

10. Tezligi 45 km/soat bo'lgan tramvay tormoz berilgach, qancha vaqtdan keyin to'xtaydi. Tormozlanish kuchi og'irlik kuchining 0,25 qismini tashkil etadi.

A) 5s B) 6s C) 3s D) 4,5s

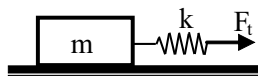
11. To'g'ri chiziqli harakatlanayotgan avtomobilning tortuvchi g'ildiraklariga yer tomondan ta'sir qilayotgan ishqalanish kuchi qanday yo'nalgan bo'ladi?

A) $F = 0$ B) yuqoriga
C) orqaga D) oldinga (harakat yunalishida)

12. Gorizontal sirtida to'g'ri chiziqli tezlanuvchan harakat qilayotgan g'ishtga ta'sir etayotgan ishqalanish kuchi qanday yo'nalgan bo'ladi?

A) harakat yo'nalishida B) pastga
C) yuqoriga D) harakat yo'nalishiga qarshi

13. Bikrligi 180 N/m bo'lgan prujina yordamida massasi 3 kg bo'lgan yog'och brusokni ishqalanish koeffitsiyenti $\mu = 0,3$ bo'lgan yuzada o'zgarmas tezlik bilan tortib ketilmoqda. Prujina qanchaga cho'ziladi (sm)?



A) 2 B) 5 C) 10 D) 8

14. Gorizontal sirt ustida massalari 1,5 kg dan bo'lgan va o'zaro ip bilan bog'langan ikkita yog'och brusok yotibdi. Yog'och bilan sirt orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,3 ga teng. Agar brusokning biri 4 N kuch bilan tortilsa,

brusoklarni o‘zaro bog‘lovchi ipda qanday taranglik kuchi yuzaga keladi (N)?

A) 0 B) 4 C) 3 D) 2

15. Gorizontal sirt ustida massalari 2 kg dan bo‘lgan ikki yog‘och brusok bir- biri bilan bikrligi 75N/m bo‘lgan prujina yordamida bog‘langan. Yog‘och bilan sirt orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,25 ga teng. Agar brusokning biri 8N kuch bilan tortilsa, prujina qanchaga cho‘ziladi (sm)?

A) 1,5 B) 4 C) 3 D) 2

16. Gorizontal stol sirtida og‘irligi 10 N bo‘lgan brusok turibdi. Brusok bilan stol orasida ishqalanish koeffitsiyenti 0,1 ga teng bo‘lsa, brusokka ta’sir etayotgan ishqalanish kuchini aniqlang.

A) 100 N B) 1N C) 10 N D) 0 N

17. Disk gorizontal tekislikda o‘zgarmas 30 ayl/min chastota bilan aylanmoqda. Disk bilan uning ustida turgan jism o‘rtasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,4 ga teng bo‘lsa, jism disk ustida sirpanib ketmasligi uchun uni aylanish o‘qidan qanday masofaga qo‘yish kerak (sm)?

A) 35 B) 30 C) 20 D) 40

18. Gorizontal yo‘lda 90 km/soat tezlik bilan harakat qilayotgan 1200 kg massali avtomobil motori o‘chirilgach, 500 m yurib to‘xtadi. Ishqalanish kuchini hisoblang (N).

A) 825 B) 1500 C) 750 D) 225

19. Yuk poyezdi $2,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakat qilishi uchun uning tortish koeffitsiyenti (tortish kuchining og‘irlik kuchiga nisbati) qanday bo‘lishi kerak? Ishqalanish koeffitsiyenti 0,1 ga teng.

A) 0,25 B) 0,16 C) 0,24 D) 0,35

20. Massasi 2000 t bo'lgan poyezd gorizontol yo'lda harakatlanmoqda. Poyezdning tortish kuchi $2,5 \cdot 10^6$ N, ishqalanish ko'effitsiyenti 0,05 ga teng. Poyezd qanday tezlanish bilan harakatlanishini toping (m/s^2).

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

21. Gorizontol sirtida turgan massasi 8kg bo'lgan jismga gorizontol yo'nalishda 18N kuch qo'yildi. Jism joyidan $\frac{5}{4} m/s^2$ tezlanish bilan qo'zg'algan bo'lsa, jism va sirt orasidagi ishqalanish ko'effitsiyenti nimaga teng?

A) 0,1 B) 0,25 C) 0,4 D) 0,3

22. Qandaydir jism qiya tekislikda sirpanib tushmoqda. Ishqalanish ko'effitsiyenti m ning quyida ko'rsatilgan qaysi qiymatida jism tekis harakat qiladi? 1) $\mu > tg\alpha$; 2) $\mu < tg\alpha$; 3) $\mu = tg\alpha$.

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

23. Qiyalik burchagi α bo'lgan tekislikda m massali jism tinch turibdi. Ishqalanish kuchining ifodasini javoblardan ko'rsating. Ishqalanish ko'effitsiyenti μ ga teng.

A) $mg \cdot \sin\alpha$ B) $\mu mg \cdot \sin\alpha$ C) $\mu ma \cdot \sin\alpha$ D) μmg

24. Agar jismning qiya tekislik bo'yicha sirpanish ishqalanish ko'effitsiyenti 0,2 bo'lsa, sirpanishdagi tezlanish qanday bo'ladi (m/s^2)? Qiyalik burchagi 45° ga teng.

A) 5,3 B) 5,7 C) 5,5 D) 6

25. Agar qiya tekislikning balandligi uzunligining yarmiga teng bo'lsa, jism qiya tekislikdan sirpanib tushmasligi uchun ishqalanish ko'effitsiyenti kamida qancha bo'lishi kerak bo'ladi?

A) 0,64 B) 0,58 C) 0,48 D) 0,7

26. Gorizont (ufq) bilan α burchak tashkil qiluvchi qiya tekislikdagi jism og'irlik kuchining jismni pastga tomon sirpaniruvchi tashkil etuvchisi qanday ifodalanishini javoblardan ko'rsating.

- A) $m \cdot g$ B) $m \cdot g \sin \alpha$ C) $m \cdot g$ D) 0

27. Qiyalik burchagi 30° bo'lgan qiya tekislikdan jism tekis sirpanib tushmoqda. Jism va tekislik orasidagi ishqalanish ko'effitsiyentini toping.

- A) $\sqrt{3}/3$ B) $\sqrt{3}/2$ C) 0,4 D) 0,5

28. Gorizont bilan α burchak hosil qiluvchi qiya tekislikdan sirpanib tushayotgan m massali jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchining ifodasini javoblardan ko'rsating. Ishqalanish ko'effitsiyenti μ ga teng.

- A) $m \cdot g$ B) $\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$
C) $\mu \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha$ D) $\mu \cdot m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha$

29. Uzunligi 5m, balandligi 3m bo'lgan qiya sirtida massasi 4kg bo'lgan jismni ushlab turish uchun qanday kuch qo'yilishi kerak (N)? Jism va sirt orasidagi ishqalanish ko'effitsiyenti 0,5 ga teng.

- A) 8 B) 10 C) 12 D) 5

30. Gorizontol stol ustida bir jinsli zanjir yotibdi. Zanjirning $1/3$ qismi osilib turgan vaqtdan boshlab, zanjir pastga sirpanib tusha boshlasi, stol bilan zanjir orasidagi ishqalanish ko'effitsiyentini toping.

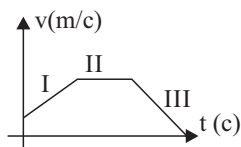
- A) 0,7 B) 0,6 C) 0,5 D) 0,4

31. Silliq qiya tekislikning uzunligi 200 sm, balandligi esa 40 sm. Ishqalanish bo'lmaganda, jism qiya tekislikda qanday tezlanish bilan sirpanadi (m/s^2)?

- A) 1,2 B) 10 C) 1,5 D) 2

32. Tezlik grafigining qaysi qismida jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchi tortish kuchiga teng?

- A) I, II B) II, III
C) II D) III



33. Jism qiyaligi $0,4$ bo'lgan qiya tekislik uchidan harakatni boshlab, pastga qarab harakatni ishqalanishsiz siljimoqda. Jism $4s$ ichida vertikal yo'nalishda qanchaga ko'chadi (m)?

- A) $34,8$ B) $12,8$ C) $28,8$ D) 48

34. Silliqlik sirtida 4 kg massali taxta, taxta ustida esa 1 kg massali brusok yotibdi. Taxta va brusok orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti $0,24$ ga teng. Brusokka 3 N gorizontall kuch qo'yilgan. Taxta qanday tezlanish oladi (m/s^2)?

- A) $0,6$ B) $0,75$ C) $1,5$ D) 2

35. Silliqlik sirtida 5 kg massali taxta, taxta ustida esa 1 kg massali brusok yotibdi. Taxta va brusok orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti $0,4$ ga teng. Brusokka 3 N gorizontall kuch qo'yilgan. Taxta qanday tezlanish oladi (m/s^2)?

- A) $0,3$ B) $0,8$ C) $0,5$ D) $1,5$

36. Qiya tekislikning qiyalik burchagi 45° ga teng. Ishqalanish koeffitsiyentining qanday qiymatidajismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga siljitish uchun kerak bo'ladigan kuch uni tik yuqoriga tekis ko'tadigan kuch bilan bir xil bo'ladi?

- A) $0,35$ B) $0,42$ C) $0,52$ D) $0,64$

9. Bir nechta kuchlar ta'siri ostidagi harakat

Jismga bir vaqtning o'zida bir nechta kuch ta'sir etayotgan bo'lsin. Bunday vaziyatda jismning harakatini ifodalash uchun quyidagi qoidalarga amal qilinadi.

1. Jismga ta'sir etuvchi barcha kuchlarning vektorlari va tezlanish vektori chizmada tasvirlanadi.

2. Chizmada koordinata o'qlarining yo'nalishi tanlanadi, bunda (ko'p hollarda) X o'qining yo'nalishi jismning harakat yo'nalishi bilan bir xil, Y o'qining yo'nalishi esa ixtiyoriy tanlab olinadi.

3. Jism harakatiga Nyutonning II qonuni qo'llaniladi:

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n \quad (1)$$

bunda m – jismning massasi, $\vec{a}$ – jismning tezlanishi, $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$ - jismga ta'sir etuvchi barcha kuchlarning vektor yig'indisi, ya'ni jismni harakatga keltiruvchi teng ta'sir etuvchi kuch.

4. Barcha kuch vektorlarining koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari topiladi:

$$ma_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{nx} \quad (2)$$

$$ma_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots + F_{ny} \quad (3)$$

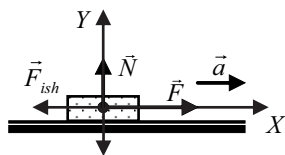
(2) va (3) ifodalardagi barcha vektor kattaliklarning qarayotgan o'qdagi proyeksiyasining yo'nalishi o'q yo'nalishi bilan bir xil bo'lsa, musbat ishorada, qarama-qarshi yo'nalishda bo'lsa, manfiy ishorada olinadi.

Agar masalada o'zaro bog'langan bir nechta jismlarning harakati qaralayotgan bo'lsa, u holda har bir jism uchun yuqoridagi qoidalarga asoslangan holda har bir jism uchun harakat tenglamalri yoziladi va ularning barchasi birgalikda yechiladi.

Yuqorida keltirilgan qoidalarni mexanikaning ba'zi masalalarini yechishga tatbiq etamiz.

1-masala. m massali jism gorizontal tekislikda a tezlanish bilan harakatlanmoqda. Jismga ta'sir etayotgan tortish kuchini toping. Ishqalanish koeffitsiyenti μ ga teng.

Yechish: jismga $\vec{P}$ og'irlik kuchi, $\vec{F}_{ish}$ ishqalanish kuchi, $\vec{N}$ tayanchning reaksiya kuchi va $\vec{F}$ tortish kuchlari ta'sir etadi. Jismga ta'sir qilayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi jismga a tezlanish beradi, ya'ni Nyutonning II qonuniga ko'ra, bu munosobatni quyidagicha yozamiz:



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

Vektor ko'rinishidagi bu tenglamani X va Y o'qlaridagi proyeksiyalarini yozamiz:

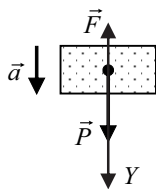
$$ma = F - F_{ish} \quad 0 = N - P$$

Bu tenglamalar sistemasini F tortish kuchiga nisbatan yechamiz:

$$F = F_{ish} + ma = mN + ma = mP + ma = mmg + ma$$

2-masala. m massali jism havoda o'zgarmas a tezlanish bilan tushmoqda. Havoning jismga berayotgan qarshilik kuchini aniqlang.

Yechish: havoda tushayotgan jismga $\vec{P}$ og'irlik kuchi va $\vec{F}$ havoning qarshilik kuchlari ta'sir etadi. Masala shartiga ko'ra, jism pastga qarab harakatini tekis tezlanuvchan deb hisoblaymiz. Jism harakatining yo'nalishini ko'rsatish uchun jism bilan bog'langan sanoq sistemasini tanlaymiz. Bunda Y o'qini



vertikal pastga yoʻnaltiramiz, oʻq yoʻnalishi jism tezlanishi bilan bir xil yoʻnalishga ega boʻlsin. Jismga taʼsir qilayotgan kuchlarning teng taʼsir etuvchisi jismga a tezlanish beradi, yaʼni Nyutonning II qonuniga koʻra, bu munosabatni quyidagicha yozamiz:

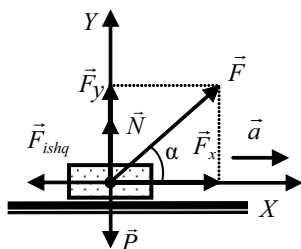
$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{F}$$

Kuch vektorlarni va Y oʻqini yoʻnalishi eʼtiborga olgan holda tenglamani tanlangan oʻqdagi proyeksiyasini yozamiz: $ma = P - F$ bu tenglamadan quyidagiga ega boʻlamiz:

$$F = P - ma \text{ yoki } F = m(g - a).$$

3-masala. Massasi m boʻlgan jism gorizont tekislikda gorizont bilan α burchak hosil qilgan F kuch taʼsiri ostida tekis tezlanuvchan harakat qilmoqda. Tekislik bilan jism oʻrtasidagi ishqalanish koeffitsiyenti m ga teng boʻlsa, jismning tezlanishini toping.

Yechish: jismga $\vec{P}$ ogʻirlik kuchi, $\vec{F}_{ishq}$ ishqalanish kuchi, tekislikning $\vec{N}$ reaksiya kuchi va $\vec{F}$ tortish kuchlari taʼsir qiladi. Jism harakatining yoʻnalishini koʻrsatish uchun jism bilan bogʻlangan sanoq sistemasini tanlaymiz. X oʻqining yoʻnalishi bilan jism tezlanish vektorining yoʻnalishini bir xil deb tanlaylik. Jismga taʼsir qilayotgan kuchlarning teng taʼsir etuvchisi jismga a tezlanish beradi, yaʼni Nyutonning II qonuniga koʻra, bu munosabatni quyidagicha yozamiz: $m\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{ishq} + \vec{N} + \vec{P}$



X oʻqining yoʻnalishi bilan jism tezlanish vektorining yoʻnalishini bir xil deb tanlaylik. Jismga taʼsir qilayotgan kuchlarning teng taʼsir etuvchisi jismga a tezlanish beradi, yaʼni Nyutonning II qonuniga koʻra, bu munosabatni quyidagicha yozamiz: $m\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{ishq} + \vec{N} + \vec{P}$

Kuchlarning X va Y oʻqlardagi proyeksiyalarini skalyar koʻrinishda yozamiz

$$ma = F_x - F_{ish}$$

$$0 = N + F_y - P$$

$F_x = F \cdot \cos\alpha$ va $F_y = F \cdot \sin\alpha$ ekanligini inobatga olib, quyidagi tenglamalarni yozamiz:

$$\begin{aligned} ma &= F \cdot \cos\alpha - F_{ish} \\ 0 &= N + F \cdot \sin\alpha - P \end{aligned}$$

Bundan reaksiya kuchini topamiz: $N = P - F \cdot \sin\alpha$.

U holda

$$F_{ish} = \mu N = m(P - F \cdot \sin\alpha) = \mu(mg - F \cdot \sin\alpha).$$

Buni inobatga olgan holda yuqoridagi tenglamalar sistemasi yordamida jism tezlanishini topamiz:

$$a = \frac{F \cos\alpha - \mu(mg - F \sin\alpha)}{m}$$

4-masala. Nesterov sirtmog'i (o'lik sirtmoq) hosil qilib uchayotgan samolyot uchuvchisi o'zi o'tirgan o'rindiqqa sirtmoqning quyi nuqtasida F kuch bilan bosadi. Uchuvchining massasi m , sirtmoqning radiusi R bo'lsa, samolyotning qanday tezlik bilan harakatlanganligini toping.

Yechish: uchuvchiga $\vec{P}$ og'irlik kuchi va o'rindiqning $\vec{N}$ reaksiya kuchi va aylana bo'ylab harakatda yuzaga keluvchi markazdan qochma kuch $\vec{F}_{mq}$ ta'sir etadi. Y o'qini vertikal bo'ylab yuqoriga yo'naltiramiz. Uchuvchiga ta'sir etuvchi barcha kuchlarning vektor tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

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

Trayektoriya quyi nuqtasida uchuvchining harakat yo'nalishi Y o'qiga perpendikulyar bo'ladi. Y o'qi sirt-

moqning markazi tomon yoʻnalganligi uchun tenglamani skalyar koʻrinishda yozsak: $0 = N - P - F_{\text{mg}}$

Markazdan qochma kuch markazga intilma tezlanish orqali quyidagicha ifodalanadi

$$F_{\text{mg}} = ma_{\text{mi}} = m \frac{v^2}{R}.$$

$$\text{U holda } N - P = F_{\text{mg}} \text{ yoki } N - mg = m \frac{v^2}{R}$$

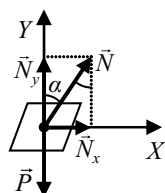
Nyutonning III qonuniga asosan $N = F$ boʻlganligi sababli, quyidagiga ega boʻlamiz:

$$v = \sqrt{\frac{(F - mg)R}{m}}$$

5-masala. Velosipedchi R radiusli burilishdan yiqilmasdan oʻtishi uchun vertikalga nisbatan qanday burchakka ogʻishi lozim? Uning maksimal tezligi nimaga teng? Velosiped rezinasi bilan yoʻl oʻrtasidagi ishqalanish koeffitsiyenti m ga teng.

Yechish: velosipedchiga $\vec{P}$ ogʻirlik kuchi va yoʻlning $\vec{N}$ reaksiya kuchi taʼsir etadi.

Bu kuchlarning teng taʼsir etuvchisi markazga intilma kuchdir. Shuning uchun kuchlarning vektor yigʻindisini quyidagicha yozamiz:



$$\vec{P} + \vec{N} = \vec{F}_{\text{mi}} \text{ yoki } \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}_{\text{mi}}$$

X va Y oʻqlar boʻyicha yuqoridagi tenglamalarni quyidagicha yozamiz:

$$\begin{aligned} N_x &= F_{\text{mi}} \text{ yoki } N_x = ma_{\text{mi}} \text{ yoki } N_x = mv^2/R \\ N_y - P &= 0 \end{aligned}$$

N reaksiya kuchining X va Y o'qlardagi proyeksiyalari $N_x = N \cdot \sin \alpha$, $N_y = N \cdot \cos \alpha$ ekanligini e'tiborga olib, quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz, $N \cdot \sin \alpha = mu^2/R$

$$N \cdot \cos \alpha = mg.$$

Birinchi tenglamani ikkinchisiga hadma-had bo'lamiz, u holda

$$\tan \alpha = u^2/gR.$$

Bu tenglama u tezlik bilan egrilik radiusi R ga teng bo'lgan aylana bo'ylab harakat qilayotgan jismni vertikalidan og'ish burchagi orasidagi munosabatni aniqlovchi tenglamadir. Agar jismning vertikalidan og'ish burchagi ushbu burchakdan kichik bo'lsa, u holda jism (markazdan qochma kuch ta'siri sababli) og'rab ketadi.

Bunda yuzaga kelgan markazga intilma kuch ishqalanish kuchiga tengdir:

$$F_{\text{ish}} = F_{\text{mi}} \text{ yoki } mu^2/R = mmg.$$

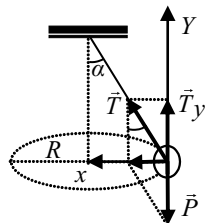
Bu tenglamadan

$$v = \sqrt{\mu g R}$$

6-masala. Uzunligi l bo'lgan ipga osilgan yuk tekis harakatlanib, gorizont tekislikda aylana chizadi. Yuk aylanayotgan ip vertikalidan α burchak tashkil qilsa, yuk qanday tezlik bilan harakatlanadi?

Yechish: yukka $\vec{P}$ og'irlik kuchi va ipning $\vec{T}$ taranglik kuchi ta'sir etadi. Bu kuchlar uchun Nyutonning II qonunini yozamiz: $m\vec{a} = \vec{P} + \vec{T}$ ipning taranglik kuchini tanlab olingan X va Y o'qlarga proyeksiyalab, quyidagi skalyar tenglamalarni hosil qilamiz:

$$T \cdot \sin \alpha = m \cdot \frac{v^2}{R} \text{ va } T \cdot \cos \alpha = m \cdot g$$

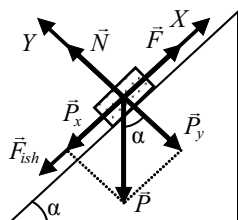


Tenglamalarni bir-biriga hadma-had bo'lib quyidagi ifodani olamiz:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2}{g \cdot R}$$

Bundan $R = l \sin \alpha$ ekanligini hisobga olib, tezlikning ifodasini topamiz: $v = \sqrt{gl \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha}$

7-masala. m massali jism F tortish kuchi ta'sirida qiyalik burchagi α bo'lgan qiya tekislik bo'ylab tepaga chiqarilmoqda. Jism bilan qiya tekislik orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti m bo'lsa, jism qanday tezlanish bilan harakatlanadi?



Yechish: jismga $\vec{P}$ og'irlik kuchi, tayanchning $\vec{N}$ reaksiya kuchi, $\vec{F}$ tortish kuchi va $\vec{F}_{ishq}$ ishqalanish kuchi ta'sir etadi. Masalaning shartiga binoan tezlanish qiya tekislik bo'ylab yuqoriga yo'nalgan. Nyutonning II qonunini vektor ko'rinishda yozamiz:

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

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

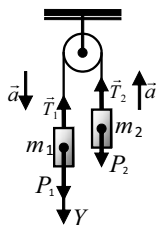
$P_x = P \sin \alpha$, $P_y = P \cos \alpha$ va Nyutonning II qonuniga asoslangan holda skalyar tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$\begin{cases} ma = F - F_{ishq} - P_x \\ 0 = N - P_y \end{cases} \quad \begin{cases} ma = F - \mu N - mg \sin \alpha \\ N = mg \cos \alpha \end{cases}$$

Bundan tezlanish ifodasini topamiz

$$a = \frac{F - mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m}$$

8 masala. Qo'zg'almas blok orqali o'tkazilgan ipga massalari m_1 va m_2 ($m_1 > m_2$) bo'lgan yuklar osilgan. Yuklar qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Ipdagi taranglik kuchi qanday bo'ladi? **Yechish:** m_1 massali yukka P_1 og'irlik kuchi va ipning T_1 taranglik kuchi, m_2 massali yukka esa P_2 og'irlik kuchi va ipning T_2 taranglik kuchi ta'sir etadi. Blok qo'zg'almas bo'lganligi uchun $a_1 = a_2 = a$ va $T_1 = T_2 = T$ bo'ladi. Yuklar uchun Nyutonning II qonunini vektor ko'rinishda yozamiz:



$$m_1 \vec{a} = \vec{P}_1 + \vec{T}$$

$$m_2 \vec{a} = \vec{P}_2 + \vec{T}$$

$m_1 > m_2$ bo'lganligi uchun birinchi yuk pastga, ikkinchi yuk yuqoriga harakatlanadi. Ularning harakat yo'nalishini e'tiborga olgan holda harakat tenglamalarini skalyar ko'rinishda yozamiz: $m_1 a = P_1 - T$

$$m_2 a = T - P_2$$

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

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

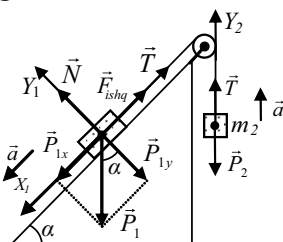
Ipning taranglik kuchi uchun esa quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

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

9-masala. Qiyalik burchagi α ga teng bo'lgan tekislik bo'ylab pastga harakatlanayotgan m_1 massali jism qo'zg'almas blok orqali o'tgan cho'zilmas va vaznsiz ip orqali m_2 massali yuk bilan bog'langan. Birinchi yuk bilan tekislik orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti m ga teng bo'lsa, yuklar

qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Blokning massasi va undagi ishqalanishni hisobga olmag.

Yechish: birinchi yukka P_1 og'irlik kuchi, ipning T taranglik kuchi, F_{ishq} ishqalanish kuchi va tayanchning N -reaksiya kuchi ta'sir etadi. Birinchi jism uchun Nyutonning II qonunini yozamiz:



$$m_1 \vec{a} = \vec{P}_1 + \vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_{\text{ishq}}$$

X_1 va Y_1 o'qlardagi proyeksiyalar uchun skalyar tenglamalar sistemasini yozamiz:

$$m_1 a = P_{1x} - T - F_{\text{ishq}} \text{ yoki } m_1 a = m_1 g \cdot \sin \alpha - T - \mu N.$$

$$0 = N - P_{1y} \text{ yoki } N = m_1 g \cdot \cos \alpha.$$

bundan quyidagiga ega bo'lamiz

$$m_1 a = m_1 g \cdot \sin \alpha - T - \mu m_1 g \cdot \cos \alpha (*).$$

Ikkinchi yukka P_2 og'irlik kuchi va ipning T taranglik kuchi ta'sir etadi, bu jism uchun Nyutonni II qonunini yozamiz:

$$m_2 \vec{a} = \vec{P}_2 + \vec{T}.$$

Tenglamaning skalyar ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

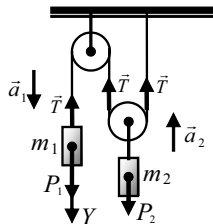
$$m_2 a = T - P_2 \text{ yoki } m_2 a = T - m_2 g.$$

Bu tenglama bilan birinchi yuk uchun olingan (*) tenglamani birgalikda yechib yuklarning tezlanishi uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$a = \frac{m_1(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) - m_2}{m_1 + m_2} g$$

10 masala. Rasmda ko'rsatilgan m_1 va m_2 massali yuklarning a_1 va a_2 tezlanishlarini toping. Bloklar va ipning massasini, hamda ishqalanish kuchini hisobga olmang.

Yechish: birinchi yukka P_1 og'irlik kuchi va ipning T taranglik kuchi, ikkinchi yukka esa P_2 og'irlik kuchi va ipning $2T$ taranglik kuchi ta'sir etadi. Yuklar Nutonning II qonunini vektor ko'rinishda yozamiz:



$$m_1 \vec{a}_1 = \vec{P}_1 + \vec{T}$$

$$m_2 \vec{a}_2 = \vec{P}_2 + 2\vec{T}$$

Tenglamalarni skalyar ko'rinishda yozsak:

$$\begin{cases} m_1 a_1 = m_1 g - T \\ m_2 a_2 = 2T - m_2 g \end{cases}$$

m_1 massali yuk boshlang'ich tezliksiz t vaqtda s masofaga ko'chsa, m_2 massali yuk boshlang'ich tezliksiz shu vaqtda $s/2$ masofaga ko'chadi. Shuning uchun:

$$s = \frac{a_1 t^2}{2} \quad \text{va} \quad \frac{s}{2} = \frac{a_2 t^2}{2}$$

bundan, $a_1 = 2a_2$ kelib chiqadi. Yuqoridagi tenglamalar sistemasini yuklarning tezlanishlari orasidagi munosabat ($a_1 = 2a_2$) ni e'tiborga olgan holda yechib quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz:

birinchi yuk uchun $a_1 = 2 \frac{2m_1 - m_2}{4m_1 + m_2} g$ ikkinchi yuk uchun

$$a_2 = \frac{2m_1 - m_2}{4m_1 + m_2} g$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Qiya tekislikning balandligi 4 m, uzunligi 15 m ga teng. Massasi 15 kg yukni bu qiya tekislikda tekis ko'tarish uchun 200N kuch kerak bo'lsa, ishqalanish kuchini toping. **(160 N)**

2. Qo'zg'almas vaznsiz blok orqali o'tkazilgan ipga massalari 5 va 3 kg bo'lgan yuklar osilgan. Ular qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Ipda qanday taranglik kuchi yuzaga keladi?Yuklarnig blokka beradigan bosim kuchini aniqlang. **(2,5 m/s²; 37,5 N; 75 N)**

3. Massalari 1,8kg va 1,2kg bo'lgan yuklar ip orqali qo'zg'almas blokka ilingan. Dastlab yuklar bir xil balandlikda harakatsiz ushlab tirilibdi. Yuklar tizimi harakatga kelgandan so'ng qancha vaqt o'tgach yuklar orasidagi masofa 98sm bo'ladi? **(0,7s)**

4. Massasi 4kg bo'lgan jism qiya tekislik bo'ylab yuqoriga 12,6 N kuch bilan tortilsa u tekis ko'tariladi. Agar jism 4,8 N kuch bilan bilan pastga tortilsa u pastga qarab tekis siljiydi. Harakat paytida qanday ishqalanish kuchi bo'lgan? **(8,7N)**

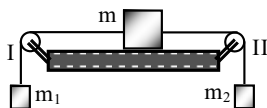
5. Bir- biri bilan vazinsiz cho'zilmas ip orqali boglangan massalari 3 va 2 kg bo'lgan jismlar silliq sirt bo'ylab 2 kg massali jismga qo'yilgan 4N gorizontal kuch tortib bormoqda. 3kg massali jism qanday tezlanish bilan harakatlanadi? **(0,8 m/s²)**

6. Bir-biri bilan vaznsiz cho'zilmas ip orqali bog'langan massalari 3 va 2 kg bo'lgan jismlar silliq sirt bo'ylab 2kg massali jismga qo'yilgan 4N gorizontal kuch tortib bormoqda. Jismlarni bog'lovchi ipdagi taranglik kuchi qanday? **(2,4 N)**

7. Bir- biri bilan vazinsiz cho'zilmas ip orqali bog'langan massalari 3 va 2 kg bo'lgan jismlar sirt bo'ylab 2kg massali

jismga qo'yilgan 4N gorizontaal kuch tortib bormoqda. Sirt va jism orasidgi ishqalanish koeffitsiyenti 0,05 ga teng bo'lsa, 2kg massali jism qanday tezlanish bilan harakatlanadi? (**0,3m/s²**)

8. Rasmda ko'rsatilgan yuklar tizimini bog'lovchi I va II iplarning taranglik kuchini toping. $m = 8\text{kg}$, $m_1 = 2\text{ kg}$, $m_2 = 6\text{ kg}$. Ishqalanish kuchini hisobga olmang. (**$T_1=25\text{N}$; $T_2=45\text{N}$**)



9. 8-masala shartlariga ko'ra yuklar tizimini bog'lovchi I va II iplarning taranglik kuchini toping. m massali yuk va sirt orasidagi ishqalanish koeffitsiyentini 0,2 ga teng deb oling. (**$T_2=27,5\text{N}$; $T_1=24,5\text{N}$**)

10. Qiyaligi 30° bo'lgan qiya tekislikda sirpanib tushayotgan jismning tezlanishini toping. Jism bilan qiya tekislik orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,2 ga teng. (**$3,3\text{ m/s}^2$**)

11. 70 kg massali parashyutchi o'zgarmas tezlik bilan tushmoqda. Unga ta'sir qilayotgan qarshilik kuchini aniqlang. (**700 N**)

12. Ot chanani tepalikka tomon tekis tortmoqda. Agar tepalikning qiyaligi 0,6 va chananing og'irligi 400 N bo'lsa, otning tortish kuchini aniqlang. Ishqalanish koeffitsiyenti 0,2 ga teng. (**304 N**)

13. Havoda massasi 15 kg bo'lgan jism $8,4\text{ m/s}^2$ tezlanish bilan pastga tushmoqda. Havoning qarshilik kuchini toping. (**24 N**)

14. Qo'zg'almas blok orqali o'tkazilgan arqonning bir uchiga massasi 12 kg bo'lgan yuk osildi. Yuk $1,5\text{ m/s}^2$ tezlanish bilan ko'tarilishi uchun arqonning ikkinchi uchidan qanday kuch bilan tortish kerak? (**138 N**)

15. Temir yoʻlining radiusi 800 m boʻlgan burilish qismi poyezdning 72 km/soat tezligiga moslab qurilgan boʻlsa, tashqi rels ichki relsdan qancha koʻtarilgan boʻlishi kerak? Relslar orasidagi masofa 1,5 m. **(7,5 sm)**

16. Vagon shiftiga massasi 5kg boʻlgan jism choʻzilmas ipga osilib turibdi. Vagon tezlanish bilan harakatga kelgandan soʻng yuk osilgan ip vertikal bilan 30^0 burchakka ogʻdi. Ipda yuzaga kelgan taranglik kuchini aniqlang. **(57,8 N)**

17. Uzunliklari bir xil boʻlgan ikkita arqonga 40kg massali yuk osilgan. Arqonlar orasidagi burchak 90^0 . Har bir arqonda qanday taranglik kuchi yuzaga keladi? **(282 N)**

18. Stol ustida 1,2 m uzunlikdagi bir jinsli zanjir yotibdi. Zanjir bilan stol orasidagi ishqalanish koefitsiyenti 0,5 ga teng. Stoldan sirpanib tushib ketmasligi uchun, uning pastga osilib turgan qismining maksimal uzunligi qancha boʻlishi kerak? **(40 sm)**

19. Gorizont bilan α burchak hosil qilgan tekislik ustida m massali jism turibdi. Jism va sirt orasidagi ishqalanish koefitsiyenti μ ga teng. Shu jismni qiya tekislik ustida yotuvchi gorizont harakatga keltirish uchun qanday eng kichik kuch talab etiladi?

$$(F_{\min} = m \cdot g \cdot \sqrt{\mu^2 \cdot \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha})$$

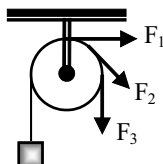
20. Qoʻzgʻalmas blokka ip yordamida 9 va 6 kg massali yuklar osilgan. Yuklar harakatlana boshlagan paytdan 4 s oʻtgach blok aylanishining oniy chastotasini aniqlang. Blok radiusi 3 sm. **(42 s⁻¹)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Agar jismga faqat markazga intilma kuch ta'sir etsa, u qanday harakatda bo'ladi?

