

N.Sh.TURDIYEV

FIZIKA 7

Aniq fanlarga ixtisoslashtirilgan Davlat umumta'lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik

O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi tasdiqlagan

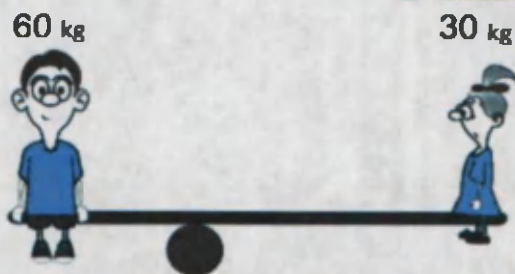
**KINEMATIKA
ASOSLARI**



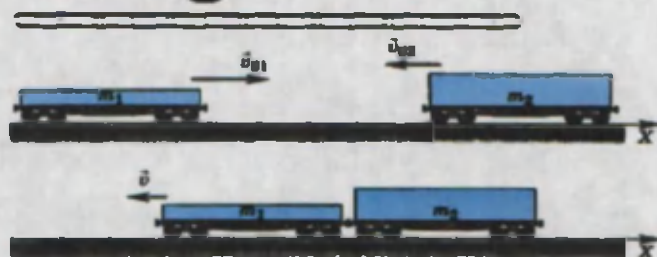
**DINAMIKA
ASOSLARI**



STATIKA



**SAQLANISH
QONUNLARI**



G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent – 2012

УДК 53(075)

22.3ya72

T87

КБК 22.3ya72

Puzura

Maxsus muharrir

K.TURSUNMETOV – fiz.-mat. fanlari doktori, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti «Fizika-elektronika» kafedrasini professori.

Taqrizchilar:

M.MAMADAZIMOV – ped. fan. doktori, Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat pedagogika universiteti «Fizika va uni o'qitish» kafedrasini professori.

B.IBRAGIMOV – fiz.-mat. fan. nomzodi, Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat pedagogika universiteti «Fizika va uni o'qitish» kafedrasini dotsenti.

G.SAGATOVA – ped. fan. nomzodi, Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat pedagogika universiteti «Fizika va uni o'qitish» kafedrasini dotsenti.

Z.B.SANGIROVA – Respublika ta'lim markazi «Tabiiy va aniq fanlar» bo'limi bosh metodisti.

M.MUSAYEVA – Toshkent viloyati PKQTMOI «Tabiiy va aniq fanlar» kafedrasini o'qituvchisi, ped. fan. nomzodi.

S.YULDASHEVA – Toshkent shahar Yunusobod tumanidagi 260-sonli maktabning oliy toifali fizika fani o'qituvchisi, Xalq ta'limi a'lochisi.

G.IBRAGIMOVA – Toshkent viloyati Olmaliq shahar 22-UO'TM fizika fani o'qituvchisi.

Shartli belgilar



– fizik kattaliklar va qonunlarga ta'rif;



– o'ylab ko'rib javob bering;



– muhim formulalar;



– o'quvchi tomonidan bajariladigan amaliy ish;



– e'tibor bering, eslab qoling;



– qiziqarli materiallar;



– mavzu matnini o'qib chiqqandan so'ng qo'yilgan savollarga javob bering;



– bu mavzular fizikani yana-da chuqur o'rganishga ehtiyoji bo'lgan o'quvchilar uchun mo'ljallangan.



– bu mavzular avval o'tilganlarni takrorlab, eslatish uchun mo'ljallangan;



© N.Sh. Turdiyev
© G'afur G'ulom nomidagi
nashriyot-matbaa ijodiy uyi,
2012

6-SINFDA O'RGANIILGAN ASOSIY FIZIK KATTALIKLAR

Fizik kattalik nomi	Formulasi	Birligi
Moddaning massasi	m	kilogramm (kg)
Uzunlik, bosib o'tilgan yo'l	l, s	metr (m)
Moddaning zichligi	$\rho = \frac{m}{V}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Tezlik	$v = \frac{s}{t}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Kuch	$F = ma$	Nyuton (N)
Bosim	$p = \frac{F}{S}$	Paskal (Pa)
Mexanik ish	$A = F \cdot s$	Joul (J)
Potensial energiya	$E_p = mgh$	Joul (J)
Kinetik energiya	$E_k = \frac{mv^2}{2}$	Joul (J)
Quvvat	$N = \frac{A}{t}$	Vatt (W)
Kuch momenti	$M = F \cdot l$	Nyuton-metr (N·m)
Foydali ish koeffitsiyenti	$\eta = \frac{A_f}{A_u} \cdot 100\%$	
Temperatura	t T	Gradus(⁰ C) Kelvin (K)
Sferik ko'zgu fokusi	$F = \frac{R}{2}$	metr (m)
Linzaning optik kuchi	$D = 1/F$	Dioptriya (1/m)
Tebranishlar chastotasi	$\nu = N/t$	Gers (Hz)