- A) to'g'ri chiziqli tekis harakatda
- B) to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda
- C) aylana bo'ylab tekis harakatda
- D) aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan harakatda

2. Massasi m bo'lgan jismni muvozanatda ushlab uchun dinamometrdan foydalani-lyapti. Dinamometrning uchta holatdagi ko'rsatishlarini taqqoslab to'g'ri javobni tanlang.

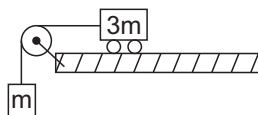


- A) $F_1 > F_2 > F_3$
- B) $F_1 < F_2 < F_3$
- C) $F_1 = F_2 = F_3$
- D) $F_1 < F_2 > F_3$

3. Qo'zg'almas vaznsiz blok orqali o'tkazilgan chilvirga massalari 6 va 3 kg bo'lgan yuklar osilgan. Yuklarning harakati vaqtida chilvirning taranglik kuchi qanday bo'ladi?

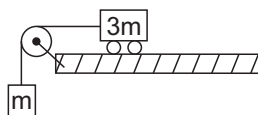
- A) 60N B) 48N C) 40N D) 45N

4. Rasmda keltirilgan sistemaning tezlanishini toping. Ishqalanish kuchini hisobga olmang.



- A) $\frac{3g}{4}$ B) $\frac{g}{3}$ C) $\frac{g}{2}$ D) $\frac{g}{4}$

5. Rasmda keltirilgan sistema ishqalanish koeffitsiyentining qanday qiymatida tekis harakatlanadi?



- A) 0,25 B) 0,55
- C) 0,4 D) 0,33

6. Massalari 5 kg dan bo'lgan uchta g'isht ustma-ust turibdi. Agar g'ishtlar orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,3

ga teng bo'lsa, o'rtasidagi g'ishtni tortib olish uchun qancha minimal kuch kerak bo'ladi (N)?

- A) 45 B) 52 C) 15 D) 30

7. Jismning og'irlik kuchi havoning qarshilik kuchiga teng bo'lganda, jism 30 m balandlikdan qancha vaqtda tushadi? Jismning yerga urilish vaqtidagi tezligi 5 m/s ga teng.

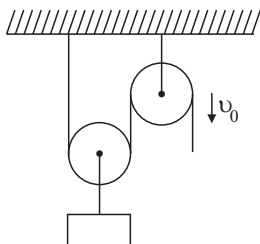
- A) 3 s B) 15 s C) 6 s D) 7,5s

8. Massasi 150g bo'lgan jism 1,2 m radiusli aylana bo'ylab 6 m/s tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Markazga intilma kuch qanchaga teng bo'ladi (N)?

- A) 4,5 B) 8,4 C) 16,8 D) 1,5.

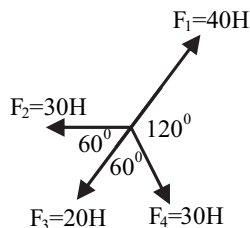
9. Rasmdagi jism ikkita blok yordamida osilgan. Agar ip v_0 tezlik bilan tortilsa, jism qanday tezlikda harakatlanishini aniqlang.

- A) $2v_0$ B) $v_0/2$
C) $v_0/3$ D) $3v_0$



10. Rasmdagi M moddiy nuqtaga F_1, F_2, F_3 va F_4 kuchlar rasmda ko'rsatilgandek, ta'sir qilmoqda. Moddiy nuqta qaysi tomonga va qanday kuch bilan harakatlanishini aniqlang.

- A) F_2 yo'nalishda 10 N
B) F_1 yo'nalishda 20 N
C) F_3 yo'nalishda 10 N
D) F_4 yo'nalishda 20 N



11. Massasi 10 tonna bo'lgan yuk mashinasi joyidan 1,5 m/s² tezlanish bilan qo'zg'aldi. Harakatga qarshilik koeffitsiyenti 0,05 ga teng bo'lsa, tortish kuchini toping (kN).

- A) 15 B) 10 C) 12 D) 20

12. 3,5 kg massali jism 8 m/s^2 tezlanish bilan tik tushayotgan bo'lsa, havoning qarshilik kuchini aniqlang (N).

A) 28 B) 7 C) 14 D) 12

13. Gorizontal joylashgan dinamometrda o'ng tomonidan 140 N, chap tomonidan 200N o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan ikkita kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa, dinamometr nimani ko'rsatadi (N)?

A) 60 B) 340 C) 140 D) 200

14. Vertikal devordan sirpanib tushayotgan brusokka devorga tik yo'nalgan 5 N kuch ta'sir etmoqda. Agar brusok va devor orasidagi ishqalanish ko'effitsiyenti 0,2 ga teng bo'lsa, brusokning devorga ishqalanish kuchi (N) nimaga teng bo'ladi?

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

15. Agar qiyaligi 45° bo'lgan tekislikda jismni ushlab turish uchun 3 N, yuqoriga tekis tortish uchun 7 N kuch talab qilinsa, ishqalanish ko'effitsiyentini toping.

A) 0,6 B) 0,5 C) 0,55 D) 0,4

16. Qiya tekislikning qiyalik burchagini oshirib, 30° ga yetkazilganda, undagi 2 kg massali jism sirpana boshladi. Shu jismni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga tekis tortish uchun qancha kuch kerak?

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

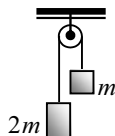
17. 540 km/soat tezlik bilan uchib ketayotgan samolyot vertikal tekislikda "Nesterov halqasi" nomli figura yasaydi. Halqa radiusi 750 m. Uchuvchi halqaning eng past nuqtasida necha marta yuklanish sezadi?

A) 2marta B) 3marta C) 4marta D) 5marta

18. Massasi 80 kg bo'lgan kishi qo'zg'almas blok yordamida eng ko'pi bilan qancha yukni ko'tara olishi mumkin(kg)?

A) 100 B) 90 C) 80 D) 70

19. Chizmada tasvirlangan yuklar tizimi harakatga kelsa ipdagi taranglik kuchini va tezlanishini aniqlang.



- A) $mg/2$; $g/2$ B) $2mg/3$; $g/3$
 C) $mg/3$; $g/4$ D) $4mg/3$; $g/3$

20. Qo'zg'almas blokdan ip o'tkazilib, bir uchiga 10 N, ikkinchi uchiga 30 N og'irlikdagi yuklar osilgan bo'lsa, yuklar qanday tezlanish bilan harakatlanadi (m/s^2)?

- A) 2 B) 3 C) 5 D) 1,5

21. Qiya tekislikning uzunligi 20m, balandligi 16m ga teng. Jism qiya tekislik uchidan harakatni boshlab, pastga tamon ishqalanishsiz siljimoqda. Jism 2s ichida gorizontal yo'nalishda qanchaga ko'chadi (m)? A) 9,6 B) 14,6 C) 16 D) 12

22. Massalari 2,4kg va 0,6kg bo'lgan yuklar ip orqali qo'zg'almas blokka ilingan. Dastlab yuklar bir xil balandlikda harakatsiz ushlab tirilibdi. Yuklar tizimi harakatga kelgandan so'ng qancha vaqt o'tgach yuklar orasidagi masofa 1,5m bo'ladi (s)?

- A) 0,4 B) 0,6 C) 0,9 D) 0,5

23. Massasi 5kg bo'lgan jism qiya tekislik bo'ylab yuqoriga 12 N kuch bilan tortilsa u tekis ko'tariladi. Agar jism 3,6 N kuch bilan bilan pastga tortilsa u pastga qarab tekis siljiydi. Harakat paytida qanday ishqalanish kuchi bo'lgan?

- A) 5,6N B) 7,8 N C) 6,2N D) 4,3N

10. Jism impuls. Kuch impuls. Impulsning saqlanish qonuni

«Impuls»- lotincha impulsus soʻzidan olingan boʻlib, lugʻaviy maʼnosi «turtki» demakdir. Mexanikada ikki narsaga impuls atamasi qoʻllaniladi: jism va kuchga.

Jism impuls deb, jism massasininig uning harakat tezligiga koʻpaytmasiga son jihatdan teng boʻlgan vektor kattalikka aytiladi, yaʼni

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (1)$$

Jism impulsining yoʻnalishi jism tezligi yoʻnalishi bilan mos tushadi. XBS da jism impuls birligi qilib 1kg massali jismni 1m/s tezlik bilan harakatlanadigan jism impuls qabul qilingan, yaʼni

$$[p] = [mv] = 1kg \cdot 1m / s = 1kg \cdot m / s$$

Kuch impuls deb, jismga taʼsir etayotgan kuchninig shu kuch taʼsir etgan vaqt oraligʻi qiymatiga koʻpaytmasiga son jihatdan teng boʻlgan vektor kattalikga aytiladi, yaʼni $\vec{F} \cdot \Delta t$. Kuch impulsining yoʻnalishi kuch yoʻnalishi bilan mos tushadi. XBS da kuch impulsining birligi sifatida 1 sekund davomida taʼsir qiluvchi 1 Nyuton kuch impuls qabul qilingan, yaʼni

$$[F \cdot \Delta t] = 1N \cdot 1s = 1N \cdot s$$

Tinch turgan m massali jismga yagona $\vec{F}$ oʻzgarmas kuch taʼsir qilayotgan boʻlsin. Kuchning Δt taʼsir vaqt ichida jism tezligi $\vec{v}_1$ va $\vec{v}_2$ oʻzgaradi, yaʼni tezlanish oladi. U holda jismga taʼsir qilgan kuch impuls jism impulsining oʻzgarishiga teng boʻladi, yaʼni:

$$\vec{F} \Delta t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 \quad (2)$$

(2) ifodaning oʻng tomoni jism impulsining oʻzgarishini ifodalaydi, yaʼni

$$\Delta \vec{p} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \quad (3)$$

(2) va (3) ifodalar asosida

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad (4)$$

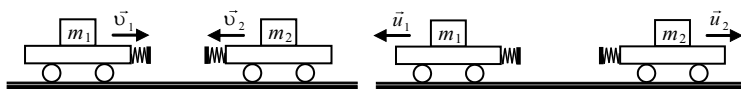
ga ega bo‘lamiz. (2) va (3) ifodalar Nyutonning ikkinchi qonunining kuch impulsi atamasidadagi ifodadan iborat. (4) – ifodaga binoan kuchni quyidagicha ta’riflaymiz: **vaqt birligi ichida jism impulsining o‘zgarishi shu jismga ta’sir etayotgan kuchga son jihatdan teng.**

Impulsning juda qiziqarli va muhim xossasi borki, bunday xossaga ega bo‘lgan fizik kattaliklar uncha ko‘p emas. Bu xossa uning saqlanish yoki o‘zgarmay qolish xossasidir. Saqlanish xossasining mohiyati shundan iboratki, impuls bir jismdan boshqa jismga o‘tishi mumkin.

Impulsning saqlanish xossasi qanday sharoitda bajariladi? – degan savolga javob qidiraylik. Ikki yoki undan ko‘p jismlar o‘zaro ta’sirlashayotgan bo‘lsin. Fizikada ta’sirlashayotgan jismlar guruhiga jismlar sistemasi deyiladi. Sistemaga kiruvchi jismlar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlari **ichki kuchlar**, sistemadagi jismlarning sistemadan tashqaridagi jismlar bilan o‘zaro ta’sirlashishi natijasida yuzaga keluvchi kuchlarga **tashqi kuchlar** deyiladi.

Sistemadagi jismlar faqat bir-biri bilan o‘zaro ta’sirlashsa yoki sistemaga ta’sir qilayotgan tashqi kuchlarning ta’siri o‘zaro muvozanatda bo‘lsa, bunday jismlar sistemasi **yopiq sistema** deb ataladi.

Yopiq sistemada impulsning saqlanish xossasini tekshirish uchun quyidagi misolni qarab chiqamiz. Bizning yopiq sistemamiz gorizontel relslar ustida ayni paytda tinch turgan, yengil siljiy oladigan ikkita har xil aravachalardan iborat bo‘lsin (39-rasm). Aravachalarga turli xil tezliklar berib, ularni bir-biriga tomon harakatga keltiraylik.



39-rasm

To'qnashishdan oldin chap va o'ng tomonida harakatlanayotgan aravachalarning impulsleri mos ravishda $m_1\vec{v}_1$ va $m_2\vec{v}_2$ ga teng bo'lsin. U holda aravachalar to'qnashguncha ularning yig'indi impuls $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$ ga teng bo'ladi. Aravachalar bir-biriga to'qnashadi. Nyutonning uchinchi qonuniga binoan to'qnashish paytida chap tomondagi aravachaga $\vec{F}_1$ kuch ta'sir qiladi va ayni paytda o'ng tomondagi aravachaga esa kattalik jihatidan teng bo'lgan, lekin qarama-qarshi yo'nalgan $\vec{F}_2$ kuch ta'sir qiladi, ya'ni $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$. Kuchlarning ta'sirlashish vaqti Δt ga teng bo'lsa, bu ta'sirlashuv natijasida aravachalarning tezliklari o'zgaradi. Chap va o'ng tomondagi aravachalarning to'qnashuvidan keyingi tezliklari mos ravishda $\vec{u}_1$ va $\vec{u}_2$ ga teng bo'lsin. Har bir aravachaning impulsining o'zgarishini quyidagicha yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} F_1 \cdot \Delta t &= m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 \\ F_2 \cdot \Delta t &= m_2\vec{u}_2 - m_2\vec{v}_2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Binobarin $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ ekanligini inobatga olsak:

$$m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 = -(m_2\vec{u}_2 - m_2\vec{v}_2) \quad (6)$$

ga ega bo'lamiz. (6) ifodani quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 \quad (7)$$

(7) ifodaning chap tomoni to'qnashuvgacha bo'lgan aravachalarning impulslarining yig'indisidan, o'ng tomoni esa to'qnashuvdan keyingi aravachalarning impulslarining vektor yig'indisidan iborat.

(7) ifodada ko'rinishidagi, jismlar sistemasining to'la impuls $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$ to'qnashuvgacha qanday bo'lsa, to'qnashuvdan keyin ham o'zgarimasdan qoladi ya'ni:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = const \quad (8)$$

(8) ifoda impulsning saqlanish qonunini ifodalaydi va u quyidagicha ta'riflanadi: **yopiq sistemadagi barcha jismlar impulsining vektor yig'indisi o'zgarmasdir**. Impulsning saqlanish qonuni tabiatda va texnikada keng aks etuvchi qonundir.

Jismlar sistemasining biror qismi katta tezlik bilan ajralganda unga qarama-qarshi yo'nalishda vujudga keladigan harakat reaktiv harakat deyiladi. Zamonaviy raketalar fazoga reaktiv harakat tufayli parvoz qiladi. Raketa dvigateli ichida yoqilg'i yonganda yuqori temperaturali siqilgan gaz katta tezlik bilan raketa soplosidan tashqariga otilib chiqadi. Raketa esa gaz harakatiga teskari yo'nalishda reaktiv harakatga keladi. Raketa uchishdan avval raketa qobig'i va uning ichidagi gazdan iborat bo'lgan yopiq sistemaning impulsi nolga teng, chunki raketaning va, uning ichidagi gazning tezligi nolga teng. Raketa ucha boshlaganda u v_r tezlik bilan oldinga, gaz esa v_g tezlik bilan orqaga harakatlanadi. Impulsning saqlanish qonuniga binoan

$$m_r \vec{v}_r + m_g \vec{v}_g = 0 \quad (9)$$

(9) ifoda skalyar ko'rinishda yozilsa:

$$m_r v_r - m_g v_g = 0 \quad (10)$$

bu ifodadan
$$v_r = \frac{m_g \cdot v_g}{m_r} \quad (11)$$

kelib chiqadi. Yongan gazning massasi va gazning chiqish tezligi qanchalik katta bo'lsa, raketaning harakat tezligi katta bo'lishligi (11) ifodadan ko'rinishda turibdi.

Tinch turgan raketani harakatga keltirishidan ya'ni uning tezlanish olishi uchun unga biror doimiy kuch uzluksiz ta'sir qilishi kerak. Raketani harakatga keltiruvchi kuchga reaktiv tortish kuchi deb ataladi. Hisoblashlarning ko'rsatishicha, reaktiv tortish kuchi ajralib chiqayotgan gazning tezligiga va vaqt birligi ichida yongan yoqilg'ining massasi ($\Delta m/\Delta t$) ga to'g'ri proporsional ekan, ya'ni

$$F_{\text{tort}} = -\frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v_g \quad (12)$$

Bu ifodada v_g –raketadan otilib chiqayotgan gazning tezligi, Δm esa Δt vaqt ichida yongan yoqilg'ining massasidan iborat. Minus ishorasi reaktiv tortish kuchining gazning harakat tezligi yo'nalishiga teskari yo'nalganligini bildiradi.

To'qnashayotgan jismlar o'rtasida energiya va impulsning qayta taqsimlanishiga ko'ra to'qnashish ikki turga bo'linadi: absolyut (mutlaq) elastik va absolyut (mutlaq) noelastik to'qnashish. **To'qnashish jarayonida yopiq sistemaga kiruvchi jismlarning impulsi va mexanik energiyasi to'liq saqlanadigan to'qnashish mutlaq elastik to'qnashish deyiladi**(mutlaq elastik to'qnashishni keyingi mavzularda batafsil o'rganamiz).

To'qnashish jarayonida sistemaga kiruvchi jismlarning impulsi to'liq saqlanib, mexanik energiyasi to'liq saqlanmaydigan *to'qnashish mutlaq noelastik to'qnashish bo'ladi*. Noelastik to'qnashuvda jism kinetik energiyasining bir qismi issiqlik energiyasiga aylanadi. Noelastik to'qnashishdan keyin jismlar yagona bitta jism sifatida harakatlanadi.



To'qnashuvgacha bo'lgan sharlar sistemasining to'la impulsini quyidagicha ifodalaymiz:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

To‘qnashishdan keyingi jismlar sistemasining impulsi quyidagicha aniqlanadi:

$$(m_1 + m_2) \cdot \vec{u}$$

Kuzatilayotgan yopiq sistema uchun impulsning saqlanish qonunini quyidagicha yozamiz:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u} \quad (13)$$

bu ifodani skalyar ko‘rinishda yozib, noelastik to‘qnashuvdan keyingi jismlar sistemasining u tezligini topamiz;

$$u = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} \quad (14)$$

Nazorat uchun savollar

1. Jismning impulsi deb nimaga aytiladi? Uning birligi nima? U qanday kattalik?

2. Kuch impulsi deb nimaga aytiladi? Uning birligi nima? U qanday kattalik?

3. Yopiq sistema uchun impulsning saqlanish qonunini izohlab, uning ifodasini keltirib chiqaring.

4. Impulsning saqlanish qonuniga misollar keltiring.

5. Impuls atamasida Nuytonning ikkinchi qonunini izohlang.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Futbolchi to‘pni 400 N kuch bilan tepdi. Bunda massasi 0,4 kg bo‘lgan to‘p 20 m/s tezlikka erishgan bo‘lsa, tepishning davomiyligi qanday bo‘lgan?

Berilgan: $F = 400\text{N}$, $m = 0,4\text{ kg}$, $v_0 = 0$, $v = 20\text{ m/s}$, **To‘pish kerak:** $\Delta t = ?$

Yechish: jismga ta'sir qilgan kuch impulsi jism impulsining o'zgarishiga teng:

$$F \Delta t = mv - mv_0$$

Bundan

$$\Delta t = \frac{mv - mv_0}{F} = \frac{0,4 \text{ kg} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{400 \text{ N}} = 0,02 \text{ s}$$

Javob: 0,02 s.

2. 5 kg massali snaryad zambarakdan 600 m/s tezlik bilan otilib chiqdi. Stvolning uzunligi 3 m. Porox gazining bosim kuchi topilsin.

Berilgan: $m = 5 \text{ kg}$, $v_0 = 0$, $v = 600 \text{ m/s}$, $s = 3 \text{ m}$, **Topish kerak:** $F = ?$

Yechish: poroxning bosim kuchi snaryadga tezlanish beradi, ya'ni $F = ma$. Stvol ichidagi snaryadning harakatini tekis tezlanuvchan deb hisoblab, uning tezlanishini tekis tezlanuvchan harakatdagi yo'l ifodasidan foydalanib aniqlaymiz. $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s}$. Bu hol uchun bosim kuchining ifodasini quyidagicha yozamiz va uning kattaligini hisoblaymiz:

$$F = m \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = 5 \text{ kg} \frac{(600 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 3 \text{ m}} = 300000 \text{ N}$$

Javob: 300 kN.

3. O'zgarmas 3 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan, massasi 10 kg bo'lgan aravachaga 5 kg yuk vertikal tashlandi. Aravachaning yuk bilan birgalikdagi tezligini hisoblab toping.

Berilgan: $v_1 = 3 \text{ m/s}$, $m_1 = 10 \text{ kg}$, $v_2 = 0$, $m_2 = 5 \text{ kg}$, **Topish kerak:** $u = ?$

Yechish: aravacha va yuk tizimi uchun impulsning saqlanish qonunini yozamiz: $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u}$. Ifodani skalyar ko‘rinishda yozib $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$ ga ega bo‘lamiz. Aravacha ustiga vertikal tashlangan yukning gorizontal yo‘nalishdagi tezligi $v_2 = 0$ bo‘lganligi uchun aravacha va yukning birgalikdagi u tezligini quyidagicha hisoblaymiz:

$$u = \frac{m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2} = \frac{10\text{kg} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10\text{kg} + 5\text{kg}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Javob: 2 m/s

4. Massasi 300 g bo‘lgan koptok 10 m/s tezlik bilan devorga tik urilib xuddi shunday tezlik bilan orqaga qaytdi. Koptok impulsining o‘zgarishini hisoblang

Berilgan: $m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$, $v_1 = v_2 = v = 10 \text{ m/s}$, **Topish kerak:** $\Delta p = ?$

Yechish: koptokning devorga urilish paytidagi impulsi $p_1 = m \cdot v$ ga teng. Koptokning devorga urilishi mutlaq elastik bo‘lganligi uchun u devordan $p_2 = -m \cdot v$ impuls bilan orqaga qaytadi. Koptok impulsining o‘zgarishi:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = m \cdot v - (-m \cdot v) = 2m \cdot v = 2 \cdot 0,3\text{kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$$

5. Tekis yo‘lda tezligi 2m/s, massasi 30 t bo‘lgan vagon tezligi 0,5 m/s, massasi 20 t bo‘lgan vagonni quvib yetadi va unga ulanib qoladi. Vagonlarning birgalikdagi tezligi nimaga teng?

Berilgan: $v_1 = 2 \text{ m/s}$, $m_1 = 30 \text{ t} = 3 \cdot 10^4 \text{ kg}$, $v_2 = 0,5 \text{ m/s}$, $m_2 = 20 \text{ t} = 2 \cdot 10^4 \text{ kg}$, **Topish kerak:** $u = ?$

Yechish: kuzatilayotgan yopiq sistema uchun impulsning saqlanish qonunini quyidagicha yozamiz:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u} \quad (13)$$

bu ifodani skalyar ko‘rinishda yozib vagonlarning noelastik to‘qnashishdan keyingi u harakat tezligini hisoblaymiz:

$$u = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = \frac{3 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \cdot 10^4 \text{ kg} + 2 \cdot 10^4 \text{ kg}} = 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Javob: 1,4 m/s

6. Agar ko‘lda turgan uzunligi 6 m, massasi 150 kg bo‘lgan qayiqning quyrug‘idan 75 kg massali kishi uchiga o‘tsa, qayiq qanchaga siljiydi? Suvning qarshiligini hisobga olmang.

Berilgan: $l_q = 6 \text{ m}$, $m_q = 150 \text{ kg}$, $m_o = 75 \text{ kg}$, **Topish kerak:** $s = ?$

Yechish: qayiq va odam tizimi uchun impulsning saqlanish qonunini yozamiz: $m_o v_o = (m_q + m_o) v_q$. Agar uzunligi l_q bo‘lgan qayiqning quyrug‘idan ikkinchi uchigacha odam t vaqt ichida o‘tgan bo‘lsa, uning tezligi: $v_o = \frac{l_q}{t}$

Odam qayiq ustida (t vaqt) yurganda u qayiqqa impuls beradi. Buning natijasida qayiq odam harakat yonalishiga teskari harakatlandi va shu t vaqt ichida s masofaga siljiydi.

Qayiqning tezligi: $v_q = \frac{s}{t}$. Va $m_o \frac{l_q}{t} = (m_q + m_o) \frac{s}{t}$. Bundan

$$s = \frac{m_o l_q}{m_q + m_o} = \frac{75 \text{ kg} \cdot 6 \text{ m}}{150 \text{ kg} + 75 \text{ kg}} = 2 \text{ m}$$

Javob: qayiq 2 m masofaga siljigan.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Sharchaga kuch $0,4\text{ s}$ davomida ta'sir qilib, uning impulsini $25\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ga o'zgartirdi. Ta'sir etuvchi kuchning qiymatini aniqlang. (**$62,5\text{ N}$**)

2. Jismga 12 N kuch $0,3\text{ s}$ davomida ta'sir etadi. Jism impulsining o'zgarishi nimaga teng? (**$3,6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$**)

3. Massasi 40 kg bo'lgan jism tinch holatidan boshlab 5 m/s tezlikka erishgan bo'lsa, unga kattaligi 20 N bo'lgan kuch qancha vaqt ta'sir etgan? (**10 s**)

4. 5 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 24 kg massali aravachaga 6 kg yuk qo'yildi. Bunda aravacha tezligi qancha kamayadi? (**1 m/s**)

5. 4 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan vagon o'z yo'lida tinch turgan massasi 12 t bo'lgan vagon bilan to'qnashdi va ular birgalikda 1 m/s tezlik bilan harakatni davom ettirdi. Birinchi vagonning massasi qancha bo'lgan? (**4 tonna**)

6. O'zgarmas 4 v va 3 v tezlik bilan bir-birini quvib ketayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnashdi. To'qnashishdan keyingi tezlikni toping. (**$3,5\text{ v}$**)

7. 15 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan $1,5\text{ kg}$ massali jism $4,1\text{ m}$ balandlikdagi gorizontal to'siq bilan mutlaq elastik to'qnashib qaytdi. To'qnashishdagi kuch impulsini toping. (**$36\text{ N}\cdot\text{s}$**)

8. Agar massasi 50 kg bo'lgan bola tinch turgan 150 kg massali soldan 3 m/s tezlik bilan qirg'oqqa sakrasa, sol qanday tezlik oladi? (**1 m/s**)

9. Ovchi suzib borayotgan qayiqda turib harakat yo'nalishida ikki marta ketma-ket gorizontal yo'nalishda o'q

uzilganda qayiq to'xtab qolgan bo'lsa, qayiq qanday tezlikka ega bo'lgan? Qayiq bilan ovchining massasi 200 kg, o'qning massasi 20 g. O'qning uchib chiqish tezligi 500 m/s. **(0,1 m/s)**

10. Massasi 300 t bo'lgan kemada turib uning harakatiga qarshi yo'nalishda gorizontga 45° burchak ostida zambarak otildi. Massasi 30 kg bo'lgan snaryad kemaga nisbatan 600m/s tezlik bilan uchib chiqqan bo'lsa, kemaning tezligi qancha o'zgaradi? **(4,2 sm/s)**

11. 10 m/s tezlik bilan uchib kelayotgan massasi 100 g bo'lgan tennis to'pi tik devorga 30° burchak ostida urildi. To'pning devorga ta'sir vaqti 0,02s. To'pning devorga urilishini mutloq elastik deb hisoblab, to'p impulsining o'zgarishini va uning devorga beradigan o'rtacha bosim kuchini aniqlang. **($50 \cdot \sqrt{3}N$)**

12. Massasi 100g va 400g bo'lgan ikki jism o'zaro tik yo'nalishda mos ravishda 6m/s va 2m/s tezliklar bilan harakatlanmoqda. Bu jismlar sistemasi impulsi bilan 1-jism impulsi orasidagi burchakni aniqlang. **(53°)**

13. Gorizonttal yo'lda massasi 6 kg bo'lgan aravachava tezligi 27km/h tezlik bilan harakatlanmoqda. Shu paytda uning ustiga harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda 1kg massali jism 21,6 km/h tezlik bilan vertikalga nisbatan 300 burchak ostida urildi. Agar urilish noelastik bo'lsa, u qanday tezlik bilan harakatlanadi? **(6m/s)**

14. Gorizonttal yo'nalishda 12 m/s tezlik bilan uchib borayotgan granata massalari 100g va 250g bo'lgan ikki bo'lakka ajraldi. Katta bo'lagi 20m/s tezlik bilan gorizonttal yo'nalishda harakatni davom ettirgan bo'lsa, kichik bo'lagi qanday yo'nalishda va qanday tezlik bilan harakatlanadi? **(qarama-qarshi yo'nalishda 8 m/s)**

15. Balandligi 1,24m bo'lgan stolning chetida massasi 400g bo'lgan shar turibdi. Gorizontall yo'nalishda uchib kelayotgan o'q shar markaziga urildi va unga kirib qoldi. O'qning massasi 10g, tezligi 600m/s ga teng bo'lsa, shar qancha vaqtdan keyin yerga uriladi? Shunigdek, uning uchi-
ish uzoqligini va yerga urilish paytdagi tezligini aniqlang.
(0,5s, 7,3m, 15,4m/s)

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Kuch impulsining birligini ko'rsating.

A) $N \cdot s$ B) $kg \cdot m/s$ C) $N \cdot m$ D) $N \cdot s^2$

2. Qanday fizik kattalik $N \cdot s$ birlikda o'lchanadi?

A) kuch impulsi B) energiya C) kuch D) tezlanish

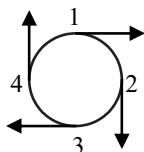
3. Tinch turgan jismga 5 s davomida 2 N kuch ta'sir qilgan bo'lsa, jism impulsining o'zgarishini toping ($kg \cdot m/s$).

A) 2 B) 4 C) 5 D) 10

4. Aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jism qaysi nuqtalar oralig'ida ko'chganda, uning impulsining o'zgarishi modul jihatdan eng katta bo'ladi?

A) 1 dan 2 ga B) 1 dan 3 ga

C) 1 dan 4 ga D) 2 dan 3 ga



5. 0,5 kg massali jismning harakat qonuni $x = 2t + 1,5t^2$ ko'rinishga ega. Uning 5-va 10-sekundlar orasidagi impuls o'zgarishini toping ($kg \cdot m/s$).

A) 10 B) 12,5 C) 7,5 D) 20

6. Kuchning ta'sir vaqti 4 marta oshsa tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jismning bosib o'tadigan yo'li necha marta ortadi?

A) 2 B) 8 C) 4 D) 16

7. Jismga ta'sir qilayotgan kuch 6 marta ortirilsa, ta'sir vaqti 3 marta kamaytirilsa, uning impulsi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta oshadi B) 2 marta kamayadi
C) 3 marta oshadi D) 3 marta kamayadi

8. 2 kg massali jism 3,5m balandlikdan 7 m/s² tezlanish bilan tushdi. Jism impulsining o'zgarishini toping (kg · m/s).

- A) 0,8 B) 0,2 C) 8 D) 14

9. Massasi 50 kg bo'lgan bola qayiqdan qirg'oqqa gorizontal sakradi. Bunda qayiq olgan tezlik bolaning sakrash paytidagi tezligining 20% tashkil qilsa, qayiqning massasi qanday bo'lgan (kg)?

- A) 250 B) 100 C) 150 D) 200

10. Temirchining 0,4 t massali bolg'asi 2,45 m balandlikdan sandonga erkin tushmoqda. Zarbning davomiyligi 0,8 s. Zarbni noelastik deb hisoblab, zarb kuchining o'rtacha qiymatini aniqlang (kN).

- A) 2,5 B) 3,5 C) 4,5 D) 7

11. Sharcha impulsining koordinata o'qlariga proyeksiyalari 2 s ichida 0 dan $p_x = 15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ va $p_y = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ gacha oshdi. Kuch impulsini toping (N · s).

- A) 25 B) 17,5 C) 35 D) 5

12. Biror m massali moddiy nuqta aylana bo'ylab v tezlik bilan tekis harakat qilmoqda. Aylanish davrining $(1/6)$ qismida impulsning o'zgarishi qanday?

- A) $\sqrt{2} mv$ B) mv C) 0 D) $2 mv$

13. Biror m massali moddiy nuqta aylana bo'ylab v tezlik bilan tekis harakat qilmoqda. Aylanish davrining $(1/3)$ qismida impulsning o'zgarishi qanday?

- A) mv B) $mv/3$ C) 0 D) $\sqrt{3} mv$

14. Biror m massali moddiy nuqta aylana bo'ylab v tezlik bilan tekis harakat qilmoqda. Aylanish davrining chorak qismida impulsning o'zgarishi qanday?

- A) $\sqrt{2}mv$ B) mv C) 0 D) $2mv$

15. Biror m massali moddiy nuqta aylana bo'ylab v tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Bir aylanish davri davomidagi impulsning o'zgarishi qanday bo'ladi?

- A) $2mv$ B) mv C) 0 D) $4mv$

16. Jismga 1,5s davomida o'zgarmas 6N kuch ta'sir qilganda, uning impuisi qanchaga o'zgaradi (kg·m/s)?

- A) 4 B) 4,5 C) 7,5 D) 9

17. Relslarga parallell yo'nalishda 500 m/s tezlik bilan uchayotgan 30 kg massali snaryad massasi 10 t bo'lgan tinch turgan qumli platformaga urildi va qumga kirib qoldi. Platforma qanday tezlik bilan harakatlanishini (m/s) toping.

- A) 4,6 B) 3,5 C) 2,4 D) 1,5

18. m_1 massali uzun aravaning bir chetida massasi m_2 bo'lgan bola turibdi. Agar bola arava bo'ylab v tezlik bilan harakatlansa, arava qanday tezlik bilan harakatlanadi?

- A) $\frac{m_2 v}{m_1 + m_2}$ B) $\frac{m_1 v}{m_2}$ C) $\frac{m_1 v}{m_1 + m_2}$ D) 0

19. $5v$ va $2v$ tezlik bilan bir-biriga tomon harakatlanayotgan ikkita bir xil shar mutlaq noelastik to'qnashdi. To'qnashishdan keyingi tezlikni aniqlang.

- A) v B) $v/2$ C) $2v$ D) $1,5v$

20. Bir tomonga harakatlanayotgan tezliklari $2v$ va $5v$, massalari mos ravishda $4m$ va $5m$ bo'lgan jismlar o'zaro

noelastik to'qnashgandan so'ng ular qanday tezlik bilan harakatlanadi?

A) $3v$ B) $9v/4$ C) $3,5v$ D) $11v/3$

21. Massasi $4,8\text{kg}$ bo'lgan miltiqdan massasi 16g bo'lgan o'q 600m/s tezlik bilan uchib chiqqanda, miltuq qanday tepki tezligini oladi (m/s)?

A) 2 B) $3,6$ C) 3 D) $7,2$

22. 6m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 30kg massali aravachaga 6 kg yuk qo'yildi. Bunda aravacha tezligi qancha-ga kamayadi (m/s)?

A) 1 B) $0,6$ C) $1,2$ D) $0,9$

23. Reaktiv harakat deb qanday harakatga aytiladi?

A) aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan harakat

B) tinch turgan jismga boshqa jism ta'sir qilganda paydo bo'ladigan harakat

C) jismga boshqa jismlar ta'sir qilmaganda jismning tekis harakatlanishi

D) jismning biror qismi undan qandaydir tezlik bilan ajralganda paydo bo'ladigan harakat

24. Sharcha 4m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushib tekislikka uriladi va sakrab yana yuqoriga ko'tariladi. Har safar sharcha tekislikka urilganda uning tezligi 50% ga kamaysa, ikkinchi urilishdan so'ng u qanday balandlikka kotarilad (sm)?

A) 20 B) 25 C) 50 D) 16

25. 5m/s tezlik bilan uchib kelayotgan massasi 80g bo'lgan tennis to'pi tik devorga 60° burchak ostida urildi.

To'pning devorga urilishini mutloq elastik deb hisoblab, to'pning devorga bergan kuch impulsini aniqlang ($N \cdot s$).

A) 0,8 B) 0,2 C) 0,4 D) 0,6

26. Massasi 75g bo'lgan tennis koptogi devorga 20m/s tezlik bilan urilib undan 18m/s tezlik bilan qaytdi. Bunda uning impulsi qanday o'zgargan (kg m/s)?

A) 2,85 B) 1,5 C) 3,24 D) 1,66

27. Massasi 900g bo'lgan raketada 100g yonilgi bor. Yonilg'i bir zumda yongandan so'ng raketa vertikal yo'nalishda 405m balandlikka ko'tarildi. Raketa soplosidan yonilg'i gazi qanday tezlik (m/s) bilan chiqadi?

A) 640 B) 720 C) 450 D) 500

28. Uchib ketayotgan raketadan har yarim sekundda 10 kg gaz 500 m/s tezlik bilan otilib chiqayotgan bo'lsa, reaktiv tortish kuchi nimaga teng bo'ladi (kN)?

A) 10 B) 6,5 C) 9 D) 13

29. 9 kg massali snaryad to'pdan 400 m/s tezlik bilan uchib chiqdi. Agar to'pning massasi 1200kg bo'lsa, u orqaga qancha masofaga siljiydi? To'pning yer bilan ishqalanish koeffitsiyenti 0,6 ga teng.

A) 90sm B) 75sm C) 120sm D) 60sm

III BOB. MEXANIK ISH VA ENERGIYA

1. Mexanik ish

Jismlar harakatlanganda ularga qandaydir kuchlar ta'sir qiladi. Masalan, yuqoridan tushayotgan jismga – og'irlik kuchi, sirpanayotgan jismga – ishqalanish kuchi, uchayotgan samolyotga matorining tortish kuchi va havoning qarshilik kuchi kabi kuchlar ta'sir qiladi. Bu misollardan faqat kuch ta'siri ostida bo'lgan jismlargina o'zining fazodagi vaziyatini o'zgartiradi degan xulosa kelib chiqadi. Demak, jismlar tashqi kuch ta'sirida bir vaziyatdan ikkinchi vaziyatga ko'chadi. Jism ko'chganda mexanik ish bajariladi. Agar jism unga qo'yilgan kuch ta'sirida joyidan siljimasa (ko'chmasa), bu holda mexanik ish bajarilmaydi.

Jismga ta'sir etuvchi kuch va shu kuch ta'sirida yuzaga kelgan ko'chish vektorlarining skalyar ko'paytmasi bilan aniqlanadigan fizik kattalikka *mexanik ish* deyiladi.

$$\text{Ta'rifga ko'ra:} \quad A = (\vec{F} \cdot \vec{S}) \quad (1)$$

Ikki vektorning skalyar ko'paytmasini ifodalash uchun, ularni qavs belgisi ichiga olib yozish qabul qilingan. Geometriya kursidan ma'lumki, ikki vektorning skalyar ko'paytmasining son qiymati ularning modullari bilan shu vektorlar orasidagi burchak kosinusining ko'paytmasiga teng, ya'ni

$$\vec{c} = (\vec{a} \cdot \vec{b}) = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos(\vec{a} \wedge \vec{b}) \quad (1, a)$$

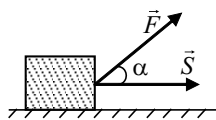
Ikki vektorning skalyar ko'paytmasi skalyar kattalikdir. Demak, mexanik ish skalyar kattalikdir.

Vektorlarning skalyar ko'paytmasi qoidasiga asosan mexanik ishni quyidagicha ta'riflaymiz:

Mexanik ish deb, jismga ta'sir etuvchi kuch vektorining moduli bilan ko'chish vektorining moduli hamda shu vektorlar yo'nalishlari orasidagi burchak kosinusining ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi

Ta'rifga ko'ra:

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos \alpha \quad (2)$$



41-rasm

XBSda ish birligi sifati 1 m yo'lda 1 N kuchning bajargan ishi qabul qilingan. Bu birlik ingliz olimi Joule sharafiga **Joul (J)** deb ataladi:

$$[A] = [F \cdot S] = 1N \cdot 1m = 1J$$

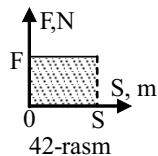
Kuch va ko'chish vektorlari orasidagi burchakning (41-rasm) qabul qilayotgan qiymatiga qarab, (2) munosabatga ko'ra:

1. $\vec{F}$ kuch va $\vec{S}$ ko'chish vektorlari orasidagi burchak o'tkir burchak bo'lsa, $\alpha \in (0^\circ; 90^\circ)$, $\cos \alpha > 0$ va bajarilgan ish $A > 0$ bo'ladi ($\vec{F}$ kuchning bajargan ishi musbat).

2. $\vec{F}$ kuch va $\vec{S}$ ko'chish vektorlari orasidagi burchak $\alpha = 90^\circ$ bo'lsa, $\cos 90^\circ = 0$ va $A = 0$ bo'ladi ($\vec{F}$ kuch ish bajarmaydi).

3. $\vec{F}$ kuch va $\vec{S}$ ko'chish vektorlari orasidagi burchak o'tmas burchak bo'lsa, $\alpha \in (90^\circ; 180^\circ)$, $\cos \alpha < 0$ va $A < 0$ bo'ladi ($\vec{F}$ kuchning bajargan ishi manfiy).

Jism o'zgarmas $\vec{F}$ kuch ta'siri ostida, kuch vektorining yo'nalishi ($\alpha = 0^\circ$) bo'yicha s masofaga ko'chsin. Bunda kuchning bajargan ishi (2) ifodaga asosan $A = F \cdot s$ ga teng bo'ladi. Shuningdek, jismga ta'sir etuvchi kuch va ko'chish orasidagi bog'liqlik grafigi ostidagi yuza son jihatdan shu

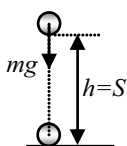


42-rasm

kuchning bajarilgan mexanik ishiga teng bo‘ladi (42-rasm). Jismga ta’sir etayotgan kuch o‘zgaruvchan bo‘lgan holda ham, kuchning bajargan ishi kuch va ko‘chish orasidagi grafik ostidagi yuzaga son jihatdan teng bo‘ladi.

Og‘irlik, elastiklik va ishqalanish kuchlarining bajargan ishi

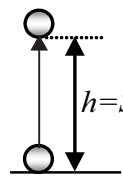
Mexanikada o‘rganiladigan og‘irlik, elastiklik va ishqalanish kuchlarining bajargan ishini hisoblashni va bu kuchlarning bajargan ishining o‘ziga xos xususiyatlari bilan tanishamiz.



43 -rasm

1. m massali jismni Yer sirtiga nisbatan biror h balandlikdan qo‘yib yuborsak, u og‘irlik kuchi ta’siri ostida tik pastga qarab harakatlanadi. Bunda jismning ko‘chishi tushish balandligiga teng bo‘ladi, ya’ni $|\vec{S}| = h$ (43-rasm). Havoning qarshiligini e’tiborga olmasak, jism faqat og‘irlik kuchi ta’siri ostida harakatda bo‘ladi. Jismning ko‘chish yo‘nalishi og‘irlik kuchining yo‘nalishi bilan bir xil bo‘lganligi uchun jismga ta’sir etuvchi kuch va ko‘chish vektorlari orasidagi burchak 0° ga teng ($\cos 0^\circ = 1$). U holda og‘irlik kuchining bajargan ishi:

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos \alpha = mgh \quad (3,a)$$



44 -rasm

2. Yuqoriga qarab harakatlanayotgan jismga (44-rasm) uzliksiz ravishda o‘zgarmas miqdordagi og‘irlik kuchi ta’sir qiladi va bu kuch harakat yo‘nalishiga teskari yo‘nalgan bo‘ladi ($\alpha = 180^\circ$ va $\cos \alpha = -1$). Jism Yer sirtiga nisbatan biror h balandlikka ko‘tarilganda va uning ko‘chishi $S =$

h ga teng. Bu holda og'irlik kuchining bajarilgan ishi:

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos \alpha = -mgh \quad (3, b)$$

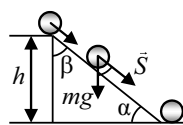
3. Jismni Yer sirtiga nisbatan h balandlikka, a tezlanish bilan ko'tarishda jismga ta'sir etuvchi kuchning bajarilgan ish quyidagicha hisoblanadi:

$$A = m(g + a)h \quad (4)$$

4. Jism havoning qarshilik kuchi ta'siri ostida a ($a < g$) tezlanish bilan h balandlikdan tushsa, qarshilik kuchining bajarilgan ishi quyidagicha hisoblanadi:

$$A = m(g - a)h \quad (5)$$

5. m massali jism h balandlikdan uzunligi l va gorizontga nisbatan qiyalik burchagi α ga teng bo'lgan tekislik bo'ylab ishqalanishsiz harakatlangan holdagi og'irlik kuchining bajarilgan ishini aniqlaylik. Jismga



45-rasm

ta'sir etuvchi og'irlik kuchi $\vec{P} = m\vec{g}$ va ko'chish vektor ($\vec{S}$) lari orasidagi burchak β ga teng bo'lsin (45-rasm), u holda og'irlik kuchining bajarilgan ishi:

$$A = P \cdot s \cdot \cos \beta = mg \cdot s \cdot \cos \beta \quad (6, a)$$

Ko'chish vektorining moduli qiya tekislikning uzunligiga teng, ya'ni $|\vec{S}| = l$. Qiya tekislikning uzunligi (l), balandligi (h) va burchak (β) o'rtasida quyidagi munosabat o'rinli: $h = l \cdot \cos \beta$. U holda

$$A = mg \cdot l \cdot \cos \beta = mgh \quad (6, b)$$

(3) va (6) ifodalardan ko‘rinib turibdiki, jism h balandlikdan to‘g‘ri vertikal trayektoriya bo‘ylab tushganda yoki gorizontga nisbatan biror α burchak tashkil etuvchi trayektoriya bo‘ylab tushganda og‘irlik kuchi bir xilda ish bajarar ekan. Demak, og‘irlik kuchining bajargan ishi jismning harakat trayektoriyasining shakliga bog‘liq bo‘lmaydi. Kuchning bajargan ishi jismning harakat trayektoriyasining shakliga bog‘liq bo‘lmagan kuchga **konservativ kuch** deyiladi. Og‘irlik, elastiklik, elektrostatik kuchlari konservativ kuchlardir. Konservativ kuchning maydoni **potensial maydon** bo‘ladi.

6. Jism gorizonttal yo‘nalishda harakatlanayotgan bo‘lsa, uning harakat trayektoriyasi qanday bo‘lishidan qat’iy nazar bu holda og‘irlik kuchining bajargan ishi nolga teng, chunki og‘irlik kuchining yo‘nalishi bilan jismning harakat yo‘nalishi orasidagi burchak 90° ga teng bo‘ladi.

7. Gorizonttal sirtida yotgan l uzunlikdagi bir jinsli stjerni vertikal holatga keltirilganda (46, a -rasm) jismning massa markazi gorizontga nisbatan $h = l/2$ balandlikka ko‘tariladi, shu sababli bu holda bajarilgan ish qo‘yadagicha aniqlanadi:

$$A = mgh = \frac{mgl}{2} \quad (7)$$



46-rasm

Jism gorizontga nisbatan α burchakka qiyalatilsa (46- b, rasm) uning massa markazi gorizontga nisbatan $h = \frac{l \cdot \sin \alpha}{2}$ ga teng bo‘lgan balandlikka ko‘tariladi va bu holda og‘irlik kuchi ustidan bajarilgan ish:

$$A = mgh = \frac{mgl \cdot \sin \alpha}{2} \quad (8)$$

8. Elastiklik kuchining bajargan ishi: prujinani cho‘zishda elastiklik kuchi ustidan bajarilgan ish

$$A = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2} \quad (7)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Bunda k - deformatsiyalanayotgan jismning bikrligi, Δx -absolyut diformatsiya. Shuningdek elastiklik kuchining moduli $F_{el} = k \cdot \Delta x$ ga teng ekanligini inobatga olib (7) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$A = \frac{F_{el} \cdot \Delta x}{2} \quad (8)$$

9. Ishqalanish kuchining bajargan ishi. Gorizontall tekislik ustidagi m massali jism biror l masofaga siljiganda, unga uzluksiz ravishda F_{ishq} ishqalanish kuchi ta’sir etadi. Agar ishqalanish koeffitsiyenti μ bo‘lsa, jismga ta’sir qilayotgan ishqalanish kuchi quyidagiga teng: $F_{ishq} = \mu N$

Jism gorizontall sirtida harakatlanganda yoki harakatsiz turganda normal bosim kuchi og‘irlik kuchiga teng bo‘ladi, ya’ni $N = mg$ Jism gorizontall sirtida harakatlanganda ishqalanish kuchining bajargan ishi quyidagicha aniqlanadi:

$$A = F_{ishq} \cdot l = \mu \cdot m \cdot g \cdot l \quad (9)$$

Jism gorizontga nisbatan qiyalik burchagi α bo‘lgan qiya tekislikda harakatlanayotgan normal bosim kuchi $N = m \cdot g \cdot \cos \alpha$ teng bo‘ladi. Jism qiya sirt bo‘ylab l masofaga siljiganda ishqalanish kuchining bajargan ishi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$A = F_{ishq} \cdot l = \mu \cdot m \cdot g \cdot l \cos \alpha \quad (10)$$

Demak, ishqalanish kuchining bajargan ishi jism harakatlanayotgan trayektoriya­ning uzunligiga va shakliga bogʻliq ekan. **Bajargan ishi trayektoriya­ning shakliga bogʻliq boʻlgan kuchlar potensial boʻlmagan yoki nokonservativ kuchlar deyiladi.** Ishqalanish va qarshilik kuchlari nokonservativ kuchlardir.

10. Oʻzgarmas kuchning bajargan ishi. Jism oʻzgarmas kuch taʼsiri ostida harakatlanayotgan boʻlsin. Oʻzgarmas kuch taʼsiri ostida jism oʻzgarmas tezlanish bilan tekis tezlanuvchan (yoki tekis sekinlanuvchan) harakatlanadi. Jismning harakat tezligini v_1 dan v_2 ga oʻzgarguncha bosib oʻtgan yoʻli quydagicha aniqlanadi:

$$s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot a} \quad (11)$$

Oʻzgarmas kuch taʼsirida jism oʻz tezligini v_1 dan v_2 ga oʻzgarganda (jismning koʻchishi kuch yoʻnalishida boʻlsa,), bu kuchning bajargan ishi (2) ifodaga koʻra quyidagicha aniqlanadi:

$$A = \frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2} \quad (12)$$

Nazorat uchun savollar

1. Mexanik ish deb nimaga aytiladi? Ishning umumiy formulasini yozib, uning oʻlchov birligini keltirib chiqaring.

2. Ikki vektorning skalyar koʻpaytmasi taʼrifidan foydalanib, ishni taʼriflang.

3. Ishning geometrik maʼnosini tushintiring (oʻzgaruvchan va oʻzgarmas kuchlar misolida).

4. Ogʻirlik kuchining bajargan ishini hisoblash formulasini yozing va bu ish qaysi holda musbat, qaysi holda manfiy boʻlishini tushintiring.

5. *Potensial maydonda potensial kuchning bajargan ishi nimaga bog'liq?*

6. *Elastiklik kuchining bajargan ishini hisoblash formulasini keltirib chiqaring va uning qanday kattaliklarga bog'liq ekanligini tushintiring.*

7. *Ishqalanish kuchining bajargan ishi jism gorizonta va qiya sirtida harakatlanganda qanday hisoblanadi?*

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Jism unga qo'yilgan gorizonta kuch yo'nalishida harakatlanmoqda. Jism 0,2 m masofaga ko'chganda qanday kuch 10 J ish bajaradi?

Berilgan: $s = 0,2 \text{ m}$, $A = 10 \text{ J}$, **Topish kerak:** $F = ?$

Yechish: jismning ko'chish yo'nalishi bilan unga ta'sir etuvchi kuch yo'nalishi bir xil, ya'ni $\alpha = 0^\circ$, shu sababli F kuchning bajargan ishi: $A = F \cdot s$.

$$\text{Bundan } F = \frac{A}{s} = \frac{10 \text{ J}}{0,2 \text{ m}} = 50 \text{ N}$$

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

2. 7,5 kg massali jism vertikal yo'nalgan 90 N kuch ta'sirida 5 m balandlikka ko'tarildi. Kuchning bajargan ishi nimaga teng bo'ladi?

Berilgan: $m = 7,5 \text{ kg}$ $F = 90 \text{ N}$ $h = 5 \text{ m}$, **Topish kerak:** $A = ?$

Yechish: jismga vertikal yo'nalishda tashqi F kuch va vertikal pastga yo'nalgan mg og'irlik kuchi ta'sir qiladi. Jismga qoyilgan tashqi vertikal yo'nalgan kuch og'irlik kuchidan katta bo'lsa, u holda jism vertikal yo'nalishda a

tezlanish bilan harakatlanadi, ya'ni $m \cdot a = F - m \cdot g$ bundan

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

Jismni Yer sirtiga nisbatan h balandlikka a tezlanish bilan ko'tarishda og'irlik kuchi ustidan bajarilgan ish quyidagicha hisoblanadi: $A = m (g+a)h$.

Bu ifodaga kattaliklarning qiymatlarni qo'yib ishning qiymatini hisoblaymiz:

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

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

3. Uzunligi 4 m va massasi 30 kg bo'lgan zanjir yerda yotibdi. Zanjirning bir uchi uning uzunligiga teng balandlikka ko'tarildi. Bunda qanday ish bajarilgan?

Berilgan: $l = 4 \text{ m}$, $m = 30 \text{ kg}$; **Topish kerak:** $A = ?$

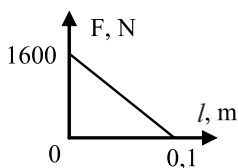
Yechish: Zanjirning bir uchi uning uzunligiga teng balandlikka ko'tarilganda uning massa markazi uzunligining yarmiga teng $h = l/2$ balandlikka ko'tariladi. Bu holda ogirlik kuchi ustidan bajarilgan ish quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$A = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot \frac{l}{2} = 30 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ m} \approx 589 \text{ J}$$

Javob: zanjirni tik ko'tarishda bajargan ish 589 J ga teng.

4. Uzunligi 10 sm bo'lgan mixni xodadan sug'urib olish uchun 1600 N kuch qo'yish kerak. Shu mixni sug'urib olishda qancha mexanik ish bajariladi?

Berilgan: $l = 10 \text{ sm} = 0,1 \text{ m}$ $F = 1600 \text{ N}$, **Topish kerak:** $A = ?$



Yechish: mixni xodadan sugʻurib olishda unga qoʻyilgan kuch dastlab maksimal, soʻng tekis kamayib boradi, chunki xoda tomonidan mixga koʻrsatiladigan qarshilik kuchi kamayib boradi. Mixga qoʻyilayotgan kuchning oʻzgarishini grafik orqali ifodalashimiz mumkin. Grafik ostidagi yuza, yaʼni uchburchak shaklning yuzi son jihatdan bajarilgan mexanik ishga teng boʻladi:

$$A = \frac{F \cdot l}{2} = \frac{1600 \text{ N} \cdot 0,1 \text{ m}}{2} = 80 \text{ J}.$$

Javob: mixni xodadan sugʻurib olishda bajarilgan ish $A = 80 \text{ J}$ ga teng.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Aravachani oʻzgarmas 40N kuch taʼsirida 10m masofaga siljitishdagi ishni toping. Kuch va koʻchish vektorlari orasidagi burchak 60° . **(200 J)**

2. Massasi 1,5t boʻlgan vagonetkani ishchi gorizontall yoʻlda bir tekis tortib bormoqda. Agar ishqalanish koeffitsiyenti 0,02 boʻlsa, ishchi 100m yoʻlda qancha ish bajaradi. **(30 kJ)**

3. Massasi 8 kg boʻlgan jism qandaydir balandlikdan boshlangʻich tezliksiz erkin tushib, 3,5s da yerga urildi. Ogʻirlik kuchining ishi nimaga teng? **(4,9 kJ)**

4. 400kg massali 8m uzunlikdagi bir jinsli metall silindr yerda yotibdi. Uning bir uchi bilan yer orasidagi burchak 30° boʻlguncha koʻtarishda bajarilgan ishni aniqlang. **(8 kJ)**

5. Stol sirtida turgan 4 kg massali brusokni stol sirti bo‘ylab 0,8 m ga surish uchun qancha ish bajarish kerak? Brusok bilan stol sirti orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,2 ga teng. **(6,4 J)**

6. Prujinani 1 sm ga cho‘zish uchun 1 J ish bajarilgan bo‘lsa, uni 4 sm ga cho‘zish uchun qancha ish bajarish kerak bo‘ladi? **(16 J)**

7. 6 kg massali jismni 2 m/s^2 tezlanish bilan 4m ga tik yuqoriga ko‘tarish uchun qancha ish bajarish kerak bo‘ladi? **(288 J)**

8. 60° li burchak tashkil etuvchi 50 N va 30 N kuchlar ta’sirida jism teng ta’sir etuvchi kuch yo‘nalishida 4m masofaga siljiganda bajarilgan ishni toping. **(280 J)**

9. 3 sm qalinlikdagi taxtaga 8 sm uzunlikdagi mix shunday qoqildiki, mixning yarmi teshib chiqdi. Uni taxtadan sug‘urib olish uchun 500 N kuch qo‘yildi. Mixni sug‘urib olishda qanday ish bajarilgan? **(27,5 J)**

10. Agar massasi 5 kg bo‘lgan jism 12 m balandlikdan tushib, qumga 3 sm chuqurlikkacha kirgan bo‘lsa, qumning o‘rtacha qarshilik kuchini toping. **(20 kN)**

Mavzuga doir test topshiriqlari.

1. Ish birligi 1 J ni ta’riflang.

A) 1 kg massali jismga 1 m/s^2 tezlanish berilsa, 1 J ish bajariladi.

B) 1 N kuch ta’sirida jism 1 m masofaga ko‘chsa, 1 J ish bajariladi.

C) 1 s ichida jism tezligi 1 m/s ga o‘zgarsa, 1 J ish bajariladi.

D) 1 N kuch ta’sirida jism 1 sm ga ko‘chsa, 1 J ish bajariladi.

2. O'quvchi mexanikaga doir masalani yechib $14\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ javobga ega bo'ldi. U qanday kattalikni aniqlagan bo'ladi?

A) kuch B) impuls C) massa D) ish

3. Qaysi birliklarni tezlanish birligi sifatida ishlatilsa bo'ladi? 1) m/s 2) m/s^2 3) N/kg 4) $\text{J}/(\text{N} \cdot \text{s}^2)$

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

4. Kuch bajargan ish qachon musbat va qachon manfiy bo'ladi? Kuch va ko'chish orasidagi burchak...

A) o'tkir bo'lsa - musbat, o'tmas bo'lsa nol bo'ladi

B) o'tkir bo'lsa - manfiy, o'tmas bo'lsa musbat bo'ladi

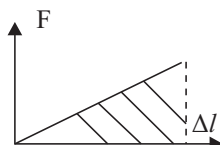
C) o'tkir bo'lsa ham manfiy, o'tmas bo'lsa ham manfiy bo'ladi

D) o'tkir bo'lsa - musbat, o'tmas bo'lsa - manfiy bo'ladi

5. Grafikda shtrixlab ko'rsatilgan yuza son jihatdan qanday fizik kattalikka teng bo'ladi?

A) birlilik B) mexanik ish

C) quvvat D) massa



6. Jismni o'zgarmas 30 N kuch ta'sirida 6 m masofaga siljitishda bajarilgan ish 90 J ga teng. Kuch va ko'chish vektorlari orasidagi burchak qanday bo'lgan?

A) 0° B) 30° C) 45° D) 60°

7. Jismni 4 m masofaga ko'chirganda 1000 J ish bajaradigan, gorizontal yo'nalishda ta'sir qilayotgan kuchni toping?

A) 200 N B) 50 N C) 20 N D) 250 N

8. Bola 5 kg massali jismni 70 N kuch bilan ko'tarmoqda. Jismni 6 m balandlikka ko'tarishda qancha ish bajarishini toping (J).

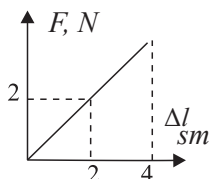
A) 6 B) 60 C) 420 D) 140

9. Markazga intilma kuchning bajargan ishi nimaga sarflanishi mumkin?

- A) markazga intilma kuch ish bajarmaydi
- B) potensial energiyani oshirishga
- C) kuch ta'siridagi jism boshqa jismlar ustida bajaradigan ishga
- D) ishqalanish natijasida ajraladigan issiqlikka

10. Grafikdan foydalangan holda, elastiklik kuchining absolyut diformatsiya 4 sm bo'lgan holdagi bajargan ishini hisoblab toping (J).

- A) 8 B) 0,08 C) 0,8 D) 80

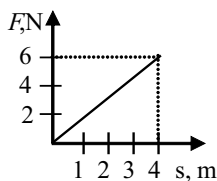


11. Aravachani tinch holatdan itarib biror vaqt ichida unga tezlanish berildi. Harakat vaqtining birinchi va ikkinchi yarmida bajarilgan ishlarni taqqoslang. Ishqalanish hisobga olinmasin.

- A) 1:2 B) 1:1 C) 1:3 D) 2:3

12. Grafikdan foydalanib, F kuchning 4 m masofadagi bajargan mexanik ishini hisoblang (J).

- A) 12 B) 10 C) 24 D) 14



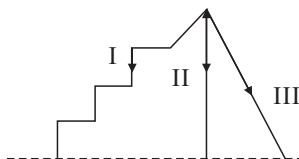
13. 300 N og'irlikdagi chana muz ustida 20 m ga siljidi. Og'irlik kuchini bu yo'ldagi ishini toping.

- A) 6000J B) 3000 J C) 150 J D) 0

14. 6 kg massali shar gorizont tekislikda o'z inersiyasi bilan 12 m masofaga dumalab bordi. Og'irlik kuchining bajargan ishini toping (J).

- A) 2 B) 72 C) 0 D) 6

15. Og'irlik kuchi ta'sirida jism biror balandlikdan turli trayektoriyalar bilan tushganda, bajargan ishlarini taqqoslab solishtiring.



- A) $A_3 > A_1 > A_2$
- B) $A_3 > A_2 > A_1$
- C) $A_1 > A_2 > A_3$
- D) $A_1 = A_2 = A_3$

16. Yuqoriga otilgan m -massali tosh biror h balandlik-kacha chiqib yana pastga tushdi. Og'irlik kuchining butun yo'l davomidagi ishi nimaga teng bo'ladi?

- A) $A = -mgh$ B) $A = 2mgh$ C) $A = mgh$ D) $A = 0$

17. Vertikal erkin tushayotgan 4 kg massali jismning tezligi harakat yo'lida 2 dan 8 m/s gacha o'zgardi. Og'irlik kuchining shu yo'ldagi ishini hisoblang (J).

- A) 150 B) 160 C) 120 D) -150

18. Yerda yotgan 3 m uzunlikdagi va 30 kg massali bir jinsli xodani tik qilib qo'yish uchun qancha ish bajarish kerak?

- A) 90 J B) 450 J C) 400 J D) 900 J

19. 20 kg massali jism vertikal tik yo'nalishda 10 m balandlikka 20 s da tekis ko'tarildi. Bajarylган ish topilsin (kJ).

- A) 2 B) 40 C) 20 D) 4

20. Xonada bir xil materialdan yasalgan, teng massali kattagina shar va kub turibdi. Qaysi birini shiftga tekkuncha ko'tarish uchun kamroq ish bajariladi?

- A) sharni B) kubni C) ikkala holda ham bir xil
- D) javob ularning zichligiga bog'liq.

21. Bikrligi k bo'lgan prujinani x ga cho'zish uchun bajariladigan ishni toping.

A) kx B) $-kx$ C) kx^2 D) $kx^2/2$

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

A) 100 B) 200 C) 300 D) 400

23. 500 g massali jismni qanday tezlanish bilan 4 m ga vertikal ko'targanimizda, 24 J ish bajariladi?

A) 10 m/s^2 B) 5 m/s^2 C) 3 m/s^2 D) 2 m/s^2

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

A) 6 J B) 12 J C) 30 J D) 120 J

25. Po'lat prujina 1 kN kuch ta'sirida 4 sm ga siqildi. Prujinani 12 sm ga siqish uchun qanday ish bajarish lozim?

A) 180 J B) 360 J C) 200 J D) 300 J

26. Bikrligi k bo'lgan prujinani x -ga cho'zgandan ko'ra. $3x$ – ga cho'zish uchun necha marta ko'proq ish bajarish kerak?

A) 2 B) 9 C) 6 D) 3

27. Quyida keltirilgan qaysi kuchlarning bajargan ishi trayektoriyaning shakliga bog'liq emas? 1) og'irlik kuchi; 2) elastiklik kuchi; 3) ishqalanish kuchi

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

28. Gorizental stol sirtida turgan 7 kg massali g'olani sirt bo'ylab $0,5 \text{ m}$ masofaga surish uchun 7 J ish bajarildi.

G' o' la bilan stol sirti orasidagi ishqalanish koeffitsiyentini toping.

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

29. 6 kg massali jismni tik yuqoriga 3 m balandlikka qanday tezlanish bilan ko'targanda 234 J ish bajariladi?

A) 3 m/s² B) 2 m/s² C) 6 m/s² D) 11 m/s²

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

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

2. Quvvat. Mexanizmning foydali ish koeffitsiyenti.

Bugungi kunda texnikaning beqiyos taraqqiyoti natijasida turli-tuman mashina (ya'ni ish bajara oladigan mexanizm) lar paydo bo'lmoqda. Har bir yaratigan mashina ma'lum bir ishni bajaradi. Ayni bir xil ishni turli mashinalar bajarganda turlicha vaqt ketadi. Mashinaning ish bajara olish tezligini miqdor jihatdan tavsiflash uchun **quvvat** deb ataluvchi fizik kattalik qabul qilingan. Mashinalar yoki turli mexanizmlarning quvvati ularning vaqt birligi ichida bajargan ishi bilan aniqlanadi. Muayyan miqdordagi ishni bajarayotgan mashinalardan qaysi biri ishni tezroq bajarsa, shunisi quvvatliroq bo'ladi.

Quvvat deb, vaqt birligi ichida bajarilgan ishga son jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Ta'rifga ko'ra quvvat:

$$N = \frac{A}{t} \quad (1)$$

bunda A – bajarilgan ish, t – ishni bajarish uchun ketgan vaqt. Quvvat – skalyar kattalikdir.

Agar ish bajarish jarayonida mashina teng vaqtlar oraliqlarida teng bo‘lmagan ishni bajarayotgan bo‘lsa, (1) ifoda bilan aniqlanadigan quvvat o‘rtacha quvvatdan iborat bo‘ladi, ya’ni:

$$N_{o'rt} = \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad (2)$$

Ishlayotgan mashinaning vaqtning biror paytdagi quvvati oniy quvvat deyiladi. Mashinaning oniy quvvati xuddi o‘zgaruvchan harakatning oniy tezligini aniqlaganimiz kabi aniqlanaqdi, ya’ni:

$$N_{oniy} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad (3)$$

(3) tenglikdan quyidagiga ega bo‘lamiz: $\Delta A = N \cdot \Delta t$ (4)

Bir tekis ishlayotgan mashinaning bajargan ishi uning quvvati bilan ishlash vaqtining ko‘paytmasiga teng. U holda ish formulasiga ko‘ra:

$$F \cdot \Delta s = N \cdot \Delta t \quad (5)$$

Bundan

$$N = F \frac{\Delta s}{\Delta t} = F \cdot v \quad (6)$$

ga ega bo‘lamiz. Agar mashina to‘g‘ri chiziqli tekis harakatlanaётgan bo‘lsa, dvigatelning tortish kuchi qarshilik kuchi bilan muvozanatda bo‘ladi, ya’ni

$$N = F_{tor} \cdot v = F_{qar} \cdot v \quad (7)$$

Agar jism tekis o‘zgaruvchan harakatlansa o‘rtacha quvvatni o‘rtacha tezlik orqali ifodalash mumkin:

$$N_{o'rt} = F_{tor} \cdot v_{o'rt} \quad (8)$$

XBSda quvvat birligi sifatida bir sekunda bir Joule ish bajara oladigan mexanizmning quvvati qabul qilingan va bu birlik angliyalik kashfiyotchi Jeyms Uatt sharafiga Watt (qisqacha W) deb ataladi.

$$[N] = \frac{1J}{1s} = 1 \frac{J}{s} = 1W$$

Transport vositalarining quvvati **ot kuchi** deb ataluvchi maxsus birlikda o'lanadi. Quvvati taxminan 736W ga teng bo'lgan mashinaning quvvati 1 ot kuchiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$1 \text{ ot kuchi} \approx 736 \text{ W}$$

(4) ifodaga ko'ra, hozirgi vaqtda amalda **W · soat; kW · soat** kabi ish birliklari ishlatiladi.

$$1 \text{ W} \cdot \text{soat} = 1 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$1 \text{ kW} \cdot \text{soat} = 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Har bir mashina (mexanizm) o'ziga berilayotgan energiya qanchalik samarali ishlatilishini ko'rsatadigan maxsus kattalik bilan tavsiflanadi. Bu kattalik **foydali ish koeffitsiyenti (FIK)** deb ataladi.