QONUNLAR

Qonun nomi	Formulasi	Ta'rifi
Paskal qonuni	$p = \rho gh$	a) Og'irlik kuchini hisobga olmaganda, suyuqlik yoki gaz molekularining idish devorlariga bergan bosimi hamma yo'nalishlarda bir xil bo'ladi. b) Tinch holatdagi suyuqlik yoki gazga berilgan tashqi bosim barcha yo'nalishda bir xilda o'zgarishsiz uzatiladi.
Tutash idishlar qonuni	$p_1 = p_2$ $\frac{h_1}{h_2} = \frac{p_2}{p_1}$	Tutash idishlarda bir xil zichlikdagi suyuqlik ustunlarining balandliklari bir xil bo'lib, idishlarning shakliga bog'liq emas.
Arximed qonuni	$F_A = \rho_s g V$	Suyuqlik yoki gazga to'la botirilgan har qanday jisim o'z hajmi qadar suyuqlik yoki gazni siqib chiqaradi va bunda jisimga pastdan yuqoriga yo'nalgan hamda siqib chiqarilgan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng bo'lgan «ko'tarish kuchi» ta'sir qiladi.
Mexanikaning oltin qoidasi		Oddiy mexanizmlar ishdan yutuq bermaydi. Kuchdan yutuq bergan mexanizm yo'ldan yutqazadi va aksincha.
Yorug'likning qaytish qonuni	$\alpha = \beta$	a) Tushgan nur, qaytgan nur va nur tushgan nuqtaga o'tkazilgan perpendikularlar bir tekislikda yotadi. b) Tushish burchagi va qaytish burchagi o'zaro teng.

TAYYORGARLIKNI TEKSHIRISH

Hurmatli o'quvchilar! Siz 6-sinfidagi fizika kursida modda tuzilishi, mexanik, issiqlik, yorug'lik va tovush hodisalari to'g'risidagi boshlang'ich tushunchalar bilan tanishdingiz. 7-sinfda fizikaning mexanika bo'limini asosiy kurs sifatida o'rganasiz. Kursni o'rganishdan oldin tayyorgarlik darajangizni 15 ta test savollari orqali tekshirib ko'ring. Agar to'g'ri javoblaringiz soni $12 \div 15$ ta bo'lsa – yaxshi, $8 \div 11$ ta bo'lsa – qoniqarli, 7 tadan kam bo'lsa – o'tilganlarni takrorlashingiz zarur bo'ladi.

TEST SAVOLLARI

1. Avtomobil tekis harakatlanib 2 s davomida 50 m masofani bosib o'tdi. Shu tezlikda harakatlansa u 20 s da qancha masofani bosib o'tadi?

- A) 500 m; B) 250 m; C) 750 m; D) 1000 m.

2. «Bir jismning ikkinchi jismga ta'siri tufayli tezligi yoki shakli o'zgarishiga sabab bo'ladigan kattalikka ...deyiladi». Nuqtalar o'rniga to'g'ri javobni qo'ying.

- A) kuch; B) bosim; C) energiya; D) ish.

3. Mexanik ishni hisoblash formulasini ko'rsating.

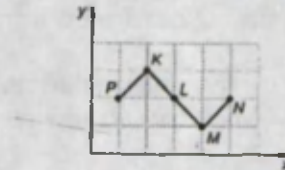
- A) $A = F \cdot s$; B) $N = A/t$; C) $E = mgh$; D) $p = \rho gh$.

4. 1 m/s tezlik 1 km/soat tezlikdan qanday farq qiladi?

- A) 36 marta kichik; B) 36 marta katta;
C) 3,6 marta kichik; D) 3,6 marta katta.

5. Rasmda ko'rsatilgan jism qaysi nuqtasidan osilsa muvozanatda bo'ladi?

- A) K nuqtasidan;
B) K-L oralig'idagi;
C) L-M oralig'idagi;
D) L nuqtasidan.



6. Kuch qanday birlikda o'lchanadi?

- A) m/s; B) J; C) W; D) N.

7. Kerosinning zichligi $0,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Uni kg/m^3 larda ifodalang.

- A) 800; B) 8000; C) 80; D) 1800.

8. Suv muzlaganda uning qanday parametri o'zgaradi?

- A) molekular tuzilishi; B) atom tuzilishi;
C) hajmi; D) massasi.

9. Buyum qavariq linzadan narida joylashgan A nuqtada turibdi. Hosil bo'lgan tasvir qanday bo'ladi? F – fokus masofasi.

- A) haqiqiy, kichraygan, to'nkarilgan;
B) haqiqiy, kattalashgan, to'nkarilgan;
C) mavhum, kattalashgan, to'nkarilgan;
D) haqiqiy, kichraygan, to'g'ri.



10. «Bir sekunddagi tebranishlar soniga ... deyiladi». Nuqtalar o'rniga mos so'zni topib qo'ying.

- A) ... tovush tembri ... B) ... tebranishlar chastotasi ...
C) ... tebranishlar davri ... D) ... tebranishlar amplitudasi ...

11. Shamol g'arbdan sharqqa tomon 20 m/s tezlik bilan esmoqda. Shamol yo'nalishida tovush qanday tezlik bilan tarqaladi? Tovushning tinch havodagi tarqalish tezligi 330 m/s.

- A) 330 m/s; B) 350 m/s; C) 310 m/s; D) 300 m/s.