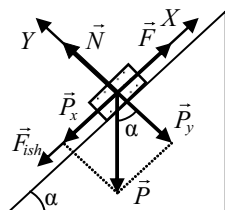
Foydali ish koeffitsiyenti mashinaning takomillashganlik darajasini bildiradi. Energiya isroflanishi qancha kam bo'lsa, mashinaning FIK katta bo'ladi va bu mashinaning takomillashganligini bildiradi.

Mashina bajargan foydali ish, umumiy ishning qancha qismini tashkil qilishini ko'rsatadigan kattalikka foydali ish koeffitsiyenti deyiladi. Bu, odatda, grekcha η (eta) harfi bilan belgilanadi. Ta'rifga ko'ra FIK:

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}}. \quad (11)$$

FIK ni, ko‘pincha foiz (protsent) hisobida ifodalanadi:

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}} \cdot 100\%. \quad (12)$$



47-rasm

Qiya tekislik bo‘ylab jismni ko‘chirishda bajarilgan ish. Qiya tekislikning foydali ish koeffitsiyenti. Massasi m bo‘lgan jismni gorizontga nisbatan α burchak tashkil qilgan qiya sirt bo‘ylab ko‘chirishda bajarilgan ishini hisoblashni qarab chiqamiz (47 - rasm).

Jism qiya sirt bo‘ylab yuqoriga harakatlanayotganda unga to‘rtta kuch ta’sir qiladi: tashqaridan qo‘yilgan tortuvchi kuch (F), og‘irlik kuchi ($P = mg$), ishqalanish kuchi (F_{ishq}) va normal bosim kuchi (N). Jismning harakat tenglamasi Nuyutonning ikkinchi qonuniga ko‘ra quyidagicha yozamiz:

$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{F}_{ishq} \quad (13)$$

Jism qiya sirt bo‘ylab tekis ko‘tarilayotgan bo‘lsin (ya’ni $a = 0$). U holda jismning harakat tenglamasi :

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ishq} + \vec{F} = 0 \quad (13,a)$$

Jismga ta’sir etayotgan kuchlarning X va Y o‘qlardagi proyeksiyalarini olib $P_x = P \sin \alpha$, $P_y = P \cos \alpha$,

$N_x = 0$, $N_y = N = P_y$ harakat tenglamasini quyidagi skalyar ko‘rinishda yozamiz:

$$F - \mu \cdot P \cdot \cos \alpha - P \cdot \sin \alpha = 0 \quad (13,b)$$

F kuchning qiya tekislik bo‘ylab jismni ko‘chirishda bajarilgan umumiy ishi quyidagi ifodaga asosan hisoblanadi:

$$A_{um} = F \cdot l = (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) \cdot P \cdot l \quad (14)$$

Balandligi h bo'lgan qiya tekislikda og'irligi P bo'lgan jismni yuqoriga ko'tarishda bajarilgan foydali ish:

$$A_f = P \cdot h \quad (15)$$

(11) ifodaga asosan **qiya tekislikning foydali ish koefitsiyenti**:

$$\eta = \frac{P \cdot h}{(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) \cdot P \cdot l} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha} = \frac{1}{1 + \mu \cdot \operatorname{ctg} \alpha} \quad (16)$$

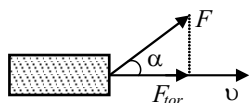
Nazorat uchun savollar

1. *Quvvat deb nimaga aytiladi? Uning qanday birliklarini bilasiz?*
2. *O'rtacha va oniy quvvat formulasini yozing va ularni tushintiring.*
3. *Quvvatning qarshilik koefitsiyentiga va jism tezligiga bog'liqlik formulasini yozing va uni izohlang.*
4. *FIK deganda nimani tushinasiz va u qanday hisoblanadi?*
5. *Qiya tekislikning foydali ish koefitsiyenti qiyalik burchagiga qanday bog'liq?*

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Jismga 60° burchak ostida 50 N kuch ta'sir qilib, unga 2 m/s tezlik bermoqda, hosil bo'lgan quvvatni toping.

Berilgan: $\alpha = 60^\circ$, $F = 50$ N, $v = 2$ m/s, **Topish kerak:** $N = ?$



Yechish: jismga qo'yilgan kuch gori-zontga nisbatan α burchakni tashkil etsa, tortuvchi kuch ta'sir etuvchi kuchning jism harakati yo'nalishidagi proyeksiyasiga teng bo'ladi: $F_{\text{hor}} = F \cdot \cos \alpha$. U holda quvvat quyidagicha hisoblanadi:

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

Javob: $N = 50 W$

2. 60 kg massali odam zina bo‘ylab 12 m balandlikka 30 s da chiqdi. Odamning o‘rtacha quvvatini baholang.

Berilgan: $m = 60 \text{ kg}$, $h = 12\text{m}$, $t = 30 \text{ s}$, **Topish kerak:** $N = ?$

Yechish: odam h balandlikka ko‘tarilganida og‘irlik kuchiga qarshi $A = mgh$ ga teng ish bajaradi. Bajarilgan ishini quvvat orqali ifodalaymiz: $A = N \cdot t$. Ishning bu ikki ifodasini o‘zaro tenglab quvvatni topamiz:

$$N = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{60\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \cdot 12\text{s}}{30\text{s}} = 235W$$

Javob: 235W

3. Pulemyot 20s da 60 dona o‘qqa 800 m/s boshlang‘ich tezlik beradi. Agar har bir o‘qning massasi 15 g bo‘lsa, pulemyotning foydali quvvati qancha?

Berilgan: $t = 20 \text{ s}$, $n = 60$, $v = 800 \text{ m/s}$, $m = 15 \text{ g} = 0,015 \text{ kg}$, **Topish kerak:** $N = ?$

Yechish: pulemyotning har bir o‘qqa v tezlik berganda bajargan ishi $A = mv^2/2$ ga teng bo‘ladi. Pulemyot n ta o‘qqa v tezlik berganda bajargan umumiy ishi esa $A_{\text{um}} = n \cdot \frac{m \cdot v^2}{2}$ ga teng bo‘ladi. t vaqt ichida bajarilgan umumiy ishini unung quvvati orqali ifodalaymiz $A_{\text{um}} = N \cdot t$. Umumiy ishning yuqorida keltirilgan ifodalarini o‘za‘ro tenglab foydali quvvatini hisoblaymiz:

$$N = \frac{n \cdot mv^2}{2 \cdot t} = \frac{60 \cdot 0,015\text{kg} \cdot (800\text{m/s})^2}{2 \cdot 20\text{s}} = 14400W$$

Javob: 14,4kW

4. Ko'tarma kran dvigatelining quvvati 5000 W. Bu kran yordamida qanday massali yukni 12 m balandlikka 0,5 minutda ko'tarish mumkin? Dvigatelning FIK 70%.

Berilgan: $N = 5000 \text{ W}$, $h = 12 \text{ m}$, $t = 0,5 \text{ min} = 30 \text{ s}$, $\eta = 0,7$, **Topish kerak:** $m = ?$

Yechish: ko'tarma kran m massali yukni h balandlikka ko'tarishda og'irlik ko'chiga qarshi bajargan foydali ishi: $A_f = mgh$. Bajirilgan umumiy ishini kranning quvvati orqali ifodalasak: $A_{um} = N \cdot t$.

FIK ta'rifiga ko'ra $\eta = \frac{mgh}{N \cdot t}$ va bu ifodadan foydalanib yuk massasini hisoblaymiz:

$$m = \frac{\eta \cdot N \cdot t}{g \cdot h} = \frac{0,7 \cdot 5000 \text{ W} \cdot 30 \text{ s}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ m}} = 892 \text{ kg}$$

Javob: 892 kg

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. 8 kW quvvatli kran qanday massali yukni 0,5 m/s tezlik bilan ko'tara oladi? **(1600 kg)**

2. Gorizontal yo'lda 1600 tonnali poyezd 54km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Teplovozning quvvatini toping. Ishqalanish koeffitsiyenti 0,05 ga teng. **(12 MW)**

3. 40 kW quvvatli ko'tarish krani yukni ko'tarishda 2 MJ foydali ish bajardi. Agar yuk tekis ko'tarilgan bo'lsa, ko'tarilish vaqtini toping. **(50 s)**

4. Qarshilik kuchi 25 kN bo'lganda, 6m/s tezlik bilan tekis harakatlanayotgan mashina motorining quvvati 450 kW bo'lsa, FIKi qancha? **(33 %)**

5. Kran 10 soatda 300 t qurilish materialini 36 m balandlikka ko'tardi. Kranning FIK 60% bo'lsa, kran dvigatelin-ing quvvatini aniqlang. **(5 kW)**

6. Samolyotning massasi 3 t, yugurish uzunligi 500 m, ko'tarilish tezligi 50 m/s, qarshilik koeffitsiyenti 0,03 bo'lsa, uning yugurish vaqtidagi o'rtacha foydali quvvatini toping.

7. Uzunligi 10 m va balandligi 6 m bo'lgan qiya tekisli-kning FIK ni toping. Jismning harakatlantirishdagi ishqala-nish koeffitsiyenti 0,1 ga teng deb olinsin. **(88%)**

8. Foydali quvvati 50 ot kuchiga ega bo'lgan avtomobil tekis harakatlanib, 40 sekundda 0,5 km yo'l bosgan bo'lsa, uning tortish kuchi qanday? **(2940 N)**

9. Dvigateling quvvatlari N_1 va N_2 bo'lgan ikkita yuk mashinasi mos ravishda v_1 va v_2 tezliklar bilan harakatlanmoqda. Agar ularni tros bilan tutashtilsa, harakatlanish tezligi qanday boladi?
$$v = \frac{(N_1 + N_2)v_1v_2}{N_1v_2 + N_2v_1}$$

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Quyida keltirilgan javoblar ichidan quvvat birligi 1 W ta'rifni toping.

A) 1 s ichida jism tezligi 1 m/s ga o'zgarsa, quvvat 1 W deyiladi.

B) 1 N kuch ta'sirida jismni 1 m masofaga ko'chiradigan mashina quvvati 1 W deyiladi.

C) 1 kg massali jismga 1 m/s² tezlanish beradigan mashina quvvagi 1 W deyiladi.

D) 1 s davomida 1 J ish bajaradigan mashina (yoki ish bajaruvchi) ning quvvati 1 W deyiladi.

2. Keltirilganlar ichidan quvvat formulasini ko'rsating.

A) $N = A \cdot t$ B) $N = F \cdot v$ C) $N = F/v$ D) $N = F/v^2$

3. Uchish balandligi ortib borgan sari reaktiv samolyotlarning quvvati qanday o'zgarib boradi?

A) o'zgarmaydi B) ortadi
C) kamayadi D) to'g'ri javob yuk,

4. Avtomobilning tortish kuchi 4 marta, tezligi 1,5 marta oshirilsa uning quvvati qanday o'zgaradi?

A) 2,5 marta ortadi B) 5,5 marta ortadi
C) 6 marta ortadi D) 10 marta ortadi

5. Tekis yo'lda teplovozning tortish kuchi 250 kN, dvigatelning quvvati 2500 kW. Poezd tekis harakatlanib 12,6 km yo'lni qancha vaqtda (minut) bosib o'tadi?

A) 2 B) 10 C) 20 D) 21

6. Quvvati 50 kW bo'lgan kran yukni ko'tarishda 3,5 MJ foydali ish bajardi. Yuk tekis ko'tarilgan bo'lsa, ko'tarilish qancha vaqt davom etgan (s)?

A) 80 B) 70 C) 50 D) 60

7. Massasi m bo'lgan avtobus v tezlik bilan qiyaligi α bo'lgan tepalikka chiqmoqda. Dvigatelning quvvati N ga teng. Ishqalanish koeffitsiyentini aniqlovchi ifodani toping.

A) $\frac{N - mgv \sin \alpha}{mgv \cos \alpha}$ B) $\frac{N - mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha}$

C) $\frac{N + mgv \sin \alpha}{mgv \cos \alpha}$ D) $\frac{N + mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha}$

8. Ko‘tarish krani 10 m balandlikka 5 t massali yukni 25 s da tekis ko‘taradi. Kranning foydali quvvati qancha (kW)?

A) 0,2 B) 2 C) 20 D) 200

9. Pulemyot 10s da chiqarayotgan 40 o‘qining har biriga 800 m/s tezlik beradi. Agar har bir o‘qning massasi 10 g bo‘lsa, pulemyotning o‘rtacha foydali quvvati qancha (kW)?

A) 4,8 B) 3,6 C) 3,2 D) 12,8

10. Quduqdan 24 m balandlikka har minutda 1500 l suv chiqaradigan nasosning foydali quvvatini toping (kW).

A) 5,2 B) 5,3 C) 5,5 D) 6

11. Dvigatelining quvvati 5 kW bo‘lgan ko‘tarma kran yukni 6 m/min o‘zgarmas tezlik bilan ko‘tarmoqda. Yukning massasini toping (t).

A) 5 B) 6 C) 30 D) 3

12. Quyidagi formulalarning qaysilari qiya tekislikning foydali ish koeffitsientini ifodalaydi?

$$1) \eta = \frac{1}{1 - \mu \operatorname{ctg} \alpha} \quad 2) \eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \mu}$$

$$3) \eta = \frac{1}{1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha} \quad 4) \eta = \frac{1}{1 - \mu \operatorname{tg} \alpha}$$

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

13. Qiya tekislikning qiyalik burchagi oshishi bilan uning FIK qanday o‘zgaradi? Ishqalanish kuchi hisobga olinsin.

A) o‘zgarmaydi B) oshadi C) kamayadi
D) ishqalanish koeffitsientining qiymatiga bog‘liq.

14. Qiyaligi 0,6 ga teng bo'lgan qiya tekislikning FIKini (%) toping. Ishqalanish koeffitsiyenti 0,08 ga teng.

A) 72 B) 93 C) 62 D) 90

15. Agar qiya tekislik balandligining uning asosi uzunligiga nisbati 0,4 ga, tekislik bilan tortib chiqarilayotgan jism orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,2 ga teng bo'lsa, qiya tekislikning FIK(%) qanday bo'ladi?

A) 72 B) 50 C) 67 D) 48

16. Qiya tekislikning uzunligi 8m, balandligi 1,6m ga teng. Bu qiya tekislikda yukni ko'tarishda kuchdan necha marta yutiladi? Ishqalanishni hisobga olmang.

A) 5 B) 4 C) 3 D) kuchdan yutilmaydi

17. Turgan joyidan qo'zg'alib, t vaqtda tekis tezlanuvchan ravishda s yo'l o'tadigan avtomobil motorining FIK 50% bo'lsa, motorning o'rtacha quvvati qanday bo'ladi?

A) ms^2/t^3 B) $4ms^2/t^3$ C) $2ms^2/t^3$ D) ms^3/t^2

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

A) 0,8 B) 0,4 C) 1,25 D) 0,62

3. Mexanik energiya.

Energiyaning saqlanish qonuni

Energiya jismning yoki jismlar sistemasini bir holatdan boshqa holatga o'tishda ish bajarish qobiliyatini ko'rsatuvchi fizik kattalikdir. Ish qanday birliklarda o'lchansa, energiya ham shunday birliklarda o'lchanadi.

Jismlarning mexanik holatiga bog'liq bo'lgan energiya

mexanik energiyadir. Mexanik energiyaning ikki turi mavjud: **kinetik energiya va potensial energiya**.

Kinetik soʻzi – grekcha «kinema» soʻzidan olingan boʻlib, «harakat» degan maʼnoni anglatadi, yaʼni kinetik energiya jismning harakati bilan uzviy bogʻliq boʻlgan energiyadir. Shuning uchun u jismning harakat tezligiga bogʻliq boʻlgan energiyadir. Jismning kinetik energiyasi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (1)$$

bunda m – jismning massasi, v – uning tezligi.

Kinetik energiyaga ega boʻlgan har qanday jism ish bajarish qobiliyatiga ega boʻladi. Mexanik ish bajarishligi uchun jismga tashqi kuch taʼsirida koʻchishga ega boʻlishligi kerak. Jismga oʻzgarish F kuch taʼsir etayotgan boʻlsin. Bu kuch taʼsirida jism s masofaga koʻchganda bajarilgan ish:

$$A = F \cdot s \quad (2)$$

ga teng boʻladi. Nyutonning ikkinchi qonuniga koʻra: $F = m \cdot a$, bunda a jismning tezlanishini uning s masofani bosib oʻtishidagi tezligining v_1 dan v_2 oʻzgarishi orqali ifodalasak:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s} \quad (3)$$

Kuchning ifodasini va (3) ifodani (2) tenglikka qoʻysak quyidagiga ega boʻlamiz:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \text{ yoki } A = E_2 - E_1 = \Delta E \quad (4)$$

Demak, bajarilgan ish jism kinetik energiyasining oʻzgarishi (ΔE) ga teng ekan. Bu xulosaga mexanikada kinetik energiya haqidagi teorema deb yuritiladi. **Kinetik energiya**

son jihatdan tezlikning v dan nolgacha kamayishida, jismning bajara olishi mumkin bo'lgan ishga tengdir.

Potensial so'zi lotincha «potensiya» so'zidan olingan bo'lib, imkoniyat degan ma'noni anglatadi. Potensial energiyaga ega bo'lgan har qanday jism ish bajara olish qobiliyatiga (imkoniyatiga) ega. **Jismlarning o'zaro joylashishiga yoki ayni bir jism qismlarining o'zaro joylashishiga bog'liq bo'lgan o'zaro ta'sir energiyasiga potensial energiya deb ataladi.**

Sistemaga kiruvchi jismlar o'zaro ta'sir kuchlari mutlaqo yo'qolguncha bajarishi mumkin bo'lgan to'la ishga son jihatdan teng bo'lgan kattalik potensial energiya deb ataladi. Masalan Yer sirtiga nisbatan h balandlikda turgan m massali jism yerga

$$F = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2} = mg_h \quad (5)$$

kuch bilan tortiladi. h masofa yerning radiusiga nisbatan juda kichik ($R \gg h$) bo'lganligi uchun (5) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$F = G \frac{m \cdot M}{(R + h)^2} \approx G \frac{m \cdot M}{R^2} = mg \quad (6)$$

Og'irlik kuchi ($F = mg$) bilan o'zaro ta'sirlashayotgan jismlarning potensial energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (7)$$

Og'irlik kuchiga qarshi bajarilgan ish hisobiga jismning potensial energiyasi ortadi. Og'irlik kuchining bajargan ishi esa jism potensial energiyasining kamayishiga teng bo'ladi. Bajarylган mexanik ish jism potensial energiyasi o'zgarishining manfiy ishora bilan olingan qiymatiga teng bo'ladi:

$$A = -\Delta E_p = E_{p1} - E_{p2} \text{ yoki } A = mgh_1 - mgh_2 \quad (8)$$

Shuningdek, tashqi kuch ta'sirida deformatsiyalangan jismning potensial energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_p = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2} \quad (9)$$

bunda k – jismning bikrligi, x – absolyut uzayish (absolyut deformatsiya). (7) ifodaga muvofiq deformatsiyalangan prujinaning potensial energiyasining o'zgarishini u bajaradigan ish orqali ifodalaymiz:

$$A = \frac{k \cdot \Delta x_1^2}{2} - \frac{k \cdot \Delta x_2^2}{2} \quad (10)$$

ya'ni elastiklik kuchining bajargan ishi prujina potensial energiyasining kamayishiga teng bo'ladi.

Og'irlik va elastiklik kuchlarining bajargan ishi jismning harakat trayektoriyasining shakliga bog'liq emas, shu sababli bu kuchlar **potensial kuchlar** deb ataladi, bunday kuchlarning maydoniga esa **potensial maydon** deb ataladi.

Mexanik energiyaning saqlanish qonuni: yopiq sistemadagi barcha hodisalarda sistemaga kiruvchi barcha jismlarning to'liq energiyasi faqat bir turdan ikkinchi turga yoki bir jismdan ikkinchi jismga o'tib, miqdor jihatdan o'zgarishsiz qoladi. Bu xulosaga energiyaning saqlanish qonuni yoki bir turdan ikkinchi turga aylanish qonuni deb ataladi.

Mexanik hodisalarda qarshilik kuchlari e'tiborga olinmas darajada kichik bo'lganda energiya teng miqdorda potensial energiya ko'rinishidan kinetik energiya ko'rinishiga va aksincha o'tib turadi.

Jism bir vaqtning o'zida ham kinetik energiyaga, ham potensial energiyaga ega bo'lishi mumkin. Bu energi-

yalarning yig'indisi shu jismning to'la mexanik energiyasi-ni tashkil etadi. Masalan, Yer sirtiga nisbatan h balandlikda yerga nisbatan v tezlik bilan harakatlanayotgan m massali jismning to'la mexanik energiyasi:

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} + mgh \quad (11)$$

Energiya hech vaqt yo'qolmaydi va yo'qdan bor ham bo'lmaydi. Bu tabiatning umumiy qonuni bo'lib, energiya-ning saqlanish va aylanish qonunini deb ataladi. Mexanik hodisalarda energiya-ning saqlanish va aylanish qonuni quyidagicha yozish mumkin;

a) og'irlik kuchi ta'siri ostida harakatlanayotgan jism uchun:

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} + mgh = const \quad (12)$$

b) elastiklik kuchi ta'siri ostida harakatlanayotgan jism uchun:

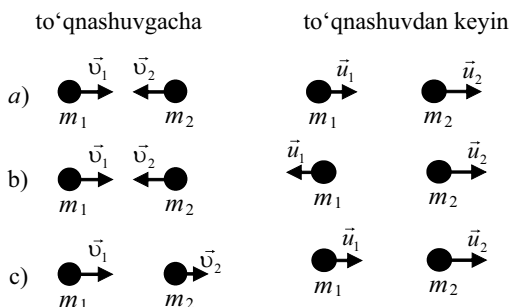
$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} + \frac{k\Delta x^2}{2} = const \quad (13)$$

Elastik va noelastik to'qnashishlar

Energiya-ning saqlanish va aylanish qonunini to'qnashayotgan ikki jism misolida qarab chiqamiz.

To'qnashayotgan jismlar o'rtasida energiya va impul-sning qayta taqsimlanishiga ko'ra to'qnashish ikki turga bo'linadi: asolyut elastik va absolyut noelastik to'qnashishlar. **To'qnashish jarayonida yopiq sistemaga kiruvchi jismlarning impulsi va mexanik energiyasi to'liq saqlanadigan to'qnashish asolyut (mutlaq) elastik to'qnash-**

ish deyiladi. Jismlarning elastik to‘qnashishida yuzaga keladigan hodisalarni tahlil qilish maqsadida dastavval bir to‘g‘ri chiziq bo‘ylab yo‘nalgan ikkita bir jinsli sharlarning markaziy to‘qnashishini qarab chiqaylik. Markaziy to‘qnashish shunday to‘qnashishki, bunda to‘qnashuvchi sharlarning to‘qnashishgacha bo‘lgan tezliklari sharlar markazlarini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab yo‘nalgan bo‘ladi (48-rasm). Sharlarning markaziy urilishlari quyidagi ko‘rinishlarda bo‘lishi mumkin: sharlar bir-biriga qarab harakatlanayotgan (48-a,b rasm) va sharlar biri ikkinchisini quvib ketayotgan bo‘lsin (48-c rasm).



48-rasm

Markaziy to‘qnashish kutilayotgan ikki shar bir-biriga tomon harakatlanayotgan bo‘lsin (1-a rasm). To‘qnashayotgan sharlar yopiq sistemani hosil qilsin. Sharlarning massalari m_1 va m_2 ($m_1 > m_2$) bo‘lib, to‘qnashuvga qadar tezliklari $\vec{v}_1$ va $\vec{v}_2$ to‘qnashuvdan keyin tezliklari $\vec{u}_1$ va $\vec{u}_2$ bo‘lsin. U holda to‘qnashayotgan sharlar sistemasining to‘liq impulsi va to‘liq kinetik energiyasi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \text{ va } \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

To‘qnashishdan keyingi sharlar sistemasining to‘liq impulsi va to‘liq kinetik energiyasi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 \text{ va } \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

Yopiq sistema uchun impuls va energiyaning saqlanish qonunini quyidagi tenglamalar asosida yozamiz:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 \quad (14)$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} \quad (15)$$

(14) tenglamalar sistemani yechib, sharlarning to‘qnashishdan keyingi tezliklari uchun quyidagi ifodalarga ega bo‘lamiz:

$$u_1 = \frac{-2m_2 v_2 - (m_2 - m_1) v_1}{m_1 + m_2} \quad (16)$$

$$u_2 = \frac{2m_1 v_1 - (m_2 - m_1) v_2}{m_1 + m_2} . \quad (17)$$

Markaziy to‘qnashishning 1-b rasmda tasvirlangan holi uchun sharlarning to‘qnashishdan keyingi tezliklari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$u_1 = \frac{2m_2 v_2 + (m_2 - m_1) v_1}{m_1 + m_2} \quad (18)$$

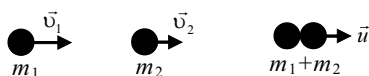
$$u_2 = \frac{2m_1 v_1 - (m_2 - m_1) v_2}{m_1 + m_2} \quad (19)$$

Markaziy to‘qnashishning 1-c rasmda tasvirlangan holi uchun sharlarning to‘qnashishdan keyingi tezliklari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$u_1 = \frac{2m_2v_2 - (m_2 - m_1)v_1}{m_1 + m_2} \quad (20)$$

$$u_2 = \frac{2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2} \quad (21)$$

To'qnashish jarayonida sistemaga kiruvchi jismlarning impulsi to'liq saqlanib, mexanik energiyasi to'liq saqlanmaydigan to'qnashish mutloq noelastik to'qnashiv bo'ladi. Noelastik to'qnashishdan keyin jismlar yagona bitta jism sifatida harakatlanadi (49-rasm).



49-rasm

To'qnashishgacha sharlar sistemasining to'la impulsi va kinetik energiyasini quyidagicha ifodalaymiz:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 \quad \text{va} \quad \frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2}$$

To'qnashishdan keyin jismlar sistemasining impulsi va kinetik energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$(m_1 + m_2) \cdot \vec{u} \quad \text{va} \quad E_2 = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot u^2$$

Kuzatilayotgan yopiq sistema uchun impulsning saqlanish qonunini quyidagicha yozamiz:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u} \quad (22)$$

bu ifodani skalyar ko'rinishda yozib, noelastik to'qnashishdan keyingi u tezlikni topamiz. Agar sharlar to'qnashgunga qadar bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan bo'lsa,:

$$u = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} \quad (23)$$

Agar sharlar to‘qnashgunga qadar qarama-qarshi yo‘nalishda harakatlanayotgan bo‘lsa,:

$$u = \frac{m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} \quad (24)$$

Jismlar sistemasining kinetik energiyasi noelastik to‘qnashishdan keyin kamayadi.

$$\Delta E = E_1 - E_2 \quad (25)$$

Bu ΔE energiya sharlarning ichki energiyasiga (sharlar qiziydi) aylanadi. Tabiatda elastik to‘qnashishga nisbatan noelastik to‘qnashish ko‘proq uchraydi.

Nazorat uchun savollar

1. *Energiya nima? Mexanik energiya qanday turlari mavjud? Ularning ta’rifini bering.*
2. *Ish va jism kinetik energiyasi o‘zgarishi orasidagi bog‘lanishni yozing va uni izohlang.*
3. *Yer sirtidan biror balandlikka ko‘tarilgan jismning potensial energiyasi nimalarga bog‘liq?*
4. *Elastik deformatsiyalangan jismning potensial energiyasi nimaga teng?*
5. *Energiyaning saqlanish va aylanish qonunini izohlang.*
6. *Urilishning qanday turlari mavjud? Ularning farqi nima?*
7. *Noelastik urilishdan so‘ng jismlar qanday tezlik bilan harakatlanadi?*

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Jismning kinetik energiyasi 10 J, impulsi $8\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ bo'lsa, uning massasi qancha?

Berilgan: $E_k = 10\text{ J}$, $p = 8\text{ kg} \cdot \text{m/s}$, **Topish kerak:** $m = ?$

Yechish: jism impulsining $p = mv$ ifodasidan tezlikni topib, kinetik energiya $E_k = \frac{mv^2}{2}$ ifodasiga qo'yamiz:

$$E_k = \frac{m}{2} \cdot \left(\frac{p}{m}\right)^2 = \frac{p^2}{2m} \text{ bundan jism massasi uchun } m = \frac{p^2}{2E_k}$$

ga ega bo'lamiz va bu ifodaga kattaliklarning qiymatini qo'yib massani hisoblaymiz:

$$m = \frac{(8\text{ kg} \cdot \text{m/s})^2}{2 \cdot 10\text{ J}} = 3,2\text{ kg}$$

Javob: 3,2 kg

2. 10 kg massali jismga 6s davomida o'zgarmas 5 N kuch ta'sir qildi. Jismning kinetik energiyasini toping.

Berilgan: $m = 10\text{ kg}$, $t = 6\text{ s}$, $F = 5\text{ N}$, **Topish kerak:** $E_k = ?$

Yechish: jismga kuch ta'sir etmasdan oldin harakatsiz bo'lgan ($v_1 = 0$), t vaqt davomida unga kuch ta'sir etib, uning tezligini $v_2 = v$ gacha oshirgan. Bunda jism impulsining o'zgarishi $\Delta p = m(v_2 - v_1) = mv$ kuch impulsiga teng bo'ladi, ya'ni: $\Delta p = F \cdot t$. Demak, $mv = F \cdot t$. Bu tenglikdan tezlikni topib kinetik energiya ifodasiga qo'yib, jism kinetik energiyasini hisoblaymiz:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{F^2 t^2}{2m} = \frac{5^2 \cdot 6^2}{2 \cdot 10} = 45\text{ J}$$

Javob: $E_k = 45\text{ J}$

3. 0,5 kg massali jism aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan aylanma harakat qilmoqda. Uning boshlang'ich tezligi 3 m/s, tangensial tezlanishi 10 m/s² bo'lsa, 0,2 s vaqtdan keyin jism kinetik energiyasining o'zgarishi nimaga teng bo'ladi?

Berilgan: $m = 0,5 \text{ kg}$ $v_0 = 3 \text{ m/s}$ $a_t = 10 \text{ m/s}^2$ $t = 0,2 \text{ s}$,
Topish kerak: $\Delta E_k = ?$

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

$$\Delta E_k = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = \frac{0,5 \cdot (5^2 - 3^2)}{2} = 4 \text{ J}$$

Javob: 4J

4. Havoning qarshiligini hisobga olmaganda 20 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otilgan, massasi 125 g bo'lgan jismning 2 s dan keyingi potensial energiyasi nimaga teng bo'ladi?

Berilgan: $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $m = 125 \text{ g}$, $t = 2 \text{ s}$, **Topish kerak:** $E_p = ?$

Yechish: ma'lumki og'irlik kuchi ta'siri ostidagi jismning potensial energiyasi $E_t = m \cdot g \cdot h$ ifoda yordamida aniqlanadi. Yuqoriga otilgan jismning t vaqtdan keyingi ko'tarilish balandligini $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ tenglik yordamida aniqlaymiz. Bu tenglikni energiya ifodasiga qo'yib, jism potensial energiyasining qiymatini hisoblaymiz:

$$E_p = mg \left(v_0 t - \frac{gt^2}{2} \right) = 0,125 \cdot 9,81 \cdot \left(20 \cdot 2 - \frac{9,81 \cdot 2^2}{2} \right) = 25J$$

5. Yuk osilgan prujina 2 sm ga cho‘zilganda 0,5J potentsial energiya olgan bo‘lsa, prujinaga osilgan yuk, massasini aniqlang.

Berilgan: $\Delta x = 2 \text{ sm} = 0,02m$, $E_p = 0,5 \text{ J}$, **Topish kerak:** $m = ?$

Yechish: prujinaga yuk osilishi natijasida deformatsiyanaladi va u olgan potentsial energiya: $E_p = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2} = \frac{F_{el} \cdot \Delta x}{2}$.

Bunda $F_{el} = k \cdot \Delta x$ bo‘lib prujina x masofaga cho‘zilganda yuzaga keladigan elastiklik kuchi, bu kuch prujinaga osilgan yukning og‘irlik kuchiga teng bo‘ladi: $F_{el} = m \cdot g$. Bu

tenglikni energiya ifodasiga qo‘yamiz: $E_p = \frac{mg \cdot \Delta x}{2}$, bundan $m = \frac{2E_p}{g \cdot \Delta x} = \frac{2 \cdot 0,5J}{9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,02m} = 5,1kg$

6. Jism yuqoriga vertikal 18 m/s tezlik bilan otildi. Qanday balandlikda jismning kinetik energiyasi uning potentsial energiyasidan ikki marta katta?