12. Gidravlik press kichik porshenining yuzi 5 sm^2 , katta porsheniniki 60 sm^2 ga teng. Gidravlik press kuchdan qancha yutuq beradi?

- A) 12 marta; B) 6 marta; C) 18 marta; D) 24 marta.

13. «Moddaning zichligini o'lchash uchun... kerak». Nuqtalar o'rniga mos gapni topib qo'ying.

- A) ... massasini hajmiga ko'paytirish... B) ... massasini hajmiga bo'lish...
C) ... hajmini massasiga bo'lish... D) ... massasini hajmiga qo'shish....

14. «Bir modda molekularining ikkinchi modda molekulari orasiga kirishuviga ... deyiladi». Nuqtalar o'rniga mos gapni topib qo'ying.

- A) ... Broun harakati... B) ... diffuziya...
C) ... issiqlikdan kengayish... D) ... bug'lanish...

15. Karbonat angidrid gazi molekulasida nechta uglerod atomi bor?

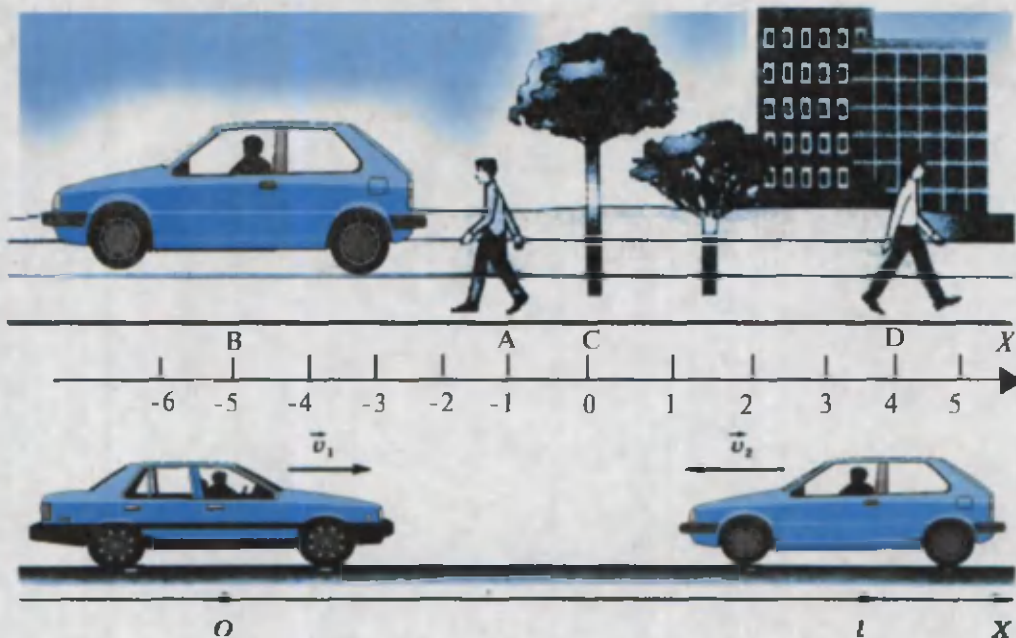
- A) 1; B) 2; C) 3; D) molekula tarkibida uglerod atomi yo'q.

I BOB

KINEMATIKA ASOSLARI

Bu bobda Siz:

- To'g'ri chiziqli tekis harakatning asosiy qonuniyatlari;
- to'g'ri chiziqli notekis harakatning qonuniyatlari;
- egri chiziqli harakat qonuniyatlari bilan tanishasiz.



KIRISH SUHBATI

Aziz o'quvchi!

Siz fizikaning navbatdagi bosqichini o'rganishga kirishdingiz. Bu bosqich «Mexanika» deb ataladi. Kitobni varaqlar ekansiz, undagi ko'pgina kattaliklar, tushunchalar bilan 6-sinfidagi «Mexanik hodisalar» bo'limidan tanish ekanligingizga ishonch hosil qilasiz. Ularga mexanik harakat, harakatning nisbiyligi, o'zaro ta'sir, kuch, mexanik ish va energiya, quvvat va shunga o'xshash masalalar kiradi. 7-sinfda bu tushunchalar hodisa va jarayonlarning qonuniyatlari va sabablari batafsil ochib ko'rsatilgan holda chuqurroq o'rganiladi. Masalan, 6-sinfda faqat to'g'ri chiziqli tekis harakat o'rganilgan bo'lsa, 7-sinfda o'zgaruvchan va egri chiziqli harakatlar ham o'rganiladi. Bu harakatlarni ifodalaydigan kattaliklardan ayrimlari faqat son qiymatiga ega bo'lmasdan, balki yo'nalishga ham ega bo'ladi. Bunday kattaliklarni o'zaro qo'shish, ayirish va ko'paytirish qoidalari ham qisman tanishtirib o'tiladi. Bu borada amaliyotda qo'llashga doir qator masalalar yechib ko'rsatiladi.

O'rganilgan bilimlar Sizga turli mashina va mexanizmlarning ishlash prinsipini tushunishga imkon beradi. Darslikdan, shuningdek, mavzularga oid qiziqarli ma'lumotlarni ham o'qiysiz. Shuni ta'kidlash joizki, mexanika bo'limida o'rganilgan ko'pgina fizik kattaliklar, jumladan, tezlik, tezlanish, kuch, ish, energiya va h. k. lar keyingi 8–9- sinflarda o'rganiladigan elektr hodisalari, molekular fizika va termodinamika, atom va yadro fizikasida ham ishlatiladi.

1-MAVZU

MEXANIK HARAKAT

Atrofimizni o'rab turgan olamda hamma narsa harakatda ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin. Bunda harakat tushunchasini, keng ma'noda, tabiatda ro'y berayotgan har qanday o'zgarish sifatida tushunish mumkin. Ular orasidagi eng oddiy harakat mexanik harakatdir. 6- sinf fizika kursidan Sizga ma'lumki, **jismlarning fazoda joylashgan o'rnining vaqt o'tishi bilan boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishi mexanik harakat deb ataladi.**

Jismlarning harakati kuzatilganda ularning mexanik harakati turlicha bo'lishiga e'tibor beramiz. Masalan, avtomobilni olsak, uning korpusi oldinga yoki orqaga, ya'ni **ilgarilanma harakat** qiladi (1-rasm). G'ildiraklari, sovituvchi parragi, dvigatelidan harakat uzatuvchi qismlari **aylanma harakat** qiladi. Silindr ichidagi porshenning harakatini **tebranma harakat** deyish mumkin. Demak, tabiat va texnikada uchraydigan mexanik harakatlar quyidagi uch turga bo'linar ekan:

1. Ilgarilanma harakat.
2. Aylanma harakat.
3. Tebranma harakat.

Yuqoridagi avtomobil misolida bu uchala harakat bir-biri bilan uzviy bog'langanligini ko'ramiz. Lekin harakat qonunlarini chiqarishda soddalashtirish maqsadida har bir harakat turi alohida ko'rib chiqiladi. Harakat turi qanday bo'lmasin, uni xarakterlovchi umumiy kattaliklar (tezlik, bosib o'tilgan yo'l), tushunchalar (trayektoriya, moddiy nuqta) ta'riflari o'zgarmasdan qoladi (1-lavha).

Masalan, Toshkentdan Nukusga uchayotgan samolyotning tezligini va bosib o'tgan masofasini o'rganishda uni moddiy nuqta deb qarash mumkin. Lekin samolyot qanotini ko'taruvchi kuchni, havoning samolyot bilan ishqalanishini o'rganishda uni moddiy nuqta deb qarab bo'lmaydi.

Chunki bu holda jarayon samolyotning shakliga va o'lchamlariga bog'liq.



1-rasm.

1-lavha

Jismlarning harakat davomida fazoda qoldirgan iziga **trayektoriya** deyiladi. Trayektoriyaning uzunligi jismning o'lchamlariga nisbatan juda katta bo'lsa, jismga **moddiy nuqta** deb qaraladi.

?

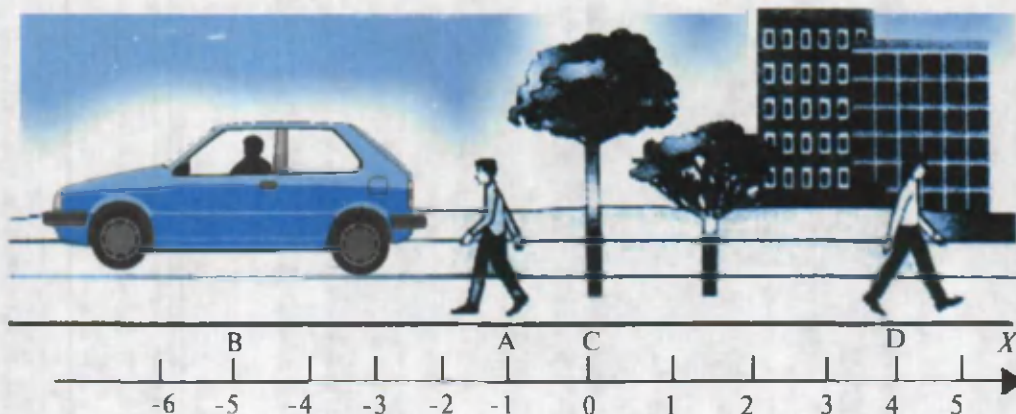
1. Moddiy nuqta – bu real jismmi yoki abstrakt tushunchami?
2. Ilgarilanma, aylanma va tebranma harakatga misollar keltira olasizmi?
3. Moddiy nuqta geometriya kursidagi nuqtadan nimasi bilan farqlanadi?

2-MAVZU

FAZO VA VAQT

Siz o'rtog'ingiz yoki ota-onangiz bilan uchrashganda ko'rgan biror bir hodisani qay tarzda so'zlab berganingizni eslab ko'ring. Masalan: «Kecha ko'chamizga gazga hisoblagich o'rnatuvchilar kelibdi». Bunda voqeani bayon qilishda voqea sodir bo'lgan joyni va vaqtini albatta qo'shib gapiramiz. Demak, har qanday jarayon, voqea, hodisa ma'lum bir makon (fazo)da va vaqtda sodir bo'ladi. Shu jumladan, mexanik hodisalarni xarakterlash uchun ham hodisa sodir bo'layotgan makon (fazo)ni va zamon (vaqt)ni ko'rsatish kerak bo'ladi.