Berilgan: $v_0 = 18 \text{ m/s}$ $E_k = 2E_p$, **Topish kerak:** $h = ?$

Yechish: : Boshlang‘ich vaziyatda jism faqat kinetik energiyaga ega bo‘ladi: $E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$. Kinetik energiyaning

bu qiymati eng katta qiymat bo‘lib, u to‘liq mexanik energiyaning qiymatiga teng bo‘ladi: $E_t = E_0$. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan to‘liq mexanik energiyaning qiymati ixtiyoriy daqiqada o‘zgarmas saqlanadi va u qaralayotgan vaziyatdagi kinetik va potentsial energiyalarning yig‘indisiga teng bo‘ladi: $E_t = E_k + E_p$ Masalaning

shartiga asosan: $E_t = 2E_p + E_p = 3E_p = 3mgh$. Boshlang'ich vaziyatni inobatga olib yozamiz: $3mgh = \frac{mv_0^2}{2}$ bu ifodadan:

$$h = \frac{v_0^2}{6g} = \frac{18^2 (m/s)^2}{6 \cdot 9,81 m/s^2} = 5,5 m$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar 8 kg massali jismning impulsi $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ bo'lsa, uning kinetik energiyasini hisoblang. **(4 J)**

2. Tinch turgan aravadagi odam massasi 8 kg bo'lgan toshni 5 m/s tezlik bilan gorizontol yo'nalishda oldinga tomon uloqtirdi. Odamning arava bilan birgalikdagi massasi 160 kg bo'lsa, toshni uloqtirishda odam bajargan ishni toping. **(105 J)**

3. Tennis to'pi raketkaga 15 m/s tezlik bilan urilib, 20 m/s tezlik bilan qaytdi. Bu jarayonda to'pning kinetik energiyasi 10 J ga o'zgardi. To'p impulsi o'zgarishining modulini aniqlang. **(4 kg·m/s)**

4. Massasi 10 kg bo'lgan snaryad stvolda 0,01 s harakatlanib, 600 m/s maksimal tezlikka erishdi. Porox gazining o'rtacha ta'sir kuchini hisoblab toping. **(600 kN)**

5. Agar ma'lum balandlikdan tushayotgan, massasi 2 kg bo'lgan jism havo qarshiligini yengishda 56 J ish bajarib, yerga 8 m/s tezlik bilan tushgan bo'lsa, jism qanday balandlikdan tushgan? **(6 m)**

6. Massasi 200g bo'lgan jism gorizontga burchak ostida otildi. Jism 4s davomida uchib, 40m masofaga borib tushdi. Jism otilishida qanday ish bajarilgan? **(50J)**

7. Prujinani 1 sm ga siqish uchun 25 kN ko'ch zarur bo'lsa, 5 s da 4 sm ga siqish uchun qancha quvvat talab qilinadi. **(400 W)**

8. Bikrliklari 0,5 kN/m va 1 kN/m bo'lgan ikkita prujina ketma-ket ulangan. Agar deformatsiya natijasida birinchi prujina 2 sm ga cho'zilgan bo'lsa, prujinalar potensial energiyalarining nisbatini aniqlang. **(2)**

9. Massasi 1 kg bo'lgan raketa 400 g porox bilan zaryadlandi. U 500 m balandlikka vertikal ko'tarildi. Porox bir onda portladi deb hisoblab, gazning chiqish tezligi qancha-ga teng bo'ladi? **(250 m/s)**

10. Havoning qarshiligi bo'lmaganda v_0 boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga otilgan jismning kinetik energiyasi qanday balandlikda potensial energiyasining yarmiga teng? **($v_0^2/3$ g)**

11. Massasi 1 kg va tezligi 2 m/s bo'lgan jism bikrligi 400 N/m bo'lgan prujinaga urilib, xuddi shunday tezlikda qaytdi. Bunda prujina qancha siqilgan? **(10 sm)**

12. 6 kg massali chana, balandligi 10 m bo'lgan tepalikdan sirpanib tushib, gorizontal joyda to'xtadi. Chanani o'sha trayektoriya bo'ylab tepalikka olib chiqishda, kamida qancha ish bajariladi? **(1200 J)**

13. Massalari 1 kg va 2 kg bo'lgan noelastik sharlar bir-biriga tomon mos ravishda 1 m/s va 2 m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. To'qnashgandan keyin sistema kinetik energiyasining o'zgarishini toping. **(3 J ga kamayadi)**

14. Massasi m bo'lgan u tezlik bilan harakatlanayotgan sharcha massasi $2m$ va tinch turgan sharcha bilan noelastik to'qnashdi. Bunda shar energiyasining qancha qismi ichki energiyaga aylanadi? **(8/9)**

15. Yuqoriga vertikal otilgan jismning 60 m balandlikdagi kinetik energiyasi shu nuqtadagi potensial energiyasining uchdan bir qismiga teng. Jism qanday boshlang'ich tezlik bilan otilgan? **(40m/s)**

16. Jism $2m$ uzunlikdagi ipga osilgan. Jismga qanday gorizontaal tezlik berilganda, u osilgan nuqta atrofida vertikal aylanadi? **(10 m/s)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Quyida berilganlar orasidan qaysi biri energiyaning o'lchov birligi hisoblanadi?

A) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ B) $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ C) $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$ D) $\text{s} \cdot \text{kg}/\text{m}^2$

2. Qaysi fizik kattalik barcha turdagi harakatlarning yagona umumiy o'lchovi hisoblanadi?

A) ish B) energiya C) kuch D) harakat miqdori (impuls)

3. 10 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan va 30 kg $\cdot$ m/s impuls ega bo'lgan jismning kinetik energiyasi nimaga teng (J)?

A) 150 B) 120 C) 300 D) 240

4. 72 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan, massasi 60 kg bo'lgan, meteoritning kinetik energiyasini hisoblab toping (kJ).

A) 50 B) 12 C) 10 D) 200

5. Massasi 1,25 kg bo'lgan jismning kinetik energiyasi 10 J. Uning impulsini toping ($\text{kg} \cdot \text{m/s}$).

A) 5 B) 10 C) 15 D) 25

6. Impulsi $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, kinetik energiyasi 90 J bo'lgan jismning massasini aniqlang (kg).

A) 5 B) 4 C) 2 D) 3

7. Agar jismning impuls p va tezligi v bo'lsa, uning kinetik energiyasi quyida keltirilgan ifodalarning qay biri bilan aniqlanadi?

A) $\frac{p \cdot v}{2}$ B) $2 \cdot p \cdot v$ C) $p \cdot v$ D) $p \cdot v^2$

8. v tezlik bilan devorga tik urilib qaytgan m massali jismning kinetik energiyasi to'rt marta kamaydi. To'qnashishdagi kuch impuls qanchaga teng bo'ladi?

A) $1,5mv$ B) $2mv$ C) mv D) $0,5mv$

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

A) 1,25 B) 1,5 C) 2 D) 3

10. Biror m massali sharcha gorizontaal sirtga erkin tushadi. Sirtga tegish vaqtida uning tezligi v . Agar sharchaning

tekislikka urilishi mutlaq qayishqoq (absolyut elastik) bo'lsa, sharcha impulsi o'zgarishi qanday?

A) mv B) $2mv$ C) $0,5 mv$ D) $4 mv$

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

A) $\frac{mv^2}{2}$ B) $\frac{mv^2}{4}$ C) $\frac{mv^2}{8}$ D) $\frac{mv^2}{16}$

12. Markazlari bitta to'g'ri chiziqda yotgan 4 ta bir xil o'lchamli va bir xil massali sharlar bir-biridan uncha katta bo'lmagan masofada joylashgan. Chetdagi sharga sharlarning markazlarini birlashtiruvchi chiziq bo'ylab yo'nalgan, 10 m/s tezlikka ega bulgan xuddi shunday shar uriladi. Sharlarning urilishini absolyut elastik deb hisoblab, oxirgi sharning tezligini toping (m/s).

A) 8 B) 2,5 C) 10 D) 5

13. 15 m/s tezlik bilan uchib kelayotgan, massasi 0,4 kg bo'lgan futbol to'pini darvazabon 0,1 s ichida ushlab to'xtatdi. Darvazabonning quvvatini (W) toping.

A) 1200 B) 900 C) 450 D) 1000

14. m massali aravacha v tezlik bilan harakatlanmoqda. U xuddi shunday massali tinch turgan aravacha bilan absolyut noelastik to'qnashadi. Ularning to'qnashgandan keyingi kinetik energiyalari qanchaga kamayadi?

A) $\frac{mv^2}{2}$ B) $\frac{mv^2}{4}$ C) $\frac{mv^2}{8}$ D) $\frac{mv^2}{12}$

15. Massasi m bo'lgan sharcha l uzunlikdagi ipga osilgan. Agar uni muvozanat holatidan α burchakka og'dirib, qo'yib yuborilsa, u qanday maksimal kinetik energiyaga erishadi.

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

16. 2 kg massali jism 20 m/s tezlik bilan gorizontol otiladi. 3 sekunddan keyin jismning kinetik energiyasi nimaga teng bo'ladi (J)?

- A) 400 B) 1200 C) 1300 D) 2600

17. Po'kak shar suv ustiga qalqib chiqqanda va po'kak shar suvga cho'kkan hollarda "shar-suyuqlik" sistemasining potensial energiyalari qanday o'zgaradi?

- A) ikkala holda ham ortadi
B) birinchi holda ortadi, ikkinchi holda kamayadi
C) ikkala holda ham kamayadi
D) birinchi holda kamayadi, ikkinchi holda ortadi

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

- A) o'zgarmaydi B) kamayadi
C) ortadi D) ipning uzunligiga bog'liq

19. Turli balandlikka ko'tarilgan har xil massali 2 jism bir xil potensial energiyaga ega bo'lishi mumkinmi? Qanday shart bajarilganda teng bo'ladi? Agar

- 1) $m_1 > m_2$, $h_2 > h_1$ bo'lsa va $m_1/m_2 = h_2/h_1$ bo'lganda;
2) $m_2 > m_1$, $h_1 > h_2$ bo'lsa va $m_1/m_2 = h_2/h_1$ bo'lganda;
3) $m_1 > m_2$, $h_1 > h_2$ bo'lsa va $m_1/m_2 = h_1/h_2$ bo'lganda;
4) $m_2 > m_1$, $h_2 > h_1$ bo'lsa va $m_1/m_2 = h_1/h_2$ bo'lganda;
A) 1;2 B) 2;3 C) 3;4 D) 1;3

20. Gorizontaal sirtida yotgan metall shar sovitilsa, uning potentsial energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi B) kamayadi
C) ortadi D) Javob sharning moddasiga bog'liq.

21. Deformatsiya kattaligi 3 marta ortganda, elastik deformatsiyalangan jismning potentsial energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi B) 3 marta ortadi
C) 9 marta ortadi D) 27 marta ortadi

22. Tik yuqoriga otilgan jismning to'liq mexanik energiyasi qachon eng kichik qiymatga ega bo'ladi? Havoning qarshiligi hisobga olinsin.

- A) boshlangich paytda
B) traektoriyaning eng yuqori nuqtasida
C) yerga tegish paytida
D) ko'tarilish balandligining yarmidan o'tayotgan paytda

23. Bikrligi 100 N/m bo'lgan prujinaga 200 N kuch ta'sir qilmoqda. Uning potentsial energiyasini toping (J).

- A) 2000 B) 1000 C) 200 D) 100

24. 20 kg massali yuk ta'sirida prujina 2 sm ga cho'zilgan. Prujinaning potentsial energiyasini toping.

- A) 2 J B) 4 J C) $0,2 \text{ J}$ D) $0,4 \text{ J}$

25. Uzunligi 5 sm bo'lgan prujina 40 N kuch ta'sirida 1 sm ga cho'zilsa, prujinaning potentsial energiyasini toping (J).

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

26. Gorizontga qiya otilgan jismning to'liq mexanik energiyasi trayektoriyaning qaysi nuqtasida eng katta bo'ladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

- A) boshlang'ich nuqtada B) oxirgi nuqtada
C) eng yuqori nuqtada
D) hamma nuqталarda bir xil qiymatga ega

27. Agar m massali sharcha v_0 boshlang'ich tezlik bilan yer sirtidan yuqoriga vertikal otilgan bo'lsa, qanday balandlikda uning kinetik va potensial energiyalari teng bo'ladi?

- A) eng yuqori ko'tarilish nuqtasida
- B) ko'tarilish balandligining yarmida
- C) bunday bo'lishi mumkin emas
- D) ko'tarilishning eng pastki nuqtasida

28. Tik yuqoriga v_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jismning potensial va kinetik energiyalari qanday balandlikda tenglashadi?

- A) $\frac{v_0^2}{3g}$ B) $\frac{v_0^2}{g}$ C) $\frac{v_0^2}{4g}$ D) $\frac{v_0^2}{4g}$

29. h balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning kinetik energiyasi yerdan qanday balandlikda potensial energiyasidan 3 marta katta bo'ladi?

- A) $\frac{2h}{3}$ B) $\frac{h}{3}$ C) $\frac{h}{4}$ D) $\frac{h}{2}$

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

- A) 1000 B) 500 C) 100 D) 10

31. 250 g massali tosh yuqoriga tik otilganda, 20 m balandlikkacha ko'tarildi. Tosh qanday eng katta kinetik energiyaga ega bo'ladi (J)?

- A) 120 B) 70 C) 50 D) 60

32. Jism 20 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qanday balandlikda uning potensial va kinetik energiyalari teng bo'ladi (m)?

- A) 4 B) 5 C) 10 D) 3,5

33. Jism yuqoriga vertikal 15 m/s tezlik bilan otildi. Qanday balandlikda jismning kinetik energiyasi potensial energiyaning yarmiga teng bo'ladi (m)?

A) 7,5 B) 60 C) 45 D) 30

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

A) $\sqrt{gh/2}$ B) $\sqrt{gh}$ C) $\sqrt{2gh}$ D) $\sqrt{4gh}$

35. Agar 22 m balandlikdan yuqoriga vertikal otilgan 500 g massali jismning boshlang'ich kinetik energiyasi 50 J bo'lsa, u yer sirtidan qanday balandlikka ko'tariladi.

A) 30 m B) 32 m C) 25 m D) 24 m

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

A) 120 B) 160 C) 240 D) 64

37. Yerdan 100 m balandlikdan massasi 30 kg bo'lgan yuk qor uyumi ustiga tashlandi. Qorga tegish vaqtida yukning tezligi 40 m/s bo'lsa, havoning qarshiligini engish uchun qancha ish bajarilgan (kJ)?

A) 12 B) 24 C) 6 D) 26

38. Poldan 2,2 m balandlikdan pastga vertikal otilgan jism polga absolyut elastik urilishi natijasida 7,2 m balandlikka sakradi. U qanday boshlang'ich tezlik bilan pastga otilgan?

A) 10 m/s B) 4,4 m/s C) 5 m/s D) 7,7 m/s

39. O'q yengil sterjenga osilgan sharga tegib, unga tiqilib qoldi. Bunda sterjen vertikalidan 60° burchakka og'adi.

Agar shar massasi o'q massasidan 100 marta katta va sterjen osilgan nuqtadan shar markazigacha bo'lgan masofa 1,6 m bo'lsa, o'qning tezligi necha m/s bo'lgan? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) 160 B) 316 C) 404 D) 240

40. Boshlangich tezliksiz h balandlikdan erkin tushayotgan jismning potentsial energiyasi yerdan qanday balandlikda kinetik energiyasidan 3 marta katta?

A) $h/3$ B) $h/2$ C) $h/4$ D) $3h/4$

41. Massasi 4 kg bo'lgan tosh gorizontga nisbatan burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otildi. Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasida toshning to'liq energiyasini aniqang (J). Havoning qarshiligini hisobga olmang.

A) 50 B) 200 C) 100 D) 250

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

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

43. 1600 kg massali avtomobil 5 m/s tezlik bilan kelib, devorga urildi. Urilish natijasida oldingi buferining prujinasi 4 sm ga deformatsiyalandi. Prujinaning bikrligini toping (N/m).

A) $2 \cdot 10^6$ B) $2,5 \cdot 10^7$ C) $2 \cdot 10^5$ D) $1 \cdot 10^7$

44. d qalinlikdagi taxtaga o'q u tezlik bilan tik kelib urildi. Agar taxta o'qning harakatiga F kuch bilan qarshilik ko'rsatsa, shu taxtani teshib o'tish uchun o'qning tezligi qanday bo'lishi kerak?

A) $v \geq \sqrt{\frac{2dF}{m}}$ B) $v \geq \sqrt{\frac{dF}{2m}}$ C) $v \geq \sqrt{\frac{dF}{m}}$ D) $v \geq \sqrt{\frac{2d}{Fm}}$

45. Vertikal devorga gorizontaal mahkamlangan, bikrligi k bo'lgan prujinaga m massali sharcha v tezlikda kelib urildi. Prujina deformatsiyasining kattaligini toping.

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

46. Gorizontaal yo'lda 20 m/s tezlik bilan ketayotgan 500 kg massali avtomobil tormozlanganda, uning kolodkalarida qancha issiqlik miqdori ajraladi (kJ)?

A) 300 B) 100 C) 200 D) 400

47. Agar 8 m balandlikdan yerga erkin tushgan to'p yer bilan to'qnashish natijasida 25% energiyasini yo'qotsa, u yerdan qanday balandlikka (m) sakraydi.

A) 6 B) 2 C) 4,8 D) 3,2

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

A) 2 B) 4 C) 25 D) 48

49. 80 kg massali chana tepalikdan sirpanib tushib, tepalik oxirida 6 m/s tezlikka erishdi. Agar tushish vaqtida uning 4960 J energiyasi issiqlikka aylangan bo'lsa, u qanday balandlikdan tushgan?

A) 5m B) 8m C) 9m D) 6 m

50. Harakatlanayotgan shar xuddi shunday massali tinch turgan sharga kelib urilganidan keyin sharlar bir butundek harakatlanadi. Bunda mexanik energiya qancha qismi ichki energiyaga aylanadi?

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

51. Elektropoyezdning tokni uzish paytida tezligi 20 m/s bo'lgan. Agar tormoz ishga tushirilmasa, gorizontallik yo'lda to'xtaguncha poyezd qancha masofani bosib o'tadi? Ishqalanish koeffitsiyenti 0,005.

A) 4 km B) 5 km C) 6 km D) 8 km

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

A) 20 B) 10 C) 5 D) 15

53. Massasi 0,2 kg bo'lgan jism gorizontga nisbatan 60° burchak ostida 8m/s tezlik bilan otildi. Jism harakatlanish paytida qanday eng kichik kinetik energiyaga ega bo'ladi (J)? Havoning qarshiligini hisobga olmag.

A) 1,6 B) 2,4 C) 0,8 D) 1,5

54. Massasi 250g bo'lgan jism 25m/s tezlik bilan vertikal tik yuqoriga otildi. Jism 1,5s dan song qanday kinetik energiyaga ega bo'ladi (J)? Havoning qarshiligini hisobga olmag.

A) 8 B) 16 C) 25 D) 12,5

55. Bikrligi 250 N/m bo'lgan prujinani 3sm dan 4sm gacha cho'zishda bajarilgan ish, uni 6 sm dan 8 sm gacha cho'zishda bajarilgan ishdan necha marta kichik bo'ladi?

A) 3 B) 2,5 C) 4 D) 3,6

56. Massasi 12 kg bo'lgan jism gorizont bilan 30o burchak hosil qilgan 10m uzunlikdagi qiya tekislik uchiga olib chiqildi. Jism qiya tekislik uchida qanday potensial energiyaga (J) ega bo'ladi?

A) 400 B) 600 C) 900 D) 750

57. Massasi 6kg bo'lgan jism gorizont bilan 30° burchak hosil qilgan qiya tekislik uchiga olib chiqildi. Jism qiya tekislik uchida qanday potentsial energiyaga ega bo'ladi (J)? Qiya tekislikning uzunligi 10m ga teng. Qiya tekislik asosidagi potentsial energiyani nolga teng deb oling.

A) 180 B) 240 C) 200 D) 300

58. Massasi 400g bo'lgan jism 80m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tashlab yuborildi? Jism yer sirtiga 30m/s tezlik bilan urilgan bo'lsa, havoning qarshilik kuchi qanday ish bajargan (J)?

A) 140 B) 120 D) 180 D) 70

59. Ballistik to'poncha prujinasi x ga siqilganda sharcha u tezlik bilan otilib chiqadi. Agar prugina $2,25x$ ga siqilsa sharcha qanday tezlik bilan otilib chiqadi?

A) 6,25 u B) 1,25 u C) 1,5 u D) 2,25 u

IV BOB. STATIKA.

1. Statikaning asosiy vazifalari. Jismlarning muvozanatda bo'lish sharti

Mexanikaning kuchlar ta'siri ostida bo'lgan jismning yoki jismlar sistemasining muvozanatda bo'lishi shartlarini o'rganadigan bo'limi **statika** deyiladi.

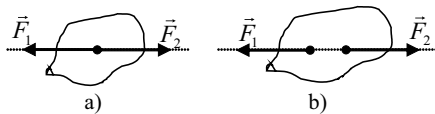
Statika grekcha «statos» so'zidan olingan bo'lib, lug'aviy manosi «qo'zg'almas» demakdir.

Tinch turgan biror jismga kuch ta'sir etganda u harakatga kelishi (tezlanish olishi) mumkin. Ba'zan jismga bir nechta kuch ta'sir qilishiga qaramay uning tinch holatda qolishi yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda ishtirok etishi mumkin.

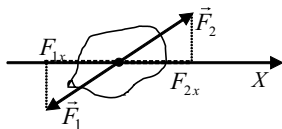
Jismning tinch turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan holatiga muvozanat holat deyiladi. Jism muvozanatining eng oddiy holatlarini quyida keltiramiz.

1. Tinch turgan aylanmaydigan jismning biron bir nuqtasiga bir vaqtda kattalik jihatdan teng va bir to'g'ri chiziqda yotgan qarama - qarshi yo'nalgan ikki kuch ta'sir etsa, jism tezlanish olmaydi va o'zining tinch (muvozanat) holatini saqlaydi (50-a rasm).

2. Tinch turgan aylanmaydigan jismning bir to'g'ri chiziqda yotgan ikki nuqtasiga bir vaqtda kattalik jihatdan teng va qarama - qarshi yo'nalgan ikki kuch ta'sir etsa, bu jism o'zining tinch (muvozanat) holatini saqlaydi (50-b rasm).



50-rasm



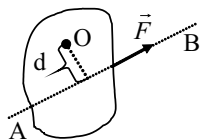
51-rasm

Kuchning aylantiruvchi ta'siri. Kuch momenti. Kuch yelkasi.

Jismga ta'sir qilayotgan kuchning aylantiruvchi ta'sirini

kattalik jihatdan tavsiflash uchun **kuch momenti** (M) deb ataluvchi fizik kattalik qabul qilingan. Agar F kuchning momentini M harfi bilan, aylanish o'qidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan eng qisqa masofa (yoki aylanish o'qidan kuchning ta'sir chizig'iga tushirilgan perpendikulyar) ni d harfi bilan belgilasak, u holda $\vec{F}$ kuchning momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$M = F \cdot d \quad (2)$$



52-rasm

bunda d – kuch yelkasi deb ataladi. Kuch momenti vektor kattalik bo'lib, uning XBS dagi o'lchov birligi sifatida $N \cdot m$ qabul qilingan. Lekin kuch momentining birligi, ya'ni $1 N \cdot m$ ni J (Joul) deb atash qabul qilinmagan. $\vec{F}$ kuchning ta'sir chizig'i AB punktir chizig'i bilan tasvirlangan (52-rasm).

Jism o'z-o'zidan aylanma harakatga kelmaydi. Uni aylanma harakatga keltirish uchun, unga biror kuch ta'sir qilishi kerak. Agar jismga ta'sir qilayotgan kuchning ta'sir chizig'i aylanish o'qidan o'tmasa bu kuch jismni aylanma harakatga keltiradi, agar jismga ta'sir qilayotgan kuchning ta'sir chizig'i aylanish o'qidan o'tsa, u holda bu kuch jismni aylantira olmaydi.

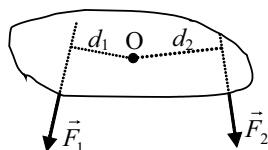
Aylanish o'qiga ega bo'lgan jism muvozanatda bo'lishi uchun unga ta'sir etuvchi kuchlar momentlarining vektor yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni.

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \dots = 0 \quad (3)$$

Bu xulosaga **momentlar qoidasi** deb yuritiladi. Jismni soat strelkasi yo'nalishida aylantiruvchi kuch momentlarining **ishorasi musbat** deb, soat strelkasiga teskari aylantiru-

vchi kuch momentlarining *ishorasi manfiy* deb qabul qilingan. Xususiyl holda aylanish o'qiga ega bo'lgan jismga $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsin (53-rasm).

Bu kuchlarning yelkalari mos ravishda d_1 va d_2 bo'lsa, ularning momentlari mos ravishda $M_1 = F_1 \cdot d_1$, $M_2 = F_2 \cdot d_2$ ga teng bo'ladi. $\vec{F}_1$ kuchning M_1 momenti jismni soat strelkasiga teskari yo'nalishda, $\vec{F}_2$

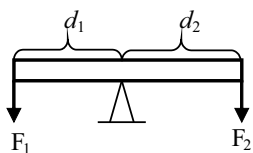


53-rasm

kuchning M_2 momenti jismni soat strelkasi yo'nalishda aylantiradi. Jism muvozanat vaziyatida bo'lishi uchun (3) ifodaga ko'ra bu kuchlar momentlarining yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$-M_1 + M_2 = 0 \text{ yoki } F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2. \quad (4)$$

Bu ifodaga ko'ra, modullari teng bo'lgan momentlarni katta kuch va kichik yelka hamda kichik yelka katta kuch yordamida hosil qilish mumkin. Kuch momentining bu xususiyati yelkalari teng bo'lmagan shayinli tarozilarda keng foydalaniladi. Aylanish o'qiga ega bo'lgan har qanday qattiq jism *richag* deyiladi. Richagning osilish nuqtasiga nisbatan $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlar momentlarining $M_1 = M_2$ shartida richag muvozanatda bo'ladi.



54-rasm

* Kuch momentlarini e'tiborga olgan holda jismning muvozanat sharti asosida vaznsiz (massasi kichik bo'lgan) richagning muvozanatda bo'lish shartini qaraylik. d_1 – F_1 kuchning yelkasi, d_2 – F_2 kuchning yelkasi (54-

rasm). Bundan richagning umumiy uzunligi $L = d_1 + d_2$ ga teng. Rasmdan ko'rinib turibdiki richagga qo'yilgan kuchlar richagni qarama-qarshi tomonlarga aylantiradi. Agar bu

kuchlarning momentlari $M_1 = F_1 \cdot d_1$ va $M_2 = F_2 \cdot d_2$ o'zaro teng bo'lsa, $M_1 = M_2$ richag muvozanatda bo'ladi, ya'ni:

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2. \quad (5)$$

Kuchlarning yelkalari quyidagi ifadalar yordamida topilishi mumkin:

$$d_1 = \frac{F_2}{F_1 + F_2} \cdot L; \quad d_2 = \frac{F_1}{F_1 + F_2} \cdot L \quad (6)$$

Agar richagning uchlariga m_1 va m_2 massali yuklar osilgan bo'lsa, richagning muvozanat sharti qo'yidagicha ifodalanadi:

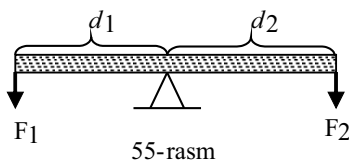
$$m_1 \cdot g \cdot d_1 = m_2 \cdot g \cdot d_2 \text{ yoki } m_1 \cdot d_1 = m_2 \cdot d_2 \quad (7)$$

Kuch yelkalari esa:

$$d_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \cdot L; \quad d_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot L \quad (8)$$

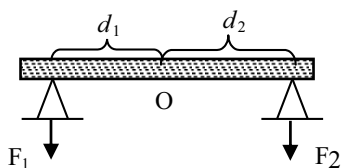
* Massasi m ga teng bo'lgan richagning (55-rasm) muvozanatda bo'lish sharti qo'yidagicha ifodalanadi:

$$mg \cdot (d_2 - d_1) = 2(F_1 d_1 - F_2 d_2) \quad (9)$$



* Massasi m bo'lgan richagning yelkalariga massalari m_1 va m_2 bo'lgan yuklar osilgan bo'lsa, muvozanat sharti qo'yidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m \cdot (d_2 - d_1) = 2(m_1 d_1 - m_2 d_2) \quad (10)$$



56-rasm

Agar richagning biror yelkasiga hech qanday tashqi kuch qo'yilmasa, masalan F_2 kuch mavjud bo'lmasa ($F_2 = 0$) u holda richakning muvozanatda bo'lish sharti:

$$mg \cdot (d_2 - d_1) = 2F_1 d_1 \quad (11)$$

* Ikkita tayanchga qo'yilgan jismning (56-rasm) tayanchlarga beradigan bosim kuchlari F_1 va F_2 larni topish. O nuqta jismning massa markazi, d_1 massa markazidan birinchi tayanchgacha, d_2 ikkinchi tayanchgacha bo'lgan masofa. m jismning masasi. Bosim kuchlarining yig'indisi jism og'irligiga teng bo'ladi:

$$mg = F_1 + F_2 \quad (12)$$

Bosim kuchlari esa qo'yidagi ifodalar yordamida topiladi:

$$F_1 = \frac{d_2}{d_1 + d_2} \cdot mg; \quad F_2 = \frac{d_1}{d_1 + d_2} \cdot mg \quad (13)$$

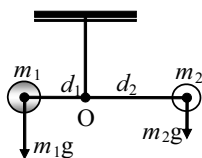
Massa (og'irlik) markazi: har bir jism uchun uni ilgariylanma harakatga keltiruvchi barcha kuchlarning ta'sir yo'nalishlari kesishadigan bitta nuqta jismda mavjud. Bu nuqta jismning massa (yoki og'irlik) markazidir. Jismga qo'yilgan kuchning ta'sir chizig'i massa markazidan o'tsa, jism ilgariylanma harakat qiladi, aksincha o'tmasa bu kuch jismni buradi.

Bir jinsli to'g'ri turtburchak va parallelogramm shaklidagi yassi jismning massa markazi uning diagonallarining kesishish nuqtasida, aylana, doira shaklidagi yassi hamda

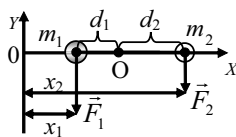
shar shaklidagi jismlarning massa markazi ularning simmetrik markazida bo‘ladi. Uchburchak shaklidagi yassi jismning massa markazi uning medianalari kesishish nuqtasida joylashgan bo‘ladi.

Ko‘pincha bir nechta jismlar o‘zaro bog‘lanib, bitta sistemani hosil qiladi. Jismlar sistemasining massa markazini topish usuli bilan tanishaylik. Soddalik uchun yengil qalamchaga birlashtirilgan massalari m_1 va m_2 bo‘lgan jismlar sistemasini qaraymiz.

Richagning muvozanatda turish shartiga asosan massa markazidan osilgan jismlar sistemasi gorizontal vaziyatda muvozanat holatida bo‘ladi. Sistemaning barcha massasi uning massalar markazida to‘planganligi uchun og‘irlik kuchining teng ta’sir etuvchisi ham jismlar sistemasining massa markazidan o‘tadi (57-rasm). Shuning uchun O nuqta jismlar sistemasining massa markazidan iborat bo‘ladi. Massa markazining koordinatasini



57-rasm



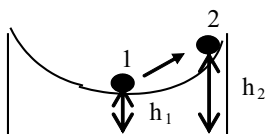
58-rasm

aniqlash uchun jismlarni birlashtiruvchi qalamcha bo‘ylab X o‘qini o‘tkazamiz (58-rasm). Massalari m_1 va m_2 bo‘lgan jismlarning $F_1 = m_1g$, va $F_2 = m_2g$ og‘irlik kuchlari momentlari richagning muvozanatda turish shartiga asosan $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$ o‘zaro teng bo‘ladi. 58-rasmdan $d_1 = x_m - x_1$ va $d_2 = x_2 - x_m$ bo‘lganligi uchun richagning muvozanatda turish shartini quyidagicha yozamiz:

$$m_1 \cdot (x_m - x_1) = m_2(x_2 - x_m) \quad (14)$$

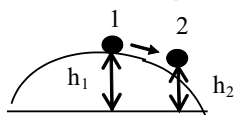
Bu ifodadan jismlar sistemasining massa markazini aniqlash uchun quyidagi tenglikka ega bo‘lamiz:

$$x_m = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2}{m_1 + m_2} \quad (15)$$



59-rasm

Qattiq jismning muvozanat turlari. Qattiq jism muvozanatining uch xil turi mavjud: turg‘un, turg‘unmas va befarq. **Jism muvozanat holatidan biroz og‘dirilganda uni muvozanat holatiga qaytaruvchi kuch yuzaga kelsa, bunday muvozanat turg‘un muvozanat deyiladi.** Botiq sirtida turgan jism, yengil ipga osilgan jismning muvozanati turg‘un muvozanatga misoldir. Turg‘un muvozanatni energetik nuqtayi nazaridan tahlil qilaylik. Sharchaning 1- va 2- holatini energetik nuqtayi nazardan baholaganimizda $E_1 < E_2$ bo‘ladi (59-rasm), Sharcha turgun muvozanat vaziyatida turganda, uning og‘irlik markazi har qanday qo‘shni vaziyatlardan pastda bo‘ladi. Demak, turg‘un muvozanat vaziyatida jism eng kichik potensial energiyaga ega bo‘lar ekan, ya’ni $E_p = \min$.



60-rasm

Jism muvozanat holatidan bir oz og‘dirilganda uning og‘ishini davom ettiruvchi kuch yuzaga kelsa, bunday muvozanat turg‘unmas muvozanat deyiladi. Qavariq sirtida turgan jismning muvozanati turg‘unmas muvozanatga misoldir (60-rasm). Sharchaning 1- va 2- holatini energetik nuqtayi nazardan baholaganimizda $E_1 > E_2$ bo‘ladi. Sharcha turg‘unmas muvozanat holatida turganda, uning og‘irlik markazi har qanday qo‘shni vaziyatlardan yuqorida turadi.. Demak, turg‘unmas muvozanat vaziyatida jism eng katta potensial energiyaga ega bo‘lar ekan, ya’ni $E_p = \max$. Shu

sababli jism turg'unmas muvozanat vaziyatidan chiqarilganida potensial energiyasi kamayadigan tomonga qarab harakat qiladi.

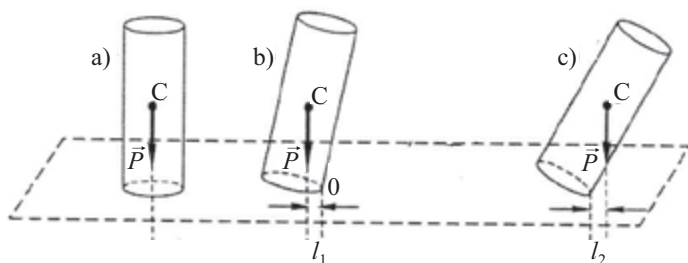


61-rasm

Muvozanat vaziyatidan chiqarilgan-da massa markazining vaziyati o'zgarmaydigan jismning muvozanati befarq muvozanat deyiladi. Gorizontaal

sirtida turgan jismning muvozanati befarq muvozanatga misoldir (61-rasm). Sharchaning 1- va 2- holatini energetik nuqtayi nazardan baholaganimizda $E_1 = E_2$ ekanligi aniq. Sharcha befarq muvozanat holatida turganda, uning og'irlik markazi har qanday qo'shni vaziyatlarida bir xilda bo'ladi. Demak, befarq muvozanat holatida jismning potensial energiyasi o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi, ya'ni $E_p = \text{const}$.

Muvozanatda turgan jismning tayanch nuqtasi singari, tayanch yuzasi ham muhim ahamiyatga egadir. 62-rasm-da silindr shakldagi jismning uch holati tasvirlangan. Silindrning sirtga tegib turgan yuzasi uning tayanch yuzasi bo'ladi. Tasvirlangan **birinchi holatda** (62-a rasm) jismning muvozanati turg'un bo'ladi. Bu holatda sirt tamonidan yuzaga kelgan reaksiya kuchi jismning og'irlik kuchini to'la muvozanatlaydi. Shuningdek, og'irlik markazidan o'tgan vertikal chiziq (og'irlik kuchining ta'sir chizig'i) tayanch yuzasining markazidan o'tganligi rasmda ko'rinib turibdi.