Asfalt yo'lda to'g'ri chiziqli tekis harakat qilib kelayotgan avtomobilni qaraylik (2-rasm). 6- sinfdan ma'lumki, har qanday mexanik harakat nisbiydir. Shunga ko'ra, avtomobilning B nuqtadagi holatini ham biror qo'zg'almas jism, masalan, C daraxtga nisbatan aniqlaymiz. Buning uchun asfalt yo'lga parallel ravishda OX o'qini chizamiz. O nuqtani C daraxtning ro'parasiga joylashtiramiz. Odamlarning boshlang'ich holatini ham mana shu qo'zg'almas C daraxtga nisbatan belgilaymiz. Bunda rasmga e'tibor bersangiz, avtomobilning o'rni C ga nisbatan 5 m ga teng.



2-rasm.

Shunday qilib, jismning o'rnini bitta koordinata o'qi – OX bilan xarakterlash mumkin ekan. Jism o'rnini belgilovchi koordinata qaysi jismga nisbatan olinishiga qarab musbat yoki manfiy qiymatga ega bo'lishi mumkin.

Lekin nuqtalar orasidagi masofa o'lchanganda uning faqat son qiymati olinib, musbat bo'ladi va $|\Delta x| = s$ bo'ladi. Masalan, B nuqtaning koordinatasi x_2 , C nuqtaniki x_1 bo'lsa, $|\Delta x| = |x_2 - x_1|$ bo'ladi. $|\Delta x| = |-(5 - 0)| = |-(5 + 0)| = 5$ m bo'ladi. $|x|$ — belgi matematikada sonning moduli deb ataladi. Jismning koordinatasi sanoq jismga nisbatan metrlarda o'lchanadi.

6-sinf dan masofaning yana qanday birliklarda o'lchanishini eslab ko'ring!

2-lavha

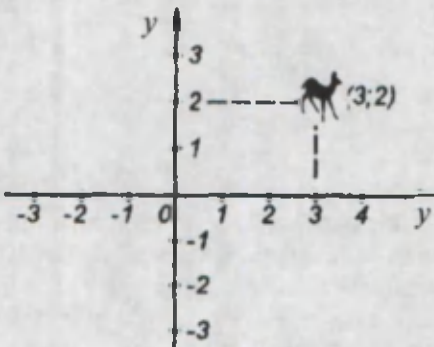
Jismlar harakati qaysi jismga nisbatan qaralayotgan bo'lsa, o'sha jism *sanoq jismi* deb ataladi.

Yuqorida ko'rilgan misolda sanoq jismi C daraxt bo'ladi. Harakatlanish vaqti soat bilan o'lchanadi.

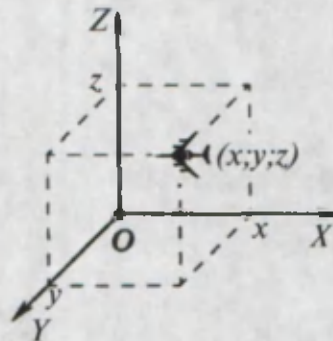
3-lavha

Jismning fazodagi vaziyatini belgilaydigan koordinatalar sistemasi, u bilan bog'liq sanoq jismi va vaqtni o'lchaydigan asbob birgalikda *sanoq sistemasi* deyiladi.

Kundalik turmushda harakatlanayotgan mashinalar, odamlar, hayvonlar va h. k. jismlar har doim ham to'g'ri chiziqli harakatda bo'lavermaydi. Lekin ko'pchiligi Yer sirtida harakatlanadi. Bunda jismning o'rnini ko'rsatish uchun o'zaro tik chizilgan OX va OY o'qlaridan iborat koordinata chiziqlaridan foydalaniladi (3-rasm). Uchayotgan qushlar, havo sharlari, vertolyot, samolyot, kosmik kemalarning fazodagi vaziyatini belgilash uchun qo'shimcha ravishda balandlik beriladi. Bunday holda koordinatalar uch o'lchovli bo'ladi (4-rasm).



3-rasm.



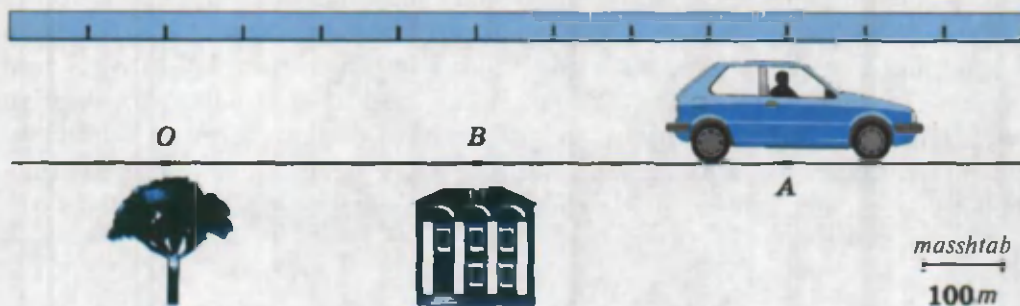
4-rasm.

Vaqt xalqaro birliklar sistemasi(SI)da **sekundlarda** o'lchanadi.

Kinematikaning asosiy vazifasi jismlarning istalgan paytda koordinatasini topishdan iborat bo'lib, u $s = f(t)$ funksional bog'lanish orqali ifodalanadi. Bu qonuniyatdan kelib chiqqan holda, okeanda suzayotgan kema, yo'lda ketayotgan karvon, bulutlar ustida uchayotgan samolyotlar istalgan vaqtda o'z o'rnini topa oladi.

?

1. Sanoq sistemasi bilan koordinatalar sistemasi orasida qanday farq bor?
2. Mashinada borayotgan yo'lovchi mashina spidometri (tezlik o'lchagich)ga qarab uning 90 km/soatni ko'rsatayotganligini aniqladi. Bu tezlik qanday sanoq jismiga nisbatan olinadi?
3. 2-rasmdan odamlarning koordinatalarini belgilang.
4. Avtomobil yo'lining to'g'ri chiziqli sohasida harakatlanayotib A nuqtada to'xtadi (5-rasm). A nuqtaning koordinatasi: a) yo'l chetidagi daraxtga (O nuqta); b) binoga (B nuqta) nisbatan qanday bo'ladi?
5. Quyidagi hollardan:
 - Yer va Oy oralig'idagi masofani aniqlashda;
 - avtomobilning 2 soatda o'tgan masofasini hisoblashda;
 - elektr dvigateli valining aylanish tezligini hisoblashda;
 - yuk avtomobillari kolonnasini yengil avtomobil qancha vaqtda quvib o'tishini hisoblashda;
 - «Paxtakor» stadioni yugurish yo'lkasini sportchi tomonidan yugurib o'tish vaqtini hisoblashda o'rganilayotgan jismni moddiy nuqta deb qarash mumkinmi?



5-rasm.

Qadimgi misrliklar bundan 3000 yil avval sutkani kun va tunga ajratib, 12 soatdan qilib belgilashgan. Sutkani 1/24 qismi 1 soat deb olingan. Vaqt bo'laklarini aniqlashda qo'llaniladigan 60 sonini bobilliklar qo'llagan arifmetikaning asosi bilan bog'lashadi. Soatning 1/60 qismiga bir minut (qadimgi lotinchada *minute* – dastlabki kichik qism), minutning 1/60 qismiga bir sekund (lotincha *second* – ikkinchi mayda qism) olingan. Hozirgi kunda Yer sutkasining davomiyligi o'zgarib turishi aniqlangan. Shu sababli, vaqt etaloni atom va molekulardan chiqayotgan nur parametrlariga bog'langan.

3-MAVZU

SKALYAR VA VEKTOR KATTALIKLAR VA
ULAR USTIDA AMALLAR

Oldingi mavzuda jism koordinatasining sanoq jismiga nisbatan metrlarda, vaqtning sekundlarda o'lanishi aytilgan edi.

4-lavha

Faqat son qiymatiga ega bo'lgan kattaliklar *skalyar kattaliklar* deyiladi.

Ularga 6-sinfda o'rganilgan jismning massa (m) si, hajmi (V), temperaturasi (t°) va h. k. lar kiradi. Taqqoslash uchun ularning son qiymatini bilish yetarlidir. Harakatlanayotgan jismning istalgan paytda fazoning qaysi nuqtasida bo'lishini aniqlash masalasini olib ko'raylik. 6-sinfda to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan jism uchun bu masalaning yechimi ko'rsatilgan edi. Bunda jismning harakati $s = \mathcal{V} \cdot t$ tenglama bilan aniqlanishi aytilgan. To'g'ri chiziqli tekis harakatda jismning tezligi o'zgarmay qolganligi tufayli berilgan t vaqt uchun sanoq jismiga nisbatan jismning bosib o'tgan yo'li (ya'ni koordinatasi)ni topish mumkin. Masalan, Toshkentdan yo'lga chiqqan avtomobil o'rtacha 60 km/soat tezlik bilan harakatlansa 2 soatdan so'ng qaysi joyda bo'ladi?

Masala yechimi ko'rilganda $s = \mathcal{V} \cdot t$ formuladan $s = 60 \text{ km/soat} \times 2 \text{ soat} = 120 \text{ km}$ kelib chiqadi. Bu ma'lumotdan avtomobilning aniq bir joyini aytib bo'lmaydi. Negaki, avtomobil Toshkentdan bir xil uzoqlikda, ya'ni 120 km masofada joylashgan Guliston shahrida yoki Qozog'iston Respublikasi hududida joylashgan Chimkent shahrida ham bo'lishi mumkin. Uning aniq koordinatasini ko'rsatish uchun avtomobil tezligining son qiymatidan tashqari uning qaysi tomonga yo'nalganligi ham berilishi kerak. Demak, fizik kattaliklardan ayrimlari son qiymatidan tashqari yo'nalishga ham ega bo'lar ekan.

5-lavha

Son qiymatiga va yo'nalishga ega bo'lgan kattaliklar *vektor kattaliklar* deyiladi.