62-rasm

Ikkinchi holatda (62-b rasm) silindr biroz ogʻdirilgan. Bu holda ham ogʻirlik markazidan oʻtgan ogʻirlik kuchining taʼsir chizigʻi tayanch yuzasining ichidan oʻtganligi rasm-dan koʻrinib turibdi. Agar jism qoʻyib yuborilsa u daslabki vaziyatiga qaytadi. **Jismni muvozanat vaziyatidan chiqar-ganimizda ogʻirlik kuchining taʼsir chizigʻi, tayanch yuzasidan chiqib ketmasa uning muvozanati turgʻun, chiqib ketsa turgʻunmas muvozanat boʻladi.** Bu xulosa-ga tayanch yuzasiga ega boʻlgan jismning muvozanat sharti deb ataladi. Rasmdagi **uchinchi holatda** (62-c rasm) jism koʻproq ogʻdirilganligi sababli, uning dastlabki vaziyati-ga qaytmay yiqilganligini koʻramiz. Bunga sabab ogʻirlik kuchining taʼsir chizigʻi tayanch yuzasining tashqarisiga chiqib ketganligidir. Demak, jismning ogʻish burchagini oshirganimizda u turgʻun muvozanatdan turgʻunmas muvozanatga oʻtar ekan. Yuqori qavatli binolarni (telemino-ra) loyihalashda ularning muvozanatini turgʻun boʻlishiga katta eʼtibor beriladi. Chunki ular shamol, yerning qimir-lashi va boshqa sabablar tufayli muvozanat vaziyati atro-fida doim tebranib turadi. Tebranish jarayonida ogʻirlik ku-chining taʼsir chizigʻi tayanch yuzasidan chiqib ketmasligi uchun ularning tayanch yuzasi katta qilib, hamda ogʻirlik markazining balandligi yer sirtiga yaqinroq qilib ishlanadi.

Yuqoridagi xulosalarga koʻra, jism muvozanatda boʻli-shi uchun uning tayanch yuzasi katta va potensial energiya-si minimal boʻlishi zarur.

Nazorat uchun savollar

1. Kuchning aylantiruvchi taʼsiri qanday fizik kattalik bilan tavsiflanadi?

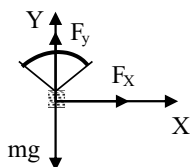
2. Kuchning taʼsir chizigʻi yoʻnalishi bilan uning aylantiruv-chi taʼsir chizigʻi orasida qanday bogʻlanish bor?

3. *Kuch yelkasi va kuch momenti deb nimaga aytiladi?*
4. *Momentlar qoidasini ta'riflang. Richagning muvozanat sharti nima?*
5. *Har qanday qattiq jismning muvozanat holatida bo'lishin- ing ikki shartini ta'riflang.*
6. *Qattiq jism muvozanatining qanday turlarini bilasiz? Ularning har birini izohlang.*
7. *Energiya nuqtayi nazaridan qanday bo'lganda jismning muvozanati turg'un bo'ladi?*
8. *Energiya nuqtayi nazaridan qanday bo'lganda jismning muvozanati turg'unmas bo'ladi?*
9. *Energiya nuqtayi nazaridan qanday bo'lganda jismning muvozanati befarq bo'ladi?*
10. *Jismning muvozanati bilan uning tayanch yuzasi orasida qanday bog'lanish bor?*

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Massasi 90 kg bo'lgan parashyutchiga sakrash boshida havoning qarshilik kuchi ta'sir qiladi. Bu kuchning koordinata X va Y o'qlaridagi proyeksiyalari 300 N va 500 N. Barcha kuchlarning teng ta'sir etuvchisini toping.

Berilgan: $m = 90$ kg, $F_x = 300$ N, $F_y = 500$ N, **Topish kerak:** $F = ?$



Yechish: parashyutchiga ta'sir etayotgan barcha kuchlarni yo'nalishini e'tiborga olgan holda qo'yib chiqamiz. Og'irlik kuchi mg va qarshilik kuchining vertikal tashkil etuvchisi (Y o'qi bo'yicha) F_y kuchlari o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, bu kuchlarning natijaviysi $F_1 = mg - F_y$ ga teng bo'ladi. $\vec{F}_1$ kuchning yo'nalishi og'irlik ko'chining yo'nalishi bilan bir xil bo'lib, X o'qiga perpendikulyardir. Jismga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning teng ta'sir etuvchisi:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_1^2} = \sqrt{F_x^2 + (mg - F_y)^2} = 500 N$$

Javob: $F = 500 \text{ N}$

2. Kuch yelkasi 40 sm bo'lgan jismning aylantiruvchi momenti $40 \text{ N} \cdot \text{m}$ ga teng. Jismni aylantiruvchi kuchni toping.

Berilgan: $d = 40 \text{ sm} = 0,4 \text{ m}$, $M = 40 \text{ N} \cdot \text{m}$, **Topish kerak:** $F = ?$

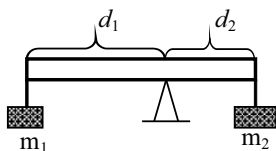
Yechish: jismning aylantiruvchi moment ta'rifga asosan:
 $M = F \cdot d$ ga teng. Bundan jismni aylantiruvchi kuch moduli

$$F = \frac{M}{d} = \frac{40 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,4 \text{ m}} = 100 \text{ N}$$
 ga tengligi kelib chiqadi.

Javob: $F = 100 \text{ N}$.

3. Richagning uzunligi 50 sm bo'lib uning bir uchiga 0,4 kg, ikkinchi uchiga 1,6 kg yuklar ilingan. Richag muvozanatda turishi uchun tayanch nuqtasi qayerda bo'lishi kerak

Berilgan: $L = 50 \text{ sm}$ $m_1 = 0,4 \text{ kg}$ $m_2 = 1,6 \text{ kg}$ **Topish kerak:** $d_1 = ?$, $d_2 = ?$



Yechish: masalaning shartiga asosan biz tayanch nuqtasidan yuk osilgan nuqtalargacha bo'lgan masofalar d_1 va d_2 larni topishimiz kerak. Bu masofalarni mavzudagi (8) ifodadan foydalangan holda hisoblashimiz mumkin:

$$d_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \cdot L = 0,4 \text{ m} \quad d_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot L = 0,1 \text{ m}$$

Javob: tayanch nuqtasi richagning uchlaridan $d_1 = 0,4 \text{ m}$; $d_2 = 0,1 \text{ m}$ masofalarda bo'lishi kerak.

4. Richag muvozanatda bo'lishi uchun, uning massasi M qanday bo'lishi kerak?

Berilgan: m yuk massasi, **Topish kerak:** $M = ?$



Yechish: richagning massasi M ni topish kerak. Uning faqat bir tomoniga m massali yuk osilgan, chap yelkaga mg ga teng bo'lgan kuch ta'sir qiladi, o'ng yelkaga esa hech qanday kuch ta'sir qilmaydi.

Richagning yelkalarini rasmda ko'rsatilgan katakchalar orqali aniqlaymiz: $d_1 = 1$ va $d_2 = 5$ birlikka teng. Mavzudagi (9) formulaga asosan richagning muvozanat bo'lish shartini yozamiz $Mg \cdot (d_2 - d_1) = 2(F_1 d_1 - F_2 d_2)$. Bunda $F_1 = mg$, $F_2 = 0$. U holda $M \cdot (d_2 - d_1) = 2m \cdot d_1$. Ushbu ifodadan richagning massasini topamiz:

$$M = \frac{2m \cdot d_1}{d_2 - d_1} = \frac{m}{2}$$

Javob: $M = \frac{m}{2}$.

5. Massasi 90 kg bo'lgan kishi FIK ti 0,75 bo'lgan qo'zg'luvchan blok yordamida eng ko'pi bilan qancha yukni ko'tara oladi?

Berilgan: $M = 90$ kg, $\eta = 0,75$, **Topish kerak:** $m = ?$

Yechish: massasi M bo'lgan kishi qo'zg'aluvchan blok yordamida ko'tarishi mumkin bo'lgan yuk massasini, blokning FIKi orqali quyidagicha ifodalaymiz: $m = \eta \cdot 2M$. Kattaliklarning qiymatlarini qo'yib $m = 0,75 \cdot 2 \cdot 90 \text{ kg} = 135 \text{ kg}$ ega bo'lamiz.

Javob: 135 kg

6. Uzunligi 1 m bo'lgan bir jinsli sterjenning uchi 8 sm kesib tashlandi. Sterjenning massa markazi qanchaga siljiydi?

Berilgan: $L = 1$ m, $l = 8$ sm, **Topish kerak:** $\Delta x = ?$

Yechish: Bir jinsli sterjenning massa markazi uzunlig-

ining yarmida joylashgan bo‘ladi. Agar uning bir uchidan l uzunlikdagi qismini kesib tashlasak uning massa markazi $\Delta x = l/2$ masofaga siljiydi: $\Delta x = l/2 = 4 \text{ sm}$.

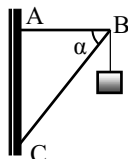
Javob: sterjenning massa markazi $\Delta x = 4 \text{ sm}$ ga siljiydi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Har biri 200 N dan bo‘lgan uchta kuchning teng ta’sir etuvchisini toping. Birinchi bilan ikkinchi va ikkinchi bilan uchinchi kuchlar orasidagi burchaklar 60° ga teng. **(400 N)**

2. Massasi 1,6 kg bo‘lgan yuk ipga osilgan. Yuk gorizontal yo‘nalgan 12 N kuch ta’siri yangi vaziyatga keltirildi. Ipning taranlik kuchini toping. **(20 N)**

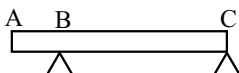
3. Agar $\alpha = 60^\circ$ bo‘lsa, massasi 3 kg bo‘lgan jismning AB va BC sterjenlarga ta’sir etayotgan kuchlarini toping. **(17,3 N; 34,6 N)**



4. Uzunligi 1 m bo‘lgan richagning bir uchiga 50 N, ikkinchi uchiga 200 N yuk osilgan. Richagni muvozanatga keltirish uchun tayanch nuqtani uning qaeriga o‘rnatish kerak? **(0,8 m; 0,2 m)**

5. Agar l uzunlikdagi sterjenni 450 g massali yuk osilgan uchidan $l/5$ masofada tayanchga qo‘ysak, u gorizontal holatda muvozanatda turadi. Sterjen massasi nimaga teng? **(300 g)**

6. Massasi 240 kg bo‘lgan bir jinsli balkani B va C nuqtalarda ikkita tayanch ko‘tarib turibdi. $AB = 2 \text{ m}$ va $BC = 8 \text{ m}$ bo‘lsa, B nuqtadagi va C nuqtadagi reaksiya kuchini hisoblab toping. **(1500 N; 900 N)**



7. Uzunligi 2,4 m va massasi 40 kg bo'lgan bir jinsli xoda ikki tayanchda yotibdi. Xodaning chap uchidan tayanchgacha bo'lgan masofa 0,1 m, xodaning o'ng uchidan o'ng tayanchgacha bo'lgan masofa 0,3 m. Xodaning o'ng tayanchga beradigan bosim kuchi qanday? **(220 N)**

8. Ikkita uchiga $m_1 = 5,5$ kg va $m_2 = 1$ kg yuklar osilgan l uzunlikdagi sterjen uchidan $l/5$ masofada qo'yilgan tayanch ustida muvozanatda turibdi. Sterjenning massasini toping. **(1 kg)**

9. Richag yordamida yuk uzun yelkaga qo'yilgan kuch bilan 8 sm ga ko'tarildi va bunda 184 J ish bajarildi. Agar kuch qo'yilgan nuqta 2 m pastga tushgan bo'lsa, yukning og'irligini va kuchning kattaligini hisoblab toping. **(2300 N; 92 N)**

10. 1250 kg massali va uzunligi 3 m bo'lgan to'sin uning uchlaridan bir xil masofada bo'lgan tayanchlarda yotibdi. Tayanchlar orasidagi masofa 2 m. to'sinning bir uchini qo'zg'atish uchun yuqoriga tik yo'nalgan qanday minimal kuch qo'yish kerak? **(5kN)**

11. Uzunligi 4 m bo'lgan bir xil ko'ndalang kesimli balkaning teng yarmi qo'rg'oshin va qolgan yarmi temirdan iborat. Balkaning og'irlik markazi balka uchlaridan qanday masofada joylashadi? $\rho_q = 11,3$ g/sm³ $\rho_t = 7,8$ g/sm³ ga teng. **(Qo'rg'oshin uchidan 1,8 m masofada)**

12. Og'irligi 3 kN, uzunligi 3 m bo'lgan va uchlari tayanchga qo'yilgan xodaga tayanchlardan biridan 1,2 m uzoqlikda 2 kN yuk osilgan. Tayanchlarga berilayotgan bosim kuchlari topilsin. **(2,3 kN; 2,7 kN)**

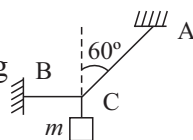
13. Ishchi arqonga 250 N kuch bilan ta'sir etib, ko'char blok yordamida yukni 20 m balandlikka ko'tardi. Bajarilgan ishni toping. (10 kJ)

Mavzuga doir test topshiriqlari.

1. Reaktiv samolyotga vertikal yo'nalishda 550 kN og'irlik kuchi va 555 kN ko'tarish kuchi, gorizontal yo'nalishda esa 162 kN tortish kuchi va havoning 150 kN qarshilik kuchi ta'sir qiladi. Teng ta'sir etuvchi kuchni toping (kN).

A) 13 B) 15 C) 12 D) 17

2. $m = 10$ kg massali yuk AC va BC iplarga rasmdagidek osilgan. AC ipning taranglik kuchini toping.

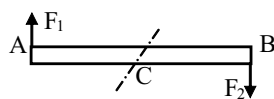


A) 200 N B) 100 N C) 10 D) 20 N

3. 40 N kuch ta'sirida eshik ochildi. Eshikni aylantiruvchi moment $20 \text{ N} \cdot \text{m}$ ga teng bo'lsa, eshikni ochuvchi kuch yelkasi nimaga teng (m)?

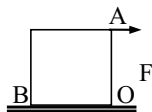
A) 0,5 B) 0,6 C) 0,4 D) 0,8

4. Quyidagi rasmda C aylanish o'qiga ega bo'lgan bir jinsli jism tasvirlangan. A va B nuqtalarga qo'yilgan miqdoran teng F_1 va F_2 kuchlar ta'sir etmoqda. Bunda B nuqta qanday harakat qiladi?



- A) soat strelkasi bo'ylab, aylanma
- B) soat strelkasiga teskari, aylanma
- C) yuqoriga, ilgarilanma
- D) harakatlanmaydi

5. 20 kg massali bir jinsli kub O nuqtada poldagi qirraga tiralgan. Kubning B chetini bir oz ko'tarish uchun A nuqtaga qanday gorizontal F kuch qo'yish kerak?



- A) 5 H B) 100 H C) 25 H D) 50 H

6. Sterjen yerda yotibdi. Sterjenning bir uchiga F kuch ta'sir etib, uni ko'tarish kerak. F kuchni sterjenning mg og'irlik kuchi bilan taqqoslang.

- A) $F < mg$ B) $F < mg$ C) $F > mg/2$ D) $F = mg$

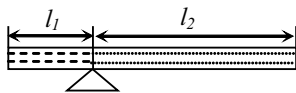
7. Yerda yotgan sterjenning bir uchidan 24 N kuch bilan ko'tarish mumkin bo'lsa, sterjenning massasini aniqlang (kg).

- A) 4,8 B) 1,2 C) 0,6 D) 3,6

8. Richagning to'la uzunligi 3 m. Uning bir uchiga osilgan 5 kg massali yuk ikkinchi uchiga osilgan 20 kg massali yuk bilan muvozanatda turishi uchun tayanch ikkinchi yukdan qanday masofada bo'lishi kerak (m)?

- A) 0,2 B) 0,3 C) 0,4 D) 0,6

9. Brusokning l_1 uzunlikdagi qismi qalaydan, va l_2 uzunlikdagi qismi yog'ochdan yasalgan.



Agar $l_1 = 20$ sm bo'lsa, brusok

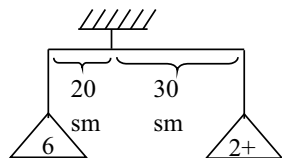
muvozanatda qolishi uchun l_2 qancha bo'lishi kerak (sm)? Qalayning zichligi $7,2 \text{ g/sm}^3$, yog'ochniki $0,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

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

10. Bir uchiga 200 g, ikkinchi uchiga 300 g yuk osilgan 1 m uzunlikdagi richag muvozanatda qolishi uchun uning uzun yelkasi necha sm bo'lishi kerak?

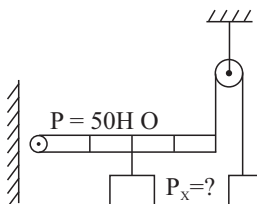
- A) 65 B) 60 C) 55 D) 70

11. Chizmada berilgan, yelkalari teng bo'lmagan tarozining muvozanatda bo'lishi uchun uning o'ng pallasiga qanday massali yuk qo'yiladi?



A) 2,5 kg B) 3 kg C) 2 kg D) 1 kg

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



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

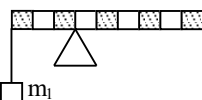
13. Richagning birinchi yelkasi ikkinchi yelkasidan 25% ga uzun. Richag muvozanatda bo'lishi uchun yelkalarga qo'yilgan kuchlar qanday munosabatda bo'lishi kerak?

A) $F_1 = 1,25F_2$ B) $F_2 = 1,25F_1$
C) $F_1 = F_2$ D) $F_1 = 1,5F_2$

14. Uchlaridan biriga massasi $1,2 \text{ kg}$ bo'lgan yuk mahkamlangan bir jinsli sterjenning yukli uchidan $1/5$ uzunligicha masofadagi nuqtasidan ko'tarilganda, u gorizontol holatda muvozanatda turadi. Sterjenning massasini toping (kg).

A) 1,2 B) 0,2 C) 0,8 D) 0,6

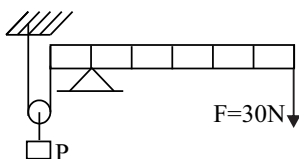
15. Quyidagi chizmada keltirilgan m massali bir jinsli balka tayanch ustida muvozanatda turishi uchun yukning massasi m_1 qancha bo'lishi kerak bo'ladi?



A) $\frac{m}{4}$ B) $\frac{m}{3}$ C) $\frac{2m}{3}$ D) $\frac{m}{2}$

16. Chizmada tasvirlangan qurilma yordamida qancha og'irlikdagi yukni ko'tarish mumkin?

- A) 300 N B) 30 N
C) 3000 N D) 60 N



17. Birinchisi tik turgan, ikkinchisi tekis yerda yotgan ikkita bir xil silindrning potentsial energiyalari teng. Silindrning balandligi asos radiusidan necha marta katta?

- A) bir xil B) 4 C) 3 D) 2

18. Massasi 80 kg bo'lgan kishi FIK ti 0,7 bo'lgan qo'zg'luvchan blok yordamida eng ko'pi bilan qancha yukni ko'tara oladi (kg)?

- A) 56 B) 112 C) 80 D) 94

19. Agar bir jinsli uzun sterjenning bir uchidan 60 sm qirqib olinsa, uning og'irlik markazi ikkinchi uchi tomon necha sm ga siljiydi?

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

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

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

21. Vaznsiz sterjen yordamida o'zaro mahkamlangan masalari 250 va 400 grammdan bo'lgan ikki shardan iborat sistemaning massa markazi yengil shardan qancha uzoqda bo'ladi (sm)? Shar markazlari orasidagi masofa 32,5 sm ga teng.

- A) 20 B) 17 C) 18 D) 25

22. Og'irligi 24 kN bo'lgan avtomobilning og'irlik markazi g'ildirak o'qlariga nisbatan 1:3 nisbatda bo'lsa, har bir juft g'ildirakning yo'lga bergan bosim kuchlarini toping (kN).

- A) 18; 6 B) 20; 4 C) 8; 16 D) 9; 15

23. 160 kg massali va uzunligi 5 m bo'lgan to'sin uning uchlaridan bir xil masofada bo'lgan tayanchlarda yotibdi. Tayanchlar orasidagi masofa 3 m. to'sinning bir uchini qo'zg'atish uchun yuqoriga tik yo'nalgan qanday minimal kuch qo'yish kerak?

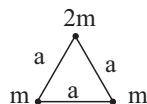
A) 600 B) 840 C) 420 D) 740

24. Uzunligi 6 m va massasi 300 kg bo'lgan bir jinsli xoda ikki tayanchda yotibdi. Xodaning chap uchidan tayanchgacha bo'lgan masofa 0,3 m, xodaning o'ng uchidan o'ng tayanchgacha bo'lgan masofa 0,7 m. Xodaning chap tayanchga beradigan bosim kuchi qanday (N)?

A) 900 B) 1200 C) 1380 D) 1650

25. Chizmadagi sistemaning og'irlik markazi $2m$ massali sharchadan qanday masofada yotadi?

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



26. Teng R radiusli ikkita po'lat va aluminiy sharlar bir-biriga tegib turgan nuqtasida biriktirib qo'yilgan. Sistemaning og'irlik markazi topilsin. $r_{\text{po'lat}} = 7,8 \text{ g/sm}^3$, $r_{\text{aluminium}} = 2,7 \text{ g/sm}^3$.

A) alyuminiy shar markazidan $0,51R$ masofada

B) po'lat shar markazidan $0,51R$ masofada

C) po'lat shar markazidan $0,29R$ masofada

D) alyuminiy shar markazidan $0,29R$ masofada

V BOB. SUYUQLIKLAR MEXANIKASI

1. Suyuqlik bosimi. Hidrostatik bosim.

Kuchning yuzaga ta'sirini miqdor jihatidan tavsiflash uchun «bosim» deb ataluvchi kattalik qabul qilingan. Yuzaga tik yo'nalgan F kuchning p bosimi shu kuchning moduliga to'g'ri, kuch ta'sir qilayotgan S yuza kattaligiga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$p = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Birlik yuzaga tik ta'sir etayotgan kuchga son jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka bosim deyiladi. Bosim skalyar kattalikdir. XBS da bosim birligi maxsus nomga ega bo'lib, Pa (Paskal) deb yuritiladi. (1) ifodadan foydalanib, bosimning o'lchov birligini chiqaramiz; $[p] = \frac{1N}{1m^2} = 1Pa$

Agar bosim va yuzaning qiymatlari berilgan bo'lsa, shu bosimning hosil qiluvchi kuchning moduli (1) ifodaga ko'ra : $F = p \cdot S$

Ba'zan kuch sirtga tik emas, balki biror burchak ostida ta'sir etishi mumkin (63-rasm). Bunday kuchning bosimini topish uchun F kuchni vertikal F_y va gorizontal F_x tashkil etuvchilarga ajratamiz. Bosim skalyar kattalik bo'lganligi uchun F kuchning bosimi uning vertikal va gorizontal tashkil etuvchilari bosimlarining arifmetik yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$p = p_x + p_y \quad (2)$$

Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi sirtga parallell yo'nalganligi uchun, u sirtga bosim bermaydi va natijaviy bosim quyidagicha hisoblanadi:

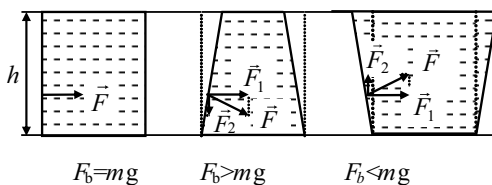
$$p = p_y = \frac{F_y}{S} = \frac{F \cdot \cos \alpha}{S} \quad (3)$$

Gidrostatik bosim. Qattiq jismlarda bosim kuch yoʻnali-shida uzatiladi. Suyuqlik va gazlarda bosimning uzatilish mexanizmi Paskal qonuniga koʻra quyidagicha izohlanadi: **berk idishda turgan suyuqlik yoki gazga berilgan bosim suyuqlik va gazning har bir nuqtasiga oʻzgarishsiz uza-tiladi.**

Idishga quyilgan suyuqlik oʻzining ogʻirligiga teng boʻlgan kuch bilan idish tubini bosadi. **Suyuqlikning ogʻirligi tufayli idish tubiga taʼsir qiladigan bosimi gidrostatik bosim deyiladi.** Suyuqlikning idish tubiga va devorlariga beradigan bosimni hisoblashni quyidagi mi-sol yordamida qarab chiqamiz. Devorlari vertikal, asosin-ing yuzi S boʻlgan idishga zichligi boʻlgan suyuqlik solin-gan boʻlsin. Idishdagi suyuqlik ustunining balandligi h ga teng boʻlsa, undagi suyuqlik massasi: $m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h$ Suyuqlikning idish tubiga taʼsir qiladigan gidrostatik bos-i mi (1) tenglikka koʻra quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \frac{F_{og'}}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{S} = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = \rho \cdot g \cdot h \quad (4)$$

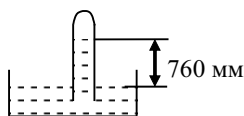
(4) ifodaga koʻra, **suyuqlikning idish tubiga beradi-gan gidrostatik bosimi idish shakliga bogʻliq boʻlmas-dan, balki suyuqlikning zichligi va suyuqlik ustunin-ing balandligi bilan aniqlanadi.** Ammo suyuqlikning idish tubiga taʼsir etadigan bosim kuchi idish shakliga bogʻliq boʻlar ekan. 64-rasmda asosining yuzalari va suyuqlik ustunining balandliklari bir xil, ammo shakl-lari turlicha boʻlgan idishlar tasvirlangan. 64-a rasmdagi



64-rasm

holatda suyuqlikning idish tubiga ta'sir etadigan bosim kuchi shu idishdagi suyuqlikning og'irligiga teng ($F_b = mg$). 64-b rasmdagi holatda suyuqlikning idish tubiga ta'sir etadigan bosim kuchi idishdagi suyuqlik og'irligidan katta ($F_b > mg$) va 64-c rasmdagi holatda suyuqlik og'irligidan kichik ($F_b < mg$) bo'ladi. **Bunga gidrostatik paradoks deyiladi.**

Atmosfera bosimi. Yer sirtini o'rab olgan havo qatlami atmosfera deyiladi. Atmosfera har xil gazlarning aralashmasidan iborat. Quruq havoning 78% ini azot, 21% ini kislorod, 0,9% ini argon va boshqa gazlar aralashmasi tashkil qiladi. Biz bu havo qobig'ini atmosfera deb ataymiz. Xuddi idish ichidagi suyuqlikning og'irligi tufayli gidrostatik bosim yuzaga kelganidek, havoning og'irligi tufayli atmosfera bosimi yuzaga keladi. Atmosfera bosimining mavjudligini 1643-yili Italyan olimi Torrichelli tajribada aniqlagan. U uzunligi 1 m, bir uchi berk bo'lgan shisha nayni simob bilan to'ldiradi. Ochiq uchini qattiq berkitib nayni simobli idishga to'ng'itadi va simob ichida nayning uchini ochadi. Bunda naydagi simobning bir qismi kosaga oqib tushganligini va qolgan qismining to'ng'itilgan qolganligini kuzatdi (65-rasm).



65-rasm

Naydagi simobning avval to'ng'itilib, keyin to'ng'itilgan qolish sababini tushintiramiz. Ma'lumki ochiq kosadagi simob sirti atmosfera bilan tutashgan. Shuning uchun atmosfera zarralari-

ning og'irligi tufayli kosadagi simob sirtiga vertikal pastga yo'nalgan atmosfera bosimi ta'sir qiladi. Bu bosim Paskal qonuniga asosan suyuqlik bo'ylab barcha yo'nalishda, jumladan, naydagi simob ustunining pastki asosiga ham o'zgarishsiz uzatiladi. Dastlab nay ichidagi simobning gidrostatik bosimi atmosfera bosimidan katta bo'ladi. Shu tufayli naydan simob oqib chiqa boshlaydi. Naydan simobning to'kilishi to'xtagan paytda, undagi qolgan simob ustuni gidrostatik bosimi kosadagi simob sirtiga ko'rsatilayotgan atmosfera bosimi bilan muvozanatlashgan bo'ladi. Simob ustuni balandligini o'lchab atmosfera bosimini aniqlanadi. Bu tajribadan atmosfera bosimi nayda to'kilmay qolgan balandlikdagi simob ustunining bosimiga teng degan mantiqiy xulosasi kelib chiqadi. Nayning yuqori uchida simobning to'kilishidan hosil bo'lgan bo'shliq "Torrichelli bo'shlig'i" deb ataladi.

Torrichelli chizg'ich yordamida naydagi to'kilmay qolgan simob ustunining balandligini o'lchadi. Agar tajriba 0°C haroratda dengiz (Boltiq dengizining) sathi balandligidagi joylarda o'tkazilsa naydagi to'kilmay qolgan simob ustunining balandligi o'rta hisobda 760 mm ga teng bo'ladi. Demak, normal atmosfera bosimining qiymati 760 mm simob ustunining bosimiga teng ekan.

Simobning zichligi $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3$ va balandligi $h = 0,76\text{m}$ bo'lgan simob ustunining gidrostatik bosimini hisoblaymiz:

$$P_{\text{atm}} = \rho \cdot g \cdot h = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76\text{m} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

1mm simob ustunining bosimini paskalda ifodalash uchun $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ni 760 ga bo'lish kerak, ya'ni 1 mm sim.

$$\text{ust} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{760} = 133,3 \text{ Pa} \text{ kelib chiqadi.}$$

Atmosfera bosimi ham *XBS* da Paskallarda o'lganadi. Lekin atmosfera bosimi haqida fikr yuritilganda o'lchov sistemasiga kirmagan millimetr simob ustuni deb ataladigan o'lchov birligi ham qo'llaniladi.

Odatda metrologlar tamonidan ob-havo ma'lumotini e'lon qilinganda, atmosferaning bosimini Paskalda emas mm simob ustunida aytiladi. Ob havoning o'zgarishi natijasida atmosfera bosimi ($1,013 \cdot 10^5 Pa$) atigi 50 – 60 Paskalga o'zgarishi uncha sezilarli bo'lmaydi. Atmosfera bosimini mm simob ustuni bilan ifodalasak, bosimning o'ziga o'zgarganligi sezilarli bo'ladi.

Yer sirtiga yaqin bo'lgan havo qatlamini uning ustida turgan havo qatlami bosadi. Shuningdek, Yer sirtiga yaqin turgan havo molekulalarini Yer o'ziga kuchliroq tortadi. Natijada atmosferaning quyi qatlamida havoning zichligi va bosimi yuqori qatlamlaridagi havoning zichligi va bosimiga nisbatan katta bo'ladi.

Atmosfera bosimi dengiz sathidan turlicha balandliklarda o'lchanganda, simob ustunining balandligi turlicha bo'lishligi tajribalarda kuzatilgan.

Yer sirtidan yuqoriga ko'tarilgan sari atmosfera bosimi kamayib boradi. Dengiz sathidan har 12 m balandlikka ko'tarilganda atmosfera bosimi o'rtacha 1 mm simob ustuniga kamayar ekan.

Dengiz sathiga nisbatan h balandlikda atmosfera bosimini qo'yidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$P = \left(760 - \frac{h}{12} \right) \text{mm.sim.ust.} \quad (5)$$

$$\text{Yoki} \quad P = \left(10^5 - \frac{h}{12} \cdot 133,3 \right) \text{Pa} \quad (6)$$

Berk idishdagi gazlarning yoki suyuqliklarning bosimi

manometrlar yordamida, atmosfera bosimi **barometrlar** yoki **aneroidlar** yordamida oʻlchanadi. Atmosfera bosimini oʻzgarishiga qarab balandlikni oʻlchaydigan asbobga **altmetrlar** deyiladi. Suyuqlik zichligini oʻlchaydigan asbobga **areometr** deyiladi.

Qoʻshimcha maʼlumot

* Suyuqlik quyilgan idishning usti ochiq boʻlsa, u holda h balandlikka ega boʻlgan suyuqlikning idish tubiga beradigan bosimi gidrostatik bosim (4) bilan atmosfera bosimining yigʻindisiga teng boʻladi:

$$P_{asos} = rgh + P_0 \quad (7)$$

Idishning yon devorlariga taʼsir etadigan bosim esa qoʻyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$P_{yon} = \frac{\rho gh}{2} + P_0 \quad (8)$$

* Suyuqlik quyilgan idishning usti yopiq boʻlsa, u holda h balandlikka ega boʻlgan suyuqlikning idish tubiga beradigan bosimi faqat gidrostatik bosimga teng boʻladi:

$$P_{asos} = rgh \quad (9)$$

Bu holda idishning yon devorlariga taʼsir etadigan bosim:

$$P_{yon} = \frac{\rho gh}{2} \quad (10)$$

* Suyuqlik solingan idish yuqoriga qarab a tezlanish bilan harakatlansa, suyuqlikning idish tubiga beradigan gidrostatik bosimi qoʻyidagicha oʻzgaradi:

$$P = \rho(g + a)h \quad (11)$$

agar a tezlanish bilan vertikal pastga harakatlansa:

$$P = \rho(g - a)h \quad (12)$$

Nazorat uchun savollar

1. Bosimni ta'riflab, formulasini va o'lchov birligini yozing.
2. Sirtga burchak ostida ta'sir qilayotgan kuchning bosimini hisoblash formulasini yozing.
3. Hidrostatik bosimni ta'riflab, uning formulasini keltirib chiqaring.
4. Usti ochiq suyuqlikning gidrostatik bosimi nimaga teng?
5. Suyuqlik va gazlar uchun Paskal qonunini ta'riflang.
6. Atmosfera nima? Uning takibi asosan qanday gazlardan tashkil topgan?
7. Torrichelli tajribasini aytib bering. Normal atmosfera bosimi nimaga teng?
8. Atmosferaning bosimi ko'tarilish balandligiga qarab o'zgarishini tushintiring.
9. Qanday asbob yordamida atmosfera bosimi o'lchanadi?

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Kerosin bilan to'ldirilgan bakning yon tomonida yuzasi 20 m^2 bo'lgan teshik bor. Teshikning markazi kerosin sathidan 3 m pastda. Teshik probka bilan mahkamlab qo'yilgan. Probkaga ta'sir etuvchi gidrostatik bosim kuchi nimaga teng? Kerosin zichligi 800 kg/m^3 .