Ularni skalyar kattaliklardan farqlash uchun ustiga strelka qo'yilgan harflar bilan belgilanadi. \overline{M} , \overline{F} , \overline{p} va h. k. Vektor kattaliklarga misol tariqasida $\overline{\mathcal{V}}$ dan tashqari 6-sinfda o'rganilgan kuch (\overline{F}), bosim (\overline{p}), kuch momenti (\overline{M}) ni keltirish mumkin. Ayrim hollarda jismga bitta emas, bir nechta kuch ta'sir etishi mumkin. Bunday holda jism harakatini aniqlash uchun natijaviy yig'indi kuchni bilish kerak. Vektor kattaliklarni qo'shish, ayirish va ko'paytirish skalyar kattaliklar ustida bajariladigan amallardan farq qiladi. Odatda, vektorlar

ustida bajariladigan amallar geometriya kursida batafsil ko'riladi. Vektor kattalik chizmada uzunligi son qiymatiga teng va yo'nalishi ko'rsatilgan kesma shaklida ko'rsatiladi (6-rasm). Vektor kattaliklarning son qiymati $|\vec{a}|$ shaklida beriladi. Masalan, \vec{a} vektorning son qiymati uning uzunligi $|\vec{a}| = 2$ sm ga teng bo'lsa, \overline{AB} vektorning son qiymati $|\overline{AB}| = 3,5$ sm ga teng.

Vektorlarni qo'shish ikki usulda amalga oshirilishi mumkin.

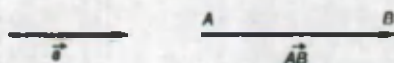
1. Parallelogramm to'ldirish usuli. \vec{a} va \vec{b} vektorlar berilgan bo'lsin (7-rasm). $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$ vektorni topish kerak.

Buning uchun \vec{a} vektorni joyida o'zgartirmay qoldirib, \vec{b} vektorni kattaligi va yo'nalishini o'zgartirmasdan \vec{a} vektorning boshiga (strelka qo'yilmagan uchiga) ko'chirib o'tkaziladi. So'ngra vektorlar ustida parallelogramm to'ldiriladi. Bunda parallelogrammning katta diagonali yig'indi vektorni beradi.

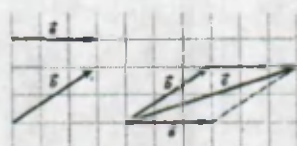
2. Ketma-ket qo'shish usuli. $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{d}$ bo'lsin (8-rasm).

Natijaviy yig'indi \vec{d} vektorni topish uchun \vec{a} vektor oxiriga \vec{b} vektorning boshini, \vec{b} vektor oxiriga \vec{c} vektor boshining yo'nalishlari va kattaliklari o'zgartirilmagan holda ko'chirib o'tkaziladi. \vec{a} vektor boshini \vec{c} vektorning oxiri bilan tutashtirishdan hosil bo'lgan vektor natijaviy yig'indi vektorni beradi.

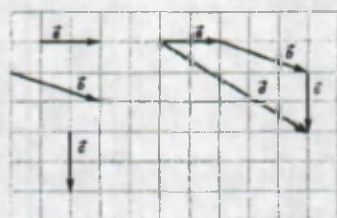
Har ikkala usulda topilgan natijaviy vektor bir xil uzunlikka va yo'nalishga ega bo'ladi.



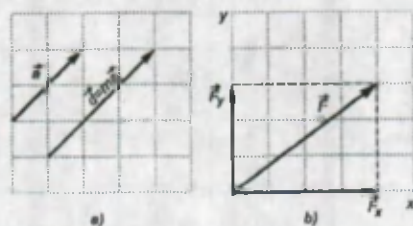
6-rasm.



7-rasm.



8-rasm.



9-rasm.

Ba'zi misollarda «jismning tezligi 2 marta ortirildi» degan jumla uchraydi. Bunda \vec{g} – tezlik vektorini skalyar kattalik m ga ko'paytiriladi.

\vec{a} vektorni m skalyar kattalikka ko'paytirilganda yo'nalishi \vec{a} vektor bilan bir xil, lekin son qiymati m marta katta bo'lgan \vec{d} vektor hosil bo'ladi (9-a rasm): $\vec{d} = m\vec{a}$.

Mexanikada ayrim hollarda teskari masala berilishi mumkin. Masalan, natijaviy yig'indi kuch berilib qo'shiluvchi kuchlarni topish kerak bo'lsin. Bunday holda berilgan \vec{F} vektorni alohida qo'shilgan vektorlarga ajratiladi (9-b rasm). 9-b rasmda \vec{F} vektorni \vec{F}_x va \vec{F}_y vektorlarga ajratish ko'rsatilgan. \vec{F}_x vektorni \vec{F} vektorning OX o'qidagi soyasi yoki proyeksiyasi deyiladi. \vec{F}_y vektorni esa \vec{F} vektorning OY o'qidagi soyasi yoki proyeksiyasi deyiladi.

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

\vec{F}_x va \vec{F}_y vektorlarni qo'shib \vec{F} vektorni hosil qilib ko'ring.

1. Ikkita vektor bir to'g'ri chiziqda yotib, qarama-qarshi yo'nalgan. Agar ularning son qiymatlari bir xil bo'lmasa, natijaviy yig'indi vektor qaysi tomonga yo'naladi va son qiymati qanday aniqlanadi? Chizmasini chizing.