Berilgan: $S = 20 \text{ m}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, $h = 3 \text{ m}$, $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$. **Topish kerak:** $F = ?$

Yechish: kerosin sathidan teshikkacha bo‘lgan masofa $h = 3$ m ga teng. Teshik sathida kerosin hosil qiladigan suyuqlik ustuninig bosimi $P = \rho gh$ ifoda bilan aniqlanadi. Ikkinchi tomondan ta’rifga asosan bosim $P = F/S$ ga teng. Bosimning bu ikki ifodasini o‘za tenglab: $\rho gh = F/S$ hosil bo‘lgan tenglikdan bosim kuchini topamiz: $F = \rho gh \cdot S = 48$

Javob: 48 N

2. Kub shaklidagi akvarium limmo-lim suv bilan to‘ldirilgan. Undagi suvning massasi 64 kg. Suvning akvarium tubiga bosimini hisoblab toping.

Berilgan: $m = 64$ kg, **Topish kerak:** $P = ?$

Yechish: zichlikni hisoblash ifodasiga ko‘ra, suvning massasi orqali uning hajmini aniqlaymiz:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{64 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$
 Akvarium kub shaklida bo‘lganligi sababli, uning chiziqli o‘lchamlarinaniqlashimiz mumkin: $V = a^3$, yoki $a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 0,4 \text{ m}$. Kubning barcha qirralari bir xil uzunlikka ega, demak kubdagi suv ustuninig balandligi $h = a = 0,4$ m ga teng. Suyuqlik ustuninig balandligini bilgan holda, uni idish tubiga beradigan bosimini aniqlaymiz: $p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,4 = 3924 \text{ Pa}$

3. Toshkent shahri dengiz sathidan o‘rtacha 407 m balandlikda joylashgan. Toshkent teleminorasining balandligi 385 m ga teng. Agar dengiz sathidagi atmosfera bosimi 760 mm sim.ust. ga teng bo‘lsa, minoraning uchida barometr qancha bosimni ko‘rsatadi?

Berilgan: $h_1 = 407$ m, $h_2 = 385$ m, $P_0 = 760 \text{ mm.sim.ust.}$, **Topish kerak:** $P = ?$

Yechish: teleminoraning uchi dengiz sathidan $h = h_1 + h_2 = 407 \text{ m} + 385 \text{ m} = 792 \text{ m}$ yuqorida. Uning uchidagi bosimni

mavzuda keltirilgan (6) ifoda yordamida hisoblaymiz:

$$P = \left(760 - \frac{h}{12} \right) = 760 - \frac{792}{12} = 694 \text{ mm.simob ust.}$$

Javob: 694 mm.sim.ust.ni ko'rsatadi.

4. Ko'ning qanday chuqurligidagi gidrostatik bosim atmosfera bosimidan 30 marta katta bo'ladi?

Berilgan: $P/P_0 = 30$, $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$, **Topish kerak:** $h = ?$

Yechish: masalaning shartidan kelib chiqqan holda h chuqurlikdagi gidrostatik bosimni atmosfera bosimi orqali ifodalaymiz: $P = 30 \cdot P_0$. h chuqurlikdagi gidrostatik bosim $P = \rho gh$ ifoda bilan aniqlanishini bilgan holda yuqoridagi munosabatni quyidagicha yozamiz: $\rho gh = 30 \cdot P_0$; bundan $h = 30 \cdot P_0 / \rho g = 300 \text{ m}$

Javob : 300 m

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Silindrsimon idishga massalari teng bo'lgan simob va suv qo'yiladi. Bunda suyuqliklar ustunining umumiy balandligi 29,2 sm bo'ldi. Shu ustunning idish tubiga berayotgan bosimini toping. Simobning zichligi $13,6 \text{ g/sm}^3$. **(5440 Pa)**

2. Ikkita silindr shaklidagi uzun shisha nayning biriga suv, ikkinchisiga kerosin quyildi. Agar suvning idish tubiga beradigan bosimi kerosin beradigan bosimdan ikki marta ko'p bo'lsa, suv ustuni balandligining kerosin ustuni balandligiga nisbati nimaga teng bo'ladi? $\rho_k = 800 \text{ kg/m}^3$. **(1,6)**

3. Suvning silindrik idish tubiga bosim kuchi uning yon sirtiga beradigan bosim kuchiga teng bo'lishi uchun suv to'ldirilgan, radiusi 10 sm li silindr idishning balandligi qancha bo'lishi kerak? **(10 sm)**

4. Ko'ldagi qanday chuqurlikda bosim normal atmosfera bosimidan 3 marta katta bo'ladi? (20 m)

5. Suv quyilgan temir chelak yuqoriga 2 m/s^2 tezlanish bilan ko'tarilmoqda. Agar chelakdagi suv ustunining balandligi 25 sm bo'lsa, chelak tubidagi bosimini aniqlang. (3 kPa)

Mavzuga doir test topshiriqlari

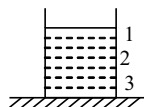
1. Paskal birligi keltirilgan birliklarning qaysi birining o'rniga ishlatilishi mumkin bo'ladi?

A) N/m B) N/m^2 C) $\text{N} \cdot \text{kg/s}^2$ D) $\text{N} \cdot \text{kg/s}$

2. Idishdagi suyuqlik yoki gazga tashqi kuchlar ostida berilayotgan bosim barcha yo'nalishlarda bir xilda uzatiladi. Bu...

A) Arximed qonuni B) Paskal qonuni
C) Bernulli qonuni D) Impulsiyning saqlanish qonuni

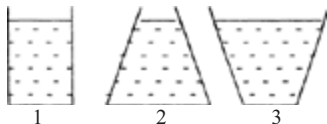
3. Idishga suv quyilgan. Rasmda ko'rsatilgan (1, 2, 3) nuqtalarning qaysi birida suv bosimi kattaroq bo'ladi?



A) 1 B) 2 C) 3

D) Hamma nuqtalarda bosim bir xil bo'ladi

4. Turlishakldagi uchta idishga bir jinsli suyuqlik bir xil balandlikda qo'yilgan. Idishlar tubiga bosimlar munosabati qanday?



A) $P_2 > P_1 < P_3$

B) $P_2 > P_1 > P_3$

C) $P_1 = P_2 = P_3$

D) $P_1 = P_2 < P_3$

5. Balandligi 4 m bo'lgan suv ustunining gidrostatik bosimini aniqlang (kPa).

A) 400 B) 40 C) 4 D) 35

6. Bosimning 2 mm sim ust. necha Pa ga teng? Simobning zichligi $13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

A) 280 B) 272 C) 253 D) 292

7. Dengizning qanday chuqurligida gidrostatik bosim 6 MPa ga teng?

A) 500m B) 290m C) 1000m D) 600m

8. Areometr yordamida qanday fizik kattalik o'lchanadi?

A) tezlik

B) tezlanish

C) suyuqlik zichligi

D) bosim

9. Normal sharoitda havosi so'rib olingan nayni simobga tushirilsa, simob atmosfera bosimi ta'sirida shu nay orqali 76 sm ko'tariladi. Shu nay suvga tushirilsa, suv qancha balandlikka ko'tariladi? $\rho_{\text{simob}} = 13,6 \text{ g/sm}^3$.

A) 9,8 m B) 8,5 m C) 10,33 m D) 12 m

10. Suyuqlikning idish tubiga beradigan bosimini hisoblash formulasini javoblardan ko'rsating.

A) $p = F \cdot S$

B) $p = \rho gh$

C) $p = mgh$

D) $p = mg$

11. Chizmada ko'rsatilgan ko'l tubidagi 1, 2 va 3 nuqtalardagi bosimlar o'zaro qanday munosabatda bo'ladi?

A) $P_1 = P_2 = P_3$

B) $P_1 < P_2 < P_3$

C) $P_2 > P_1 > P_3$

D) $P_1 + P_3 = P_2$

12. Normal sharoitda ko'ldagi qanday chuqurlikda bosim $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ bo'ladi (m)?

A) 60 B) 50 C) 40 D) 30

13. Asosining yuzi $0,3\text{m}^2$, balandligi 4m bo'lgan yog'och ustun tik holatda turganda yerga qanday bosim kuchi beradi(kN)? Yog'ochning zichligi 700kg/m^3 .

A) $6,2$ B) $8,4$ C) $7,2$ D) $3,6$

14. Og'zi butunlay ochiq idishdagi balandligi h bo'lgan suyuqlik qatlami idishning S yuzali yon devoriga qanday bosim kuchi bilan ta'sir qiladi? Suyuqlik zichligi ρ va atmosfera bosimi P_a ga teng.

A) $(\rho gh + P_a)S$ B) $P_a S$

C) $(P_a + \frac{\rho gh}{2})S$ D) $\rho gh S$

15. Silindrik shakldagi idishga qanday balandlikkacha (h) suv qo'yilganda, idish devorlariga ta'sir qiluvchi bosim kuchi idish asosiga ta'sir qiluvchi bosim kuchiga teng bo'ladi? Idish asosining radiusi R ga teng.

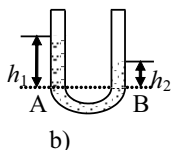
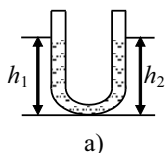
A) $h = R/3$ B) $h = R/2$ C) $h = R$ D) $h = 2R$

16. Suyuqlik solingan idish qopqog'i ochiq bo'lsa, idish tubiga suyuqlikning beradigan bosim kuchi nimaga teng bo'ladi? S – idish tubining yuzi, P_a – atmosfera bosimi.

A) $(\rho gh + P_a)S$ B) $P_a S$ C) $(P_a + \frac{\rho gh}{2})S$ D) $\rho gh S$

2. Tutash idishlar. Gidravlik press

Asoslari tutashgan ixtiyoriy shakldagi idishlarga **tutash idishlar** deyiladi. Tutash idishlarning biriga suyuqlik quyilsa, asosi orqali suyuqlik bir idishdan ikkinchisiga o'tadi. Tutash idishlarning biriga bir jinsli suyuqlik quyilsa, uning barcha idishlariga suyuqlik sirti bir xil balandlikka erishguncha oqib o'tadi. Har qanday shakldagi tutash idishlarda tinch holatda bo'lgan bir jinsli suyuqlikning erkin sirti bir xil balandlikda bo'ladi $h_1 = h_2$ (66-a, rasm).



66-rasm

Agar tutash idishlarga bir-biri bilan aralashmaydigan, zichliklari ρ_1 va ρ_2 bo'lgan turlicha suyuqliklar quyilsa, bu suyuqliklar muvozanatda

bo'lganda ularning satxlari bir xil balandlikda bo'lmaydi. Bunday holda idishlardagi suyuqlik ustunlarining balandliklari suyuqliklarni ajratib turuvchi AB tekislik sathidan boshlab o'lchanadi (66-b, rasm). AB tekislik ikki suyuqlikning ajralish sathi deb ataladi. AB sathdan pastda turgan suyuqlik bir jinslidir, shuning uchun bu sathda ikkala idishdagi gidrostatik bosim bir xil bo'ladi, ya'ni:

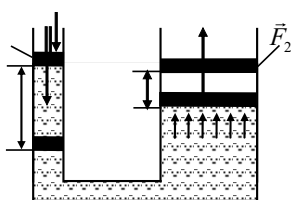
$$\rho_1 g \cdot h_1 = \rho_2 g \cdot h_2 \quad (1)$$

va bundan quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (2)$$

Bu ifoda yordamida tutash idishlar qonunini ta'riflaymiz: tutash idishlardagi turli suyuqliklarning muvozanat holatida suyuqliklarni ajratib turuvchi sathdan boshlab o'lchan-

adigan ustunlar balandliklari suyuqliklarning zichliklariga teskari proporsional bo‘ladi.



67 rasm

Gidravlik mashina (gidravlik press). Hidravlik mashina diametrlari har xil bo‘lgan, o‘zaro nay bilan tutashgan ikki silindr va ular ichida devorlariga jips tegib harakatlanadigan porshenlardan iborat (67-rasm). Kichik por-

shenlarning yuzasi S_1 va katta porshenning yuzasi S_2 bo‘lsin. Agar kichik porshenga kattaligi F_1 bo‘lgan kuch perpendikulyar yo‘nalishda pastga ta‘sir qilsa, suyuqlikda qo‘shimcha $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$ bosim yuzaga keladi. Bu qo‘shimcha bosim Paskal qonuniga ko‘ra ikkinchi porshenga uzliksiz uzatiladi. Natijada ikkinchi porshen tagida ham xuddi shunday bosim yuzaga keladi, ya‘ni $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$. Paskal qonuniga ko‘ra $p_1 = p_2$ va bundan quyidagi munosabatga ega bo‘lamiz:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \text{ yoki } \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} \quad (3)$$

(3) ifodaga ko‘ra, ishqalanish kuchi juda kichik bo‘lganda **gidravlik mashinada katta porshenining yuzi kichik porshenning yuzidan necha marta katta bo‘lsa, gidravlik mashina kuchdan shuncha marta yutuq beradi.** Demak, gidravlik mashina yordamida kichik porshenga kichik kuch ta‘sir qilib, katta porshendan katta kuch hosil qilish mumkin.

Agar porshenda F_{ish} – ishqalanish kuchi mavjud bo‘lsa, gidravlik mashinada kuchdan hosil bo‘lgan yutuq porshenlar yuzalari nisbati qiymatidan kichik bo‘ladi. Ishqalanish kuchini quyidagi ifoda yordamida aniqlash mumkin:

$$F_{ish} = \left(\frac{S_2}{S_1} - \frac{F_2}{F_1} \right) \cdot F_1 \quad (4)$$

F_1 kuch ta'sirida kichik porshen h_1 masofaga pastga siljisa ikkinchi idishdagi katta porshen h_2 masofaga yuqoriga ko'tariladi (2-rasm). Porshenlarning siljish masofalari nisbati ularning yuzalari nisbatiga ham, kuchlar nisbatiga ham teskari proporsional bo'ladi, ya'ni

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{S_2}{S_1} \text{ yoki } \frac{h_1}{h_2} = \frac{F_2}{F_1} \quad (5)$$

Demak, porshenlar yuzi bir-biridan necha marta farqlansa, gidravlik mashinada katta porshenning ko'chishi kichik porshenning ko'chishidan shuncha marta kichik bo'ladi.

Gidravlik pressning ishlash usulini energiya (ish) nuqtayi nazardan tahlil qilaylik. Agar porshenlarning yurgan yo'llari h_1 va h_2 bo'lsa, ularning bajargan ishlari mos ravishda

$$A_1 = F_1 h_1 \text{ va } A_2 = F_2 h_2$$

bo'ladi. Ishlarning nisbatini olaylik:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{F_1}{F_2} \frac{h_1}{h_2} = \frac{p_1 \cdot S_1 \cdot h_1}{p_2 \cdot S_2 \cdot h_2}$$

Chunki suyuqliklar amalda siqilmas bo'lganliklari uchun $S_1 h_1 = S_2 h_2$ bo'ladi. Demak, gidravlik press ham ishdan yutuq bermas ekan. Gidravlik pressda ham mexanikaning <<oltin qoidasi>> bajarilar ekan.

Nazorat uchun savollar

1. Tutash idishlar qonunini izohlang.
2. Qanday qurilmaga gidravlik press deyiladi? Uning ishlash prinsipini tushintiring.
3. Gidravlik pressga mexanikaning oltin qoidasini qo'llang.

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Idishdagi bosim 300 Pa ga o'zgarganda, unga ulangan suvli manometrning ochiq tirsagidagi suv sathi qanday masofaga siljiydi?

Berilgan: $\Delta P = 300$ Pa, **Topish kerak:** $h = ?$

Yechish: suv sathining o'zgarishi o'zining gidrostatik bosimi bilan ΔP – bosim o'zgarishini muvozanatlashi kerak. Shu sababli: $\rho gh = \Delta P$. Bu tenglikdan foydalangan holda suv sathi balandligini hisoblaymiz: $h = \Delta P / \rho g = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 3 \text{ sm}$

2. Tutash idishlarda qanday balandlikdagi kerosin ustuni 2 sm balandlikdagi simob ustunini muvozanatlay oladi ($\rho_k = 800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_s = 13600 \text{ kg/m}^3$)?

Berilgan: $h_s = 2 \text{ sm} = 0,02 \text{ m}$, $\rho_k = 800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_s = 13600 \text{ kg/m}^3$, **Topish kerak:** $h_k = ?$

Yechish: tutash idishlardagi kerosin va simob ustunlari balandliklari suyuqliklarning zichliklariga teskari proporsional bo'ladi: $\frac{h_k}{h_s} = \frac{\rho_s}{\rho_k}$. Bu tenglikdan kerosin

ustunining balandligini hisoblaymiz: $h_k = \frac{\rho_s}{\rho_k} \cdot h_s = 0,34 \text{ m}$

Javob: 0,34 m.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar simob solingan U-simon nayning bir tomoniga 27,2 sm balandlikda suv quyilsa, ikkinchi tomondagi simob sathi qanchaga ko'tariladi? Simobning zichligi 13600 kg/m^3 . **(1 sm)**

2. Asosining yuzi 1 m^2 bo'lgan silindrik idishdagi suv idish tubiga 20 kPa bosim bermoqda. Agar suvni yuzasi 10 marta katta bo'lgan idishga quysak, suv avvalgi bosimni berishi uchun 2-idishga qancha suv quyish kerak bo'ladi? **(1,8 kg)**

3. Gidravlik press katta porshenining yuzi 600 m^2 . Uning kichik porsheniga 160 N kuch bilan ta'sir qilib, og'irligi 12 kN bo'lgan yukni ko'tarishi uchun, kichik porshenning yuzi qancha bo'lishi kerak? **(8 m²)**

4. Gidravlik pressda kichik porshenning yuzi 3 m^2 , katta porshenning yuzi esa 300 m^2 . Kichik porshenga 600 N kuch ta'sir etsa, kattasida 54000 N kuch yuzaga keladi. Press porshenidagi ishqalanish kuchi nimaga teng? **(6 kN)**

5. Asosining yuzi $0,4 \text{ m}^2$ bo'lgan silindrik shakldagi idish tubi yuzasi 16 m^2 bo'lgan teshik tiqin bilan berkitilgan. Bu tiqin 12 N kuch ta'sirida teshikdan tashqariga sug'iriladi. Tiqin chiqib ketmasligi uchun, idishga qancha suv quyiladi? **(300 kg)**

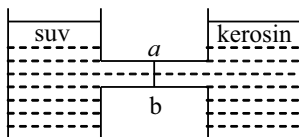
6. Gidravlik porshenning kichik porsheni 500 N kuch ta'sirida 8 sm pastga surildi. Agar katta porshen 2,5 sm ko'tarilsa katta porshen ostida qanday ko'taruvchi kuch yuzaga keladi? **(1600 N)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Tutash idish naylaridan biriga 10 sm balandlikkacha simob qo'yilgan. Ikkinchi nayda suv bor. Simob va suv ustunlari muvozanatda turgan bo'lsa, suv ustunining balandligini aniqlang (sm). $\rho_{\text{simob}} = 13,6 \text{ g/sm}^3$.

A) 68 B) 75 C) 136 D) 100

2. Chizmada ko'rsatilgandek, idishlarning biriga suv, ikkinchisiga kerosin quyilgan. Idishlar tutash joyida elastik parda bilan ajratilgan. Qaysi idish tubiga bosim kattaroq? Suyuqliklarni ajratuvchi elastik parda (ab) qaysi tomonga egiladi?



- A) $P_{\text{suv}} = P_{\text{k}}$, parda holati o'zgarmaydi
- B) $P_{\text{suv}} > P_{\text{k}}$, kerosin tomonga
- C) $P_{\text{suv}} > P_{\text{k}}$, suv tomonga
- D) $P_{\text{suv}} < P_{\text{k}}$, kerosin tomo

3. Porshenli nasos normal atmosfera bosimida kerosinni necha metrga ko'tarishi mumkin bo'ladi? ($\rho_{\text{kerosin}} = 800 \text{ kg/m}^3$).

A) 2,5m B) 10 m C) 12,5m D) 9m

4. Gidravlik presda kichik porshenning yuzi 5 sm^2 , katta porshenning yuzi esa 500 sm^2 . Kichik porshenga 400 N kuch ta'sir etsa, kattasida 36000 N kuch yuzaga keladi. Bu press kuchdan qancha yutuq beradi?

A) 100 B) 90 C) 10 D) 80

5. Gidravlik press kichik porshenining yuzi 8 sm^2 , katta porshenini 800 sm^2 . Kichik porshenga 600 N kuch berilganda, katta porshendan 54 kN kuch olindi. Ishqalanish bo'lmaganda va ishqalanish bo'lganda shu press yordamida kuchni necha marta oshirish mumkin bo'ladi?

A) 100; 90 B) 90; 100 C) 67,5; 75 D) 75; 67,5

6. Hidravlik domkrat kichik porshenining yuzasi $2,88 \text{ sm}^2$, unga ta'sir etuvchi kuch 1000 N , katta porshenning yuzasi 2880 sm^2 bo'lsa, bu domkrat qancha massali yukni ko'tarishi mumkin bo'ladi?

A) 10 t B) 20 t C) 120 t D) 100 t

7. Hidravlik pressning 5 sm^2 yuzali porsheniga 100 N kuch ta'sir qiladi. Shu pressning 200 sm^2 yuzali ikkinchi porsheniga necha kN kuch ta'sir qiladi?

A) 2 B) 4 C) 5 D) 3

8. Hidravlik porshenning kichik porsheni 40 N kuch ta'sirida 5 sm pastga surildi. Agar katta porshen $0,8 \text{ sm}$ ko'tarilsa katta porshen ostida qanday ko'taruvchi kuch yuzaga keladi?

A) 300 B) 150 C) 250 D) 200

9. Silindrik shakldagi idish tubi yuzasi 20 sm^2 bo'lgan teshik tiqin bilan berkitilgan. Bu tiqin 15 N kuch ta'sirida teshikdan tashqariga sug'iriladi. Tiqin chiqib ketmasligi uchun, idishga qancha balandlikda suv quyish mumkin (sm)? A) 85 B) 90 C) 60 D) 75

10. Ichki diametrlari d va $2d$ bo'lgan tsilindrik tutash idishlarga suv quyilgan. Tor tomonga yana 150 g suv quyildi. Keng tomonga qannday hajmli suv oqib o'tadi (sm^3)?

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

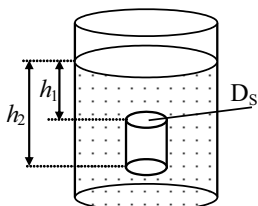
11. Ko'ndalang kesim yuzalari 2 sm^2 va 5 sm^2 bo'lgan tsilindrik tutash idishlarga suv quyilgan. Keng tomoniga yana 210 g suv quyilsa, tor tomondagi suv sathi qancha ko'tariladi (sm)?

A) 40 B) 50 C) 70 D) 30

3. Suyuqlik va gazlar uchun Arximed qonuni

Agar bir bo‘lak po‘kakni suyuqlik ichida ushlab qo‘yib yuborsak, uning suyuqlik sirtiga qalqib chiqqanini ko‘ramiz. Bundan suyuqliklarda, unga botirilgan jismga ta’sir etuvchi ko‘taruvchi kuch bor ekanligini aniqlaymiz. Faraz qilaylik, silindr shaklidagi jism suyuqlikka to‘liq botib turgan bo‘lsin (68-rasm). Suyuq likka botirilgan jism asosining yuzasi ΔS ga, balandligi esa Δh ga teng bo‘lsin ($\Delta h = h_2 - h_1$). Jismning ustki va pastki asoslariga ta’sir etuvchi gidrostatik bosim quyidagi tengliklar orqali aniqlanadi:

$$P_1 = \rho_s \cdot g \cdot h_1 \text{ va } P_2 = \rho_s \cdot g \cdot h_2 \quad (1)$$



68-rasm

$h_2 > h_1$ bo‘lganligi uchun $P_2 > P_1$ bo‘lib quyidagi ifoda orqali aniqlanuvchi bosimlar farqi yuzaga keladi:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho_s \cdot g \cdot (h_2 - h_1) \quad (2)$$

Paskal qonuniga asosan, ΔP bosim suyuqlikning hamma tomoniga, shu jumladan, pastdan yuqoriga qarab tik uzatiladi. Bu bosimni yuzaga keltirgan kuch ham tik yuqoriga yo‘nalgan bo‘ladi va bu kuch quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$F = \Delta P \cdot \Delta S = \rho_s \cdot g \cdot (h_2 - h_1) \cdot \Delta S = \rho_s \cdot g \cdot V \quad (3)$$

(3) ifodadagi $\rho_s \cdot V$ ko‘paytma jism siqib chiqargan suyuqlikning massasiga teng. U holda (3) ifodani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$F = m_s \cdot g \quad (4)$$

Demak, **suyuqlikka (gazga) botirilgan jismga pastdan yuqoriga qarab yoʻnalgan, jism siqib chiqargan suyuqlik ogʻirligiga teng boʻlgan koʻtarish kuchi taʼsir qilar ekan.** Bu kuchga Yunon olimi Arximed sharafiga Arximed kuchi deyiladi. Arximed kuchining son qiymati quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$F_A = \rho_s \cdot V_j \cdot g \quad (5)$$

bunda, ρ_s - suyuqlik zichligi, V_j - suyuqlikka botirilgan jismning hajmi.

Arximed kuchi F_A bilan jismning ogʻirligi mg orasidagi ayirma koʻtaruvchi kuch F_k deyiladi:

$$F_k = F_A - mg \quad (6)$$

Koʻtaruvchi kuchning kattaligi va yoʻnalishiga bogʻliq ravishda suyuqlikka botirilgan jism uchun quyidagi hollar-ni qarab chiqamiz:

1. Arximed kuchi ogʻirlik kuchidan kichik boʻlsin, bunda koʻtaruvchi kuch manfiy: $F_k < 0$

$$F_A - mg = \rho_s \cdot V_j \cdot g - \rho_j \cdot V_j \cdot g = (\rho_s - \rho_j) g V_j < 0$$

Bu holda $\rho_s < \rho_j$ va jism suyuqlik tubiga tushadi, yaʼni choʻkadi.

2. Arximed kuchi son jihatdan jismning ogʻirligiga teng, bunda koʻtaruvchi kuch nolga teng, $F_k = 0$

$$F_A - mg = (\rho_s - \rho_j) g V_j = 0$$

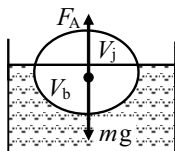
Bu holda $\rho_s = \rho_j$ va jism suyuqlikka to'liq botgan holda suzib yuradi.

3. Arximed kuchi og'irlik kuchidan katta bo'lsin, bunda ko'taruvchi kuch musbat: $F_k > 0$

$$F_A - mg = (\rho_s - \rho_j) g V_j > 0$$

Bunda $\rho_s > \rho_j$ va suyuqlikka botirilgan jism undan qalqib chiqib boshlaydi. Jismning og'irligi uning suyuqlikka botib turgan qismi miqdoridagi suyuqlik og'irligiga tenglashgach jismning ko'tarilishi to'xtaydi. Suyuqlik ustida qalqib suza boshlayotgan jismga ta'sir etuvchi Arximed kuchining son qiymati uning og'irligiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$F_A = \rho_s \cdot V_b \cdot g = m_j \cdot g \quad (7)$$



69-rasm

Bunda V_b jismning suyuqlikka botgan qismining hajmi (69-rasm). Jismning massasi $m_j = \rho_j \cdot V_j$, (bunda V_j jismning to'liq hajmi) ekanligini inobatga olib quyidagi ifodaga ega bo'lamiz: $\rho_s \cdot V_b \cdot g = \rho_j \cdot V_j \cdot g$

yoki

$$\frac{V_b}{V_j} = \frac{\rho_j}{\rho_s} \quad (8)$$

Suyuqlik va unda suzib yurgan jism zichliklari aniq bo'lsa, (8) ifoda ko'ra, jismning suyuqlikka botgan qismini aniqlash mumkin.

Nazorat uchun savollar

1. *Arximed kuchi qanday yuzaga keladi?*
2. *Suyuqlik va gazlar uchun Arximed qonunini ta'riflab, Arximed kuchi ifodasini keltirib chiqaring.*
3. *Arximed kuchi qanday kattaliklarga bog'liq?*
4. *Jismlarning suyuqlikda suzish shartini tushintiring.*

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Jismning og'irligi havoda 5,2 N, suvda esa 3,2 N ga teng. Suvning zichligi 1000 kg/m^3 bo'lsa, jismning zichligini hisoblab toping.

Berilgan: $P_1 = 5,2 \text{ N}$, $P_2 = 3,2 \text{ N}$, $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$,

Topish kerak: $\rho_j = ?$

Yechish: jismning havodagi og'irligi $P_1 = mg = \rho_j V_j g$

(1). Jismning suyuqlikdagi og'irligi

$$P_2 = mg - F_A = \rho_j V_j g - \rho_s V_j g = (\rho_j - \rho_s) V_j g \quad (2).$$

(1 ifodadan jismning hajmini quyidagicha yozib $V_j = \frac{P_1}{\rho_j g}$,

uni (2) ifodaga qo'yamiz va quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\rho_j = \frac{\rho_s P_1}{P_1 - P_2} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 5,2 \text{ N}}{5,2 \text{ N} - 3,2 \text{ N}} = 2600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

2. Po'kak kerosinda suzmoqa. Uning qanday qismi kerosinga botgan? Po'kak va kerosinning zichliklari 240 va 800 kg/m^3

Berilgan: $\rho_p = 240 \text{ kg/m}^3$, $\rho_k = 800 \text{ kg/m}^3$,

Topish kerak: $V_b = ?$

Yechish: kerosin ustida qalqib turgan po'kakka ta'sir etuvchi Arximed kuchining son qiymati uning og'irligiga teng

bo'ladi, ya'ni: $F_A = \rho_k \cdot V_b \cdot g = m_p \cdot g$ Bunda V_b po'kakning kerosinga botgan qismining hajmi. Po'kakning massasi $m_p = \rho_p \cdot V$, (bunda V po'kakning to'liq hajmi) ekanligini inobatga olib quyidagi ifodaga ega bo'lamiz: $\rho_k \cdot V_b \cdot g = \rho_p \cdot V \cdot g$.

$$\text{Bundan } V_b = \frac{\rho_p}{\rho_k} V = \frac{240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} V = 0,3V.$$

Javob: po'kakning 0,3 qismi kerosinga botgan.

3. Massasi 30 kg va hajmi $0,01\text{m}^3$ bo'lgan toshni suvda ko'tarib turish uchun qanday kuch qo'yish kerak?

Berilgan: $m = 30 \text{ kg}$, $V = 0,01\text{m}^3$, $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$,

Topish kerak: $F = ?$

Yechish: cho'kadigan m massasli jismni suyuqlik ichida ushlab turish uchun zarur bo'lgan kuchning qiymatini quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin:

$$F = mg - F_A = mg - \rho_s V g = 30\text{kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,01\text{m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200\text{N}$$

4. Po'latdan yasalgan ichi bo'sh shar suv ichida muvozanatda turibdi. Agar shar ichidagi bo'shliqning hajmi $13,6 \text{ sm}^3$ bo'lsa, sharning massasi nimaga teng? Po'latning zichligi 7800 kg/m^3 .

Berilgan: $V_b = 13,6 \text{ sm}^3$, $\rho_p = 7800 \text{ kg/m}^3$,

Topish kerak: $m_{sj} = ?$

Yechish: suyuqlik ichida muvozanatda turgan jismining og'irligi unga ta'sir qilayotgan Arximed kuchiga teng: $mg = \rho_s V g$. Bundan $m = \rho_s V$.

Po'lat sharning massasi $m = \rho_p V_p$ va sharning hajmi $V = V_p + V_b$ ekanligini inobatga olsak sharning massasini quyidagicha hisoblaymiz:

$$m = \rho_p V_p = \rho_p \frac{\rho_s \cdot V_b}{\rho_p - \rho_s} = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 13,6 \cdot 10^{-6} \text{m}^3}{7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 15,6 \cdot 10^{-3} \text{kg}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 2,5 kg massali jism butunlay suvga botirilganda, 1 kg suvni siqib chiqaradi. Jismning zichligini aniqlang? **(2500 kg/m³).**

2. Dinamometrغا ilingan, hajmi 30 sm³ bo‘lgan bir jinsli alyuminiy shar suvga botirildi. Dinamometrning keyingi ko‘rsatishini aniqlang. Alyuminiyning zichligi 2,7 g/sm³. **(0,51 N).**

3. Usti ochiq idish to‘la suvi bilan 500 kg massaga ega. Unga 350 kg metall bo‘lagi tashlanganda, massasi 750 kg bo‘lib qolgan bo‘lsa, metallning zichligini toping. **(3500 kg/m³).**

4. 0,1m qalinlikdagi dub parallelepiped suvda suzmoqda. Bu parallelepipedning qanday qismi suv ustida bo‘ladi? Dubning zichligi $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$. **(3 sm).**

5. Buyum dinamometrغا bog‘lanib kerosinga tushirilganda, dinamometr 15 N kuchni, suvga tushirilganda esa 12 N kuchni ko‘rsatdi. Buyumning hajmini va zichligini toping. Suv va kerosinning zichliklari mos ravishda 1000 kg/m³ va 800 kg/m³. **(1800 kg/m³)**

6. Sig‘imi 320 sm³ bo‘lgan stakan 200 g massaga ega. U suvda cho‘kish uchun unga kamida qanday massali yuk solish kerak? Shishaning zichligi 2,5 g/sm³. **(200 g)**

7. Ichi kovak temir shar havoda tortilganda dinamometr 2,59 N, kerosinda tortilganda 2,16 N ni ko'rsatadi. Sharning kovak qismining hajmini aniqlang. Temir va kerosinning zichligini $7,8 \text{ g/sm}^3$ va $0,8 \text{ g/sm}^3$ deb oling. **(21 sm³)**

8. Kub shaklidagi yaxlit jism simobda 0,25V qismi botgan holda suzmoqda. Agar bu idishga kub to'liq botguncha suv quyilsa, kubning qancha qismi simobda bo'ladi? Simobning zichligi 13600 kg/m^3 . **(0,19 V)**

9. Hajmi $0,1 \text{ dm}^3$ bo'lgan po'kak suvga butunlay botishi uchun uning ustiga qanday eng kichik massali yukni qo'yish kerak bo'ladi? Po'kakning zichligi 240 kg/m^3 ga teng. **(760 g)**

10. Probirka suvli menzurkaga tushirilganda, suv sathi 20 sm^3 bo'limdan 40 sm^3 bo'limga ko'tarilgan bo'lsa, suvda suzib yurgan probirkaning massasi qanchaga teng? **(20 g)**

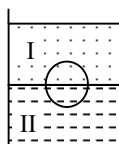
11. $0,1 \text{ dm}^3$ hajmli temir parchasini suvda ushlab turish uchun qancha kuch talab qilinadi? Temirning zichligi $7,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng. **(6,8 N)**

12. Agar suvdagi yukni ko'tarayotgan tros arqonning taranglik kuchi yuk hajmining yarmi suv yuzasiga chiqqanda 1,5 marta ortgan bo'lsa, yukning zichligini aniqlang. **(2000 kg/m³)**

13. Suvdagi $0,25 \text{ m}^3$ hajmli yog'och bo'lagi qancha massali yukni ko'tara oladi? Yog'och zichligi 800 kg/m^3 . **(50 kg)**

14. Shisha parchasi toza suvda 6 m/s^2 tezlanish bilan tushmoqda. Shishaning zichligini qanday? **(2500 kg/m³)**

15. Rasmdagi zichligi ρ bo'lgan sharchaning teng yarmi zichligi ρ_1 bo'lgan (I) suyuqlikda, qolgan qismi zichligi noma'lum bo'lgan (II) suyuqlikda suzmoqda. Ikkinchi suyuqlikning zichligini toping. ($\rho_2 = 2\rho - \rho_1$)



16. Dengizda suzayotgan, suv sig'imi 125000 kN va og'irligi 65000 kN bo'lgan kemaga qancha yuk ortganda, vater chizig'igacha suvga botadi? (**60 000 kN**)

17. 1 m³ hajmli kub shaklidagi muz bo'lagini suvdan chiqarish uchun qancha ish bajarish kerak bo'ladi? (**4 kJ**)

Mavzuga doir test topshiriqlari

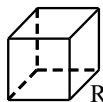
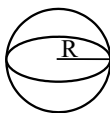
1. Massalari o'zaro teng bo'lgan alyuminiy, po'lat va misdan yasalgan sharlar suvga to'la botirildi. Ularning qay biriga ta'sir qilayotgan Arximed kuchi eng katta bo'ladi?

- A) alyuminiyga B) misga
C) hammasiga bir xil D) po'latga

2. Bir xil hajmli silindrlar suvga va kerosinga botirilgan. Qaysi birida itaruvchi kuch necha marta ortiq (kam)? $\rho_{\text{suv}} = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{kerosin}} = 800 \text{ kg/m}^3$.

- A) Kerosinda 1,5 marta ko'p B) Suvda 1,25 marta ko'p
C) Suvda 2 marta ko'p D) Kerosinda 1,25 marta ko'p

3. Quyidagi rasmda ko'rsatilganidek, shar-ning radiusi, kubning qirradi va konus asosining radiusi va balandligi R ga teng bo'lsa, bu jismlarga



suyuqlik ichida ta'sir qiluvchi Arximed kuchlari qanday munosabatda bo'ladi?

- A) $F_1 = F_2 = F_3$ B) $F_1 < F_2 < F_3$
 C) $F_1 > F_3 > F_2$ D) $F_1 = F_2 < F_3$

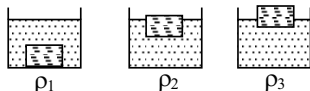
4. Syuiqlikka butunlay botirilgan jismni itarib chiqaruvchi kuch bu jism hajmiga teng hajmli suyuqlik og'irligiga teng. Bu...

- A) Arximed qonuni B) Paskal qonuni
 C) Bernulli qonuni D) Impulslarning saqlanish qonuni

5. Og'irlik, Arximed va muhitning qarshilik kuchlarining jismga ko'rsatadigan ta'sirlarida qanday o'xshashlik mavjud bo'ladi?

- A) kuchlarning ta'siri skalyar kattaliklar bilan ifodalanadi
 B) bu kuchlarning ta'siri jismning harakat tezligiga bog'liq emas
 C) uchchala kuch ham jismga tezlik beradi
 D) uchchala kuch ham jismga tezlanish beradi

6. Rasmda zichliklari ρ_1, ρ_2, ρ_3 bo'lgan suyuqliklar uchta bir xil idishlarga quyilgan. Agar bir jismni navbatma-navbat suyuqliklarga tushirsak, u uch xil vaziyatni egallar ekan. Suyuqliklar zichliklari qanday munosabatda bo'ladi?



- A) $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ B) $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$
 C) $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3$ D) $\rho_1 < \rho_2 = \rho_3$

7. Shisha idishlarning biri suv bilan, ikkinchisi simob bilan to'ldirildi. Birinchi idish suvga, ikkinchisi simobga qo'yilsa, qaysi biri cho'kishini toping.

- A) ikkinchisi B) birinchisi
 C) ikkalasi ham cho'kadi D) ikkalasi ham cho'kmaydi

8. Suvli idishda vertikal holatda brusok suzib yuribdi. Agar brusok gorizontal holatni olsa, idishdagi suv satxi qanday o'zgarishini aniqlang.

- A) pasayadi B) o'zgarmaydi
C) ko'tariladi D) To'g'ri javob yo'q

9. Suvli idishda muz bo'lagi suzmoqda. Agar suv ustidan kerosin qo'yilsa, muz bo'lagining suvga botish chuqurligi qanday o'zgaradi?

- A) o'zgarmaydi B) ko'payadi C) kamayadi
D) javob qo'yilgan kerosinning miqdoriga bog'liq

10. Suvli idish tubiga muz parchasi yopishib turibdi (muz butunlay suv ostida). Muz eriganda, idishdagi suv sathi qanday o'zgaradi? Suv haroratining o'zgarishini hisobga olmang.

- A) o'zgarmaydi B) ko'tariladi C) pasayadi
D) Javob muz haroratiga bog'liq

11. Massasi 3 kg, hajmi esa 10 dm^3 bo'lgan jism suvga tashlandi. Jismq hajmining qancha qismi suv ustida bo'ladi?

- A) hammasi B) 0,3 C) 0,7 D) 0,5

12. 20 sm qalinlikdagi parallelepiped shaklidagi parafin bo'lagi suvda suzmoqda. Bu bo'lakning qanday qismi suvdan chiqib turadi? Parafinning zichligi $0,9 \text{ g/sm}^3$.

- A) 9 sm B) 2 sm C) 10/9 sm D) 1 sm

13. Zichligi $0,9 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan suyuqlikka hajmining $3/5$ qismi botgan holda suzib yurgan jismning zichligini aniqlang (g/sm^3).

- A) 0,48 B) 0,45 C) 0,43 D) 0,54

14. Muzlagan ko'lning o'rtasidan suv olish uchun teshik ochildi. Agar muzning qalinligi 10 m bo'lsa, suv olish uchun kamida qancha arqon kerak bo'ladi (m)?

- A) 11 B) 10 C) 9 D) 1

15. Agar dengizda suzib yurgan aysbergning suvga botmagan qismining hajmi 21 m^3 bo'lsa, suv ostidagi qismining hajmi (m^3) qancha bo'ladi?

A) 189 B) 190 C) 160 D) 200

16. Suvda 11 sm qalinlikdagi muz parchasi suzib yuribdi. Muzning suv ostidagi qismi og'irligining suv ustidagi qismi og'irligiga nisbatini toping.

A) 1 B) 9 C) 1,1 D) 0,9

17. Suv yuzida suzayotgan kub shaklidagi 2 kg massali muz parchasining suv ustidagi qismining massasini toping (kg).

A) 0,2 B) 0,5 C) 0,9 D) 0,8

18. Ko'lda zichligi $0,2 \text{ g/sm}^3$ va hajmi $0,1 \text{ m}^3$ bo'lgan jism suv yuzida suzib yuribdi. Shu jismni suvga to'la botirish uchun qancha kuch kerak bo'ladi (N)?

A) 200 B) 400 C) 800 D) 1200

19. Bo'yi 3m, eni 40 sm va qalinligi 20sm bo'gan paralelepiped shaklidagi yog'och brusok suvda suzib yuribdi. U qanday og'irlikdagi suvni siqib chiqargan (kN)?

A) 1,8 B) 2,4 C) 3,6 D) 1,2

20. Dengizda muz bo'lagi suzib yuribdi. Uning suv ostidagi qismining hajmi 630 m^3 bo'lsa, suv ustidagi qismining hajmi qancha bo'ladi (m^3)?

A) 90 B) 63 C) 210 D) 70

21. Po'kak bo'lagi kerosinli idishda suzib yuribdi. Bunda po'kakning qancha qismi kerosinga botib turadi? Po'kakning zichligi $0,2 \text{ g/sm}^3$, kerosinniki $0,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

A) 0,25 B) 0,35 C) 0,45 D) 0,6

22. Okeanda suzib yurgan muz bo'lagining suv ustidagi hajmi 150 m^3 . Agar suv va muzning zichliklari mos ravishda 1000 va 900 kg/m^3 bo'lsa, muzning hajmini aniqlang (m^3).

A) 200 B) 1500 C) 2000 D) 1000

23. Agar suv bilan limmo-lim to'ldirilgan 5 l li idishga hajmi $0,5 \text{ l}$ va massasi $0,4 \text{ kg}$ bo'lgan jism tushirilsa, idishdan qancha suv to'kiladi? Suvning zichligi 1000 kg/m^3 ga teng.

A) $0,3 \text{ l}$ B) $4,5 \text{ l}$ C) $0,4 \text{ l}$ D) 5 l

24. Asosining yuzi 500 sm^2 bo'lgan yog'och brusok suvdan olib, moyga solinganda, cho'kish balandligi 1 sm ga oshdi. Brusokning massasini toping (kg). Moyning zichligi 900 kg/m^3 .

A) 3,2 B) 3,6 C) 3,8 D) 4,5

25. Hajmi 10 dm^3 , zichligi 1400 kg/m^3 bo'lgan jismning kerosindagi og'irligi qancha (N) bo'ladi? $\rho_k = 800 \text{ kg/m}^3$.

A) 30 B) 24 C) 3 D) 60

26. Agar jismning havodagi og'irligi suvdagiga nisbatan 2 marta katta bo'lsa, uning zichligini hisoblang (kg/m^3).

A) 2000 B) 1500 C) 1750 D) 1800

27. 1 m^3 hajmli p'olat relsni suvda tutib turish uchun qancha kuch kerak (kN)? $\rho_{\text{p'olat}} = 7800 \text{ kg/m}^3$.

A) 47,6 B) 56,7 C) 7,8 D) 68

28. Ichi kovak mis shar idishdagi suvga to'la botgan holda suzib yuribdi. Havo bo'shlig'ining hajmi 10 sm^3 . Sharning massasi necha gramm? $\rho_{\text{mis}} = 8900 \text{ kg/m}^3$.

A) 37,5 B) 22,5 C) 158 D) 11

29. Zichligi 5 g/sm^3 bo'lgan bir jinsli jism suvga tashlansa, u qanday tezlanish bilan cho'kadi (m/s^2)? Erkin tushish tezlanishini 10 m/s^2 ga teng deb oling.

A) 8 B) 6 C) 5 D) 4

30. Zichligi suvnikidan 3 marta katta, massasi 27kg bo‘lgan jismni suvda harakatsiz ushlab turish uchun unga qanday kuch qo‘yilishi kerak (N)? Suvning zichligi 1g/sm^3 .

A) 180 B) 135 C) 90 D) 270

31. Zichligi suvnikidan 2,5 marta katta, massasi 12,5kg bo‘lgan jismni suvda yuqoriga 2m/s^2 tezlanish bilan ko‘tarish uchun unga qanday kuch qo‘yilishi kerak (N)? Suvning zichligi 1g/sm^3 .

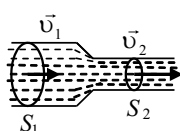
A) 100 B) 125 C) 250 D) 75

32. Hajmi 450 sm^3 bo‘lgan vaznsiz shar, suvda hajmi 300 sm^3 bo‘lgan yukni tekis ko‘tarib chiqmoqda. Jismning massasi nimaga teng (g)?

A) 750 B) 150 C) 375 D) 450

4. Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi.

Bernulli tenglamasi



70-rasm

Suyuqlikning naydagi oqimini kuzataylik. Nayning ko‘ndalang kesimi turli joylarda turlicha bo‘lganda, oqim tezligi shunga qarab o‘zgarishi mumkin, ammo suyuqlik oqimi hech yerda uzilmaydi.

Nayning ko‘ndalang kesim yuzlari S_1 va S_2 bo‘lgan joylarni tanlab olaylik (70-rasm). Vaqt birligi ichida S_1 kesimdan o‘tadigan suyuqlik hajmi $S_1 \cdot v_1$ ga teng, v_1 —suyuqlikning S_1 kesimdan o‘tayotgan joydagi tezligi. Shuningdek vaqt birligi ichida S_2 kesimdan o‘tadigan suyuqlik hajmi $S_2 \cdot v_2$ ga teng, v_2 —suyuqlikning S_2 kesimdan o‘tayotgan joydagi tezligi.

Siqilmas suyuqlik uchun S_1 kesimdan o‘tgan suyuqlik hajmi S_2 kesimdan o‘tgan suyuqlik hajmiga teng bo‘ladi:

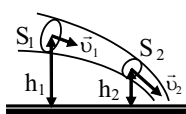
$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

Siqilmas suyuqlikning oqim tezligi bilan oqim nayining ko'ndalang kesimi yuzining ko'paytmasi berilgan oqim nayi uchun o'zgarmas kattalikdir. (1) munosabatga *oqimning uzluksizlik tenglamasi* deyiladi.

Daniel Bernulli suyuqliklarning naylardagi harakat qonunini kashf etdi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: **nayning suyuqlik oqimining tezligi kichik bo'lgan kesimlarida suyuqlik bosimi katta bo'ladi va aksincha, tezlik katta bo'lgan kesimlarda bosim kichik bo'ladi.**

Ko'ndalang kesim yuzasi har xil joylarida turlicha bo'lgan, hamda gorizontdan balandligi o'zgaruvchan quvurda oqayotgan suyuqlik uchun (71-rasm) Bernulli tenglamasini yozamiz:

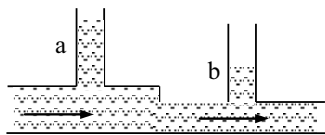
$$\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2 \quad (2)$$



71-rasm

bunda v_1 - suyuqlikning S_1 kesim yuzidagi oqim tezligi, h_1 - (S_1) kesimning gorizontdan balandligi, P_1 - (S_1) kesimdagi suyuqlik bosimi. Xuddi shunengdek, v_2 - suyuqlikning S_2 kesim yuzidagi oqim tezligi, h_2 - (S_2) kesimning gorizontdan balandligi, P_2 - (S_2) kesimdagi suyuqlik bosimi. Bernulli tenglamasi gorizontall joylashan quvur uchun quyidagicha yoziladi:

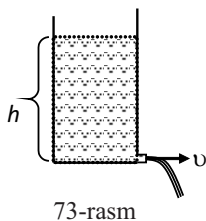
$$\frac{\rho v_1^2}{2} + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2 \text{ yoki } \frac{\rho v^2}{2} + P = \text{const}$$



72-rasm

Bu ifodadan quyidagi xulosa- ga kelamiz: agar suyuqlik turli ko'ndalang kesimli gorizontall joylashgan nay bo'ylab oqa-

yotgan bo'lsa, suyuqlikning tezligi nayning toraygan joylarida kattaroq bo'ladi, bosim esa nayning keng joylarida kattaroq bo'ladi. Bu xulosani isbotlash uchun, ko'ndalang kesimi turlicha b manometrik naychalar o'rnatib (72-rasm). Naychadagi bosimni tadiki naydagi munosabatda bo'ladi: $P_a > P_b$.



73-rasm

bo'lgan nayga bir necha a , metrik naychalar o'rnatib ni kuzataylik (72-rasm). suyuqlik sathi nay ichida ko'rsatadi. Tajriba ko'rsadagi suyuqlik bosimi quyidagi

Idishdagi suyuqlik sathidan h balandlik pastda joylashgan idishning kichik teshigidan (73-rasm) oqib chiqayotgan suyuqlikning tezligi

$$v = \sqrt{2gh} \quad (3)$$

formula bo'yicha hisoblanadi. (3) formulani Torrichelli keltirib chiqarganligi uchun **Torrichelli formulasi** deyiladi.

Ko'ndalang kesim yuzasi S ga teng bo'lgan quvurdan suyuqlik u tezlik bilan oqib chiqayotgan bo'lsin. t vaqt ichida quvurdan oqib chiqqan suyuqlikning hajmi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$V = S \cdot v \cdot t \quad (4)$$

(4) tenglikning har ikkala tomonini suyuqlikning zichligiga ko'paytirsak, quvurdan t vaqt ichida oqib chiqqan suyuqlikning massasini aniqlash ifodasiga ega bo'lamiz: $m = \rho \cdot S \cdot u \cdot t$ (5)

Nazorat uchun savollar

1. *Suyuqlik uchun uzliksizlik tenglamasi nimadan iborat?*
2. *Harakatlanuvchi suyuqlikda bosimining yuzaga kelish sababini tushintiring.*

3. Bernulli tenglamasini yozing va uni izohlang.
 4. Torrichelli formulasini keltirib chiqaring.

Mavzuga doir masala yechish namunalari

1. Diametri 50 sm bo'lgan silindrsimon idish tubida diametri 1 sm bo'lgan kichik teshik bor. Idishdagi suyuqlikning pasayish tezligining suyuqlik ustunining balandligiga bog'liqlik tenglamasini keltirib chiqaring. Idishdagi suv sathi 45 sm balandlikda bo'lgan hol uchun suyuqlikning pasayish tezligini boholang.

Berilgan: $D = 50 \text{ sm} = 0,5 \text{ m}$, $d = 1 \text{ sm} = 0,01 \text{ m}$, $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$, $h = 45 \text{ sm} = 0,45 \text{ m}$, $v(h) = ?$ $v_1 = ?$

Yechish: Idishning va teshikning ko'ndalang kesim yuzini mos ravishda S_1 va S_2 ; Suyuqlikning pasayish va teshikdan oqib chiqish tezligini v_1 va v_2 deb belgilab olamiz. Syuyqlik oqimining uzluksizlik ta'ri-

figa ko'ra $S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$ bundan $v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2}$ (1) va

Bernulli tenglamasiga ko'ra $\frac{\rho \cdot v_1^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h = \frac{\rho \cdot v_2^2}{2}$ dan $v_1^2 + 2 \cdot g \cdot h = v_2^2$ (2) ega bo'lamiz. (1) va (2) ifodalar asosida

$$v_1^2 + 2g \cdot h = \frac{S_1^2 \cdot v_1^2}{S_2^2} \quad \text{va bundan} \quad v_1 = \frac{S_2 \cdot \sqrt{2g \cdot h}}{\sqrt{S_1^2 - S_2^2}} \quad (3)$$

Idish ko'ndalang kesim yuzasini ularning diametrlari orqali $S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{2}$ va $S_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{2}$ ifodalab (3) ifodani quyidagicha yozamiz: $v_1 = \frac{d^2 \cdot \sqrt{2g \cdot h}}{\sqrt{D^4 - d^4}}$ Jumladan $D^4 \gg d^4$ ekanligini etiborga olsak, suyuqlikning pasayish tezligi

$$v_1 = \frac{d^2 \cdot \sqrt{2g \cdot h}}{D^2} = \frac{0,01^2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,45}}{0,5^2} \approx 0,12 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

Javob: 0,12 sm/s

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar vodoprovod quvuri teshigidan yuqoriga otilayotgan suv oqimi 1,8 m ga ko'tarilgan bo'lsa, suv teshikdan qanday tezlik bilan otilib chiqayotgan bo'ladi? **(6 m/s)**

2. Quvurdagi suvning oqish tezligi 1 m/s. Quvurning ko'ndalang kesimidan har soatda 7200 kg suv oqib o'tsa, quvurning ko'ndalang kesim yuzi qanchaga teng bo'ladi? **(20 sm²)**

3. Buloqdan oqib chiqayotgan sharshara 15 l hajmli chelakni 30 s da to'ldiradi. Buloqdan sekundiga qancha suv oqib chiqadi? **(2 l)**

Mavzuga doir test topshiriqlari

1. Suyqlik oqayotgan trubada suyuqlik oqimining tezligi kichik bo'lgan kesimlarida suyuqlik bosimi katta bo'ladi va aksincha, tezlik katta bo'lgan kesimlarda bosim kichik bo'ladi. Bu...

- A) Arximed qonuni B) Paskal qonuni
C) Bernulli qonuni D) Impulisning saqlanish qonuni

2. Quvurning keng qismida suvning oqish tezligi 2 m/s bo'lsa, uning diametri 2 marta kichik bo'lgan tor qismida suvning oqish tezligi qancha bo'ladi (m/s)?

- A) 8 B) 2 C) 4 D) 6

3. Vodooprovod quvuridagi 5 mm^2 teshikdan suv yuqoriga tik otilib, 80 sm balandlikka ko'tarilmoqda. Teshikdan 10 soatda qancha suv oqib chiqadi (kg)?

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

4. 4 m/s tezlik bilan ketayotgan katerdan to'g'ri burchakli qilib egilgan quvur suvga shunday tushirilganki, uning suvga tushirilgan tomoni gorizontal bo'lib, ochiq uchi bilan harakat yo'nalishi tomonga qaragan. Quvurdagi suv sathi ko'ldagi suvga nisbatan qanday balandlikda bo'ladi (m)?

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

5. 10 sm radiusli teshikdan 4 m/s tezlik bilan chiqayotgan suv oqimining quvvati qanday?

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

6. Bir quvurdan ikkinchi quvurga o'tganda, suvning oqim tezligi $2,8$ marta ortsa, quvurning ko'ndalang kesim yuzi qanday o'zgarishini aniqlang.

A) o'zgarmagan

B) $5,6$ marta ortgan

C) $2,8$ marta kamaygan

D) $5,6$ marta kamaygan

7. Agar quvurdagi suvning oqish tezligi $1,1$ marta kamaygan bo'lsa, quvurning ko'ndalang kesim yuzi qanday o'zgargan?

A) $1,21$ marta kamaygan

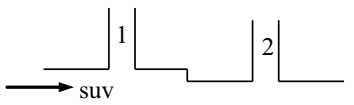
B) $1,1$ marta kamaygan

C) $1,1$ marta ortgan

D) $1,21$ marta ortgan

8. Quyidagi rasmda ko'ndalang kesim yuzasi ikki xil bo'lgan va ichidan suv oqayotgan quvurga ulangan

ikki monometr tasvirlangan. 1 va 2 monometrlar ko'rsatgan bosimning qiymatlari orasidagi munosabat qanday bo'ladi?



- A) bosimlari bir xil, Paskal qonuniga asosan.
- B) 1-bosim 2-bosimdan kichik, chunki quvurning keng joyida suvning tezligi kichik
- C) 1-bosim 2-bosimdan katta, chunki quvurning keng joyida suvning tezligi kichik bo'ladi
- D) 1- va 2- manometrlardagi suv ustunining satxlari tutash idishlar qonuniga asosan teng bo'ladi.

9. Samolyot qanotining ko'tarish kuchining paydo bo'lishi qaysi fizik qonun asosida tushuntiriladi?

- A) impulsning saqlanish qonuni asosida
- B) Nyutonning uchinchi qonuni asosida
- C) Arximed qonuni asosida
- D) Bernulli qonuni asosida

10. Suyuqlik oqayotgan nayning ikki joyidagi kesim yuzalarining nisbati $\frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{5}$ bo'lsa, bu kesimlardagi oqim tezliklarining nisbati $\frac{v_1}{v_2}$ ni toping.

- A) 3 B) 5 C) 2,5 D) 10

*Mexanik harakat. Moddiy nuqta, traektoriya,
ko'chish va yo'l tushunchalari*

1-B	2-B	3- B	4-A	5-B	6-A	7-D
8-A	9- A	10- C	11-B	12-B	13-C	14-A

To'g'ri chiziqli tekis harakat va uning tezligi

1-B	2-B	3- C	4-A	5-B	6-C	7-A	8-C	9-B
10-A	11-A	12-C	13-B	14- A	15-D	16-A	17-B	18A

Tezliklarni qo'shish

1-B	2-D	3-B	4-C	5-A	6-A	7-D	8-C	9-C	10-D
11-B	12-A	13-B	14-A	15-C	16-C	17-C	18-C	19-D	

O'zgaruvchan harakat. O'rtacha va oniy tezlik.

1-B	2-B	3-A	4- B	5-B	6-A	7-D	8-C		
-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	--	--

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat.

1-A	2-D	3-D	4-D	5-B	6-A	7-D	8-C	9-D
10-A	11-A	12-D	13-C	14-B	15-D	16-D	17-A	18-D
19-D	20-A	21-A	22-A	23-B	24-B	25-D	26-B	27-A
28-D	29-B	30-C	31-B	32-C	33-C	34-D	35-A	36-B

Jismlarning erkin tushishi.

Yuqoriga tik otilgan jism harakati

1-B	2-C	3-C	4-D	5-A	6-B	7-B	8-C	9-A
10-A	11-C	12-B	13-B	14-D	15-B	16-C	17-D	18-D
19-B	20-B	21-A	22-C	23-A	24-D	25-C	26-A	27-A
28-A	29-D	30-B	31-A	32-B	33-C	34-B	35-D	36-A

Egri chiziqli harakat. Aylana bo'ylab tekis harakat

1-A	2-D	3-D	4-B	5-D	6-C	7-A	8-B	9-C
10-D	11-A	12-D	13-A	14-D				

Aylanma harakatni uzatish

1-D	2-A	3-B	4-D					
-----	-----	-----	-----	--	--	--	--	--

Markazga intilma tezlanish

1-D	2-C	3-A	4-D	5-A	6-A	7-D	8-D	9-B
10-B	11-A	12-A	13-A	14-C	15-B	16-A	17-A	18-A
19-A	20-B	21-D						

Gorizontal otilgan jism harakati

1-B	2-A	3-C	4-A	5-B	6-D	7-D	8-B	9-A
10-A	11-B	12-A	13-C	14-B	15-A	16-D		

Gorizontga qiya otilgan jism harakati

1-D	2-A	3-C	4-A	5-C	6-B	7-A	8-D	9-C
10-B	11-A	12-B	13-B	14-C	15-A	16-A	17-A	18-B
19-B	20-A	21-C						

Dinamikaning asosiy vazifasi. Nyutonning I qonuni

1-C	2-B	3-C	4-A	5-A	6-A	7-C		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--

Nyutonning II qonuni. Massa tushunchai. Massa jism inertligining o'lchovi sifatida

1-D	2-C	3-D	4-C	5-D	6-D	7-C	8-C	9-D
10-B	11-C	12-A	13-C	14-B	15-C	16-A	17-D	18-C
19-B	20-D	21-A						

Nyutonning III qonuni. Kuchlarning teng ta'sir etuvchisi.

1-A	2-A	3-B	4-B	5-D	6-C	7-C	8-B	9-A
10-A	11-B	12-C						

Butun olam tortishish qonuni. Og'irlik kuchi.

1-D	2-C	3-A	4-B	5-D	6-D	7-B	8-B	9-D
10-B	11-D	12-A	13-C	14-D	15-C			

Sun'iy yo'ldoshlar harakati. Birinchi kosmik tezlik.

1-B	2-B	3-D	4-B	5-C	6-C	7-C	8-A	9-A	10-D
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Elastiklik kuchi. Tayanchning reaksiya kuchi.

1--D	2-D	3-C	4-C	5-B	6-B	7-A	8-D	9-B	10-D
11-D	12-B								

Jism og'irligining uning harakat turlariga bog'liqligi

1-A	2- B	3-B	4-A	5-B	6-D	7-C	8-D	9-A	10-B
11-D	12-C	13-D	14-C	15-C	16-A	17-A	18-C		

Ishqalanish kuchi. Tinchlikdagi ishqalanish.

1-D	2-C	3-A	4-D	5-C	6-B	7-A	8-D	9-C
10-A	11-D	12-A	13-B	14-A	15-B	16-D	17-D	18-C
19-D	20-C	21-A	22-A	23-A	24-B	25-B	26-B	27-A
28-B	29-A	30-C	31-D	32-C	33-B	34-A	35-C	36-B

Bir nechta kuchlar ta'siri ostidagi harakat

1-C	2-C	3-C	4-C	5-D	6-A	7-C	8-A	9-B
10-C	11-D	12-B	13-C	14-C	15-D	16-A	17-C	18-C
19-D	20-C	21-A	22-D	23-B				

Jism impuls. Kuch impuls. Impulsning saqlanish qonuni

1-A	2-A	3-D	4-B	5-C	6-D	7-A	8-D	9-A	10-B
11-A	12-B	13-D	14-A	15-C	16-D	17-D	18-C	19-D	20-D
21-A	22-A	23-D	24-B	25-C	26-A	27-B	28-A	29-B	

Mexanik ish

-B	2-D	3-B	4-D	5-B	6-D	7-D	8-C	9-A
10-B	11-C	12-A	13-D	14-C	15-D	16-D	17-C	18-B
19-A	20-A	21-D	22-D	23-D	24-D	25-A	26-B	27-D
28-B	29-A	30-C						

Quvvat. Mexanizmning foydali ish koeffitsienti.

1-D	2-B	3-C	4-C	5-D	6-B	7-A	8-C	9-D
10-D	11-A	12-B	13-B	14-D	15-C	16-A	17-B	18-B

Mexanik energiya. Energiyaning saqlanish qonuni.

1-A	2-B	3-A	4-B	5-A	6-A	7-A	8-A	9-A
10-B	11-B	12-C	13-C	14-B	15-A	16-C	17-D	18-C
19-A	20-B	21-C	22-C	23-C	24-A	25-A	26-D	27-B
28-C	29-C	30-B	31-C	32-C	33-A	34-B	35-B	36-A
37-B	38-A	39-C	40-D	41-B	42-C	43-B	44-A	45-C
46-B	47-A	48-B	49-B	50-A	51-A	52-B	53-A	54-D
55-C	56-B	57-D	58-A	59-D				

Statika. Jismlarning muvozanatda bo'lish sharti

1-A	2-A	3-A	4-A	5-B	6-C	7-A	8-D	9-B
10-B	11-C	12-D	13-B	14-C	15-D	16-A	17-D	18-A
19-A	20-D	21-A	22-A	23-A	24-B	25-B	26-B	

Suyuqlik bosimi. Hidrostatik bosim.

1-B	2-B	3-C	4-C	5-B	6-B	7-D	8-C	9-C
10-B	11-A	12-C	13-B	14-C	15-C	16-A		

Tutash idishlar. Gidravlik press.

1-C	2-B	3-C	4-B	5-A	6-D	7-B	8-C	9-D
10-A	11-D							

Suyuqlik va gazlar uchun Arximed qonuni

1-A	2-B	3-C	4-A	5-D	6-B	7-B	8-B	9-C
10-C	11-C	12-B	13-D	14-D	15-A	16-B	17-A	18-C
19-B	20-D	21-A	22-B	23-C	24-D	25-D	26-A	27-D
28-D	29-A	30-A	31-A	32-A				

Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi.

Bernulli tenglamasi.

1-C	2-A	3-A	4-D	5-A	6-C	7-C	8-C	9-D	10-B
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

MUNDARIJA

So‘zboshi.....	3
----------------	---

I-BOB

1. Vektor kattaliklar va ular ustida amallar	4
2. Mexanik harakat. Moddiy nuqta, trayektoriya, ko‘chish, yo‘l tushunchalari	7
3. Sanoq jism va sanoq sistemasi	17
4. To‘g‘ri chiziqli tekis harakat va uning tezligi	19
5. Tezliklarni qo‘shish.....	30
6. O‘zgaruvchan harakat. O‘rtacha va oniy tezlik	42
7. To‘g‘ri chiziqli tekis o‘zgaruvchan harakat	49
8. Jismlarning erkin tushishi. Yuqoriga tik otilgan jism harakati.....	69
9. Egri chiziqli harakat. Aylana bo‘ylab tekis harakat	85
10. Aylanma harakatni uzatish	95
11. Markazga intilma tezlanish	107
12. Gorizontga qiya otilgan jism harakati.....	117

I I-BOB. DINAMIKA

1. Dinamikaning asosiy vazifasi. Nyutonning I qonuni.....	129
2. Nyutonning II qonuni. Massa tushunchasi. Massa jism inertligining o‘lchovi sifatida.....	134
3. Nyutonning III qonuni. Kuchlarning teng ta’sir etuvchisi.	145
4. Butun olam tortishish qonuni. Og‘irlik kuchi.	154
5. Sun’iy yo‘ldoshlar harakati. Birinchi kosmik tezlik.	163
6. Elastiklik kuchi. Tayanchning reaksiy kuchi.	170
7. Jism og‘irligining uning harakat turlariga bog‘liqligi.....	179
8. Ishqalanish kuchi. Tinchlikdagi ishqalanish	189
9. Bir nechta kuchlar ta’siri ostidagi harakat	205
10. Jism impulsi. Kuch impulsi. Impulsning saqlanish qonuni	222

III-BOB. MEXANIK ISH VA ENERGIYA

1. Mexanik ish	238
2. Quvvat. Mexanizmning foydali ish koeffitsiyenti.	253
3. Mexanik energiya. Energiyaning saqlanish qonuni.	263

IV-BOB. STATIKA

1. Statikaning asosiy vazifalari. Jismlarning muvozanatda bo‘lish sharti.....	288
---	-----

V-BOB. SUYUQLIKLAR MEXANIKASI

1. Suyuqlik bosimi. Hidrostatik bosim.	307
2. Tutash idishlar. Gidravlik press.....	319
3. Suyuqlik va gazlar uchun.....	326
4. Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi.	
Bernulli tenglamasi	338

Lits. AI № 111. Bosishga ruxsat etildi 26.08.2016-y.
Bichimi 84x108_{1/32}. Kegli 12 shponli.
Shartli bosma tabag'i 15,0 b.t. Nashr tabag'i 22,0.
Adadi 1500 nusxa. Shartnoma № 31. Buyurtma № 85.

«YANGI NASHR» nashriyoti,
100115, Toshkent sh., Chilonzor tum.,
Chilonzor ko'chasi, 1-uy.

Original maket «Bilik-Print» MChJ
korxonasida tayyorlandi.
100115, Toshkent sh., Chilonzor tum.,
Chilonzor ko'chasi, 1-uy.

«ADAD PLYUS» MCHJ bosmaxonasida chop etildi
Toshkent sh., Chilonzor tum., Bunyodkor ko'chasi, 28-uy.

O'quv nashri

K. SUYAROV, SH. USMONOV, J. USAROV

Mexanika

*Maktab, akademik litsey o'quvchilari va
abituriyentlarga yordamchi qo'llanma*

Muharrir *X. Polatho'jayev*
Badiiy muharrir *D. Akromov*
Texnik muharrir *B. Irisboyev*
Musahhih *D. Ismoilova*
Sahifalovchi *D. Akromov*

ISBN-978-9943-330-22-1



9 789943 330221