2. Ikkita vektor bir to'g'ri chiziqda yotib, qarama-qarshi yo'nalgan.

Agar ularning son qiymatlari bir xil bo'lmasa, natijaviy ayirma vektor qaysi tomonga yo'naladi va son qiymati nimaga teng bo'ladi?

3. 9-b rasmdagi \vec{F} , \vec{F}_x va \vec{F}_y vektorlarning son qiymatlarini aniqlang.

4. Jismning tezligi 6 m/s. Uni daftaringizda tezlik vektori sifatida chizib ko'ring. Bunda daftardagi bir katakcha uzunligi 1 m/s ga teng deb oling.

5*. Daftarda 0,9 km/soat tezlik grafik ravishda uzunligi 3 sm bo'lgan strelka shaklida chizilgan. Shu masshtabga mos holda 1,5 m/s tezlik vektorini chizing.

4-MAVZU

TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS HARAKATDA BOSIB O'TILGAN YO'L VA TEZLIK

Jismlarning harakatlanish paytidagi tezligining yo'nalishi va kattaligi o'zgarmas bo'lsa, bunday harakatga **to'g'ri chiziqli tekis harakat** deyiladi.

$\vec{g} = \text{const}$ (constans – lotincha o'zgarmas degan ma'noni bildiradi).

6-sinfda tekis harakatga berilgan ta'rifni eslang.

To'g'ri chiziqli tekis harakatda harakat trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Bunda trayektoriyaning istalgan nuqtasidagi tezligi bir xil yo'nalishga va aynan bir xil qiymatga ega bo'ladi (10-rasm).

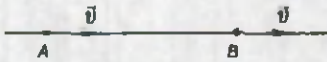
Jismning tekis harakatda bosib o'tgan masofasi $s = g \cdot t$ formulasi yordamida aniqlanishini bilasiz. Bu formula jismning berilgan trayektoriya bo'ylab qancha yo'l bosib o'tganligini aniqlash imkonini beradi. Lekin jismning berilgan vaqtda fazoning qaysi nuqtasida bo'lishini ko'rsatmaydi. Buni aniqlash uchun OX koordinatalar sistemasida A va B jismning $t = 0$ vaqtidagi o'rnini belgilab olamiz (11-rasm). Ular boshlang'ich koordinatalar x_A va x_B deyiladi. $x_A = 1$ m; $x_B = -2$ m. A jism g_1 o'zgarmas tezlik bilan, B jism g_2 o'zgarmas tezlik bilan OX o'qining musbat yo'nalishida harakatlansin. t vaqtda A jism Δx_1 masofani, B jism Δx_2 masofani bosib o'tsin. U holda A jismning koordinatasi $x_1 = x_A + \Delta x_1$ va B jismning koordinatasi $x_2 = x_B + \Delta x_2$ bo'ladi.

To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlikni aniqlash formulasiga ko'ra (6-sinfda o'rganilgan):

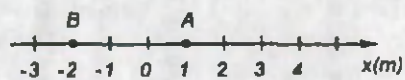
$$g = \frac{s}{t} \text{ dan } g_1 = \frac{\Delta x_1}{t} \text{ va } g_2 = \frac{\Delta x_2}{t};$$

$\Delta x_1 = g_1 \cdot t$ va $\Delta x_2 = g_2 \cdot t$ dan foydalanib jismlarning koordinatalarini aniq ifodalaymiz:

$$x_1 = x_A + g_1 \cdot t \text{ va } x_2 = x_B + g_2 \cdot t$$



10-rasm.



11-rasm.

Demak, sanoq jismi (0 nuqta), koordinatalar sistemasi (OX o'qi) va vaqtdan foydalanib to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan jismning berilgan vaqtdagi o'rnini aniqlash mumkin:

$$x = x_0 + g \cdot t$$

Bosib o'tilgan yo'l va vaqtdan foydalanib tezlik aniqlanishi mumkin:

$$g = \frac{\Delta x}{t}$$

Masala yechish namunasi

1. Jism harakati kuzatilish momentida B nuqtada turgan (11-rasm). Jism $g = 2$ m/s o'zgarmas tezlik bilan harakatlansa, 5 s dan so'ng uning koordinatasi nimaga teng bo'ladi?

To'g'ri chiziqli tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l va tezlik

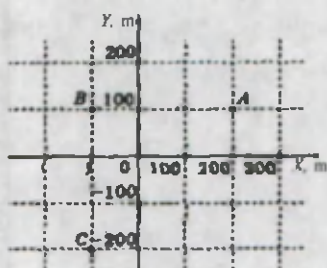
<p>Berilgan: $x_0 = -2 \text{ m}$ $t = 5 \text{ s}$ $g = 2 \text{ m/s}$</p>	<p>Formulasi: $x = x_0 + g_1 \cdot t$</p>	<p>Yechilishi: $x = -2 \text{ m} + 2 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} =$ $= -2 \text{ m} + 10 \text{ m} = 8 \text{ m}$ Javob: koordinata boshidan 8 m masofada.</p>
<p>Topish kerak: $x = ?$</p>		

2. Moddiy nuqta OX o'qi bo'ylab tekis harakatlanmoqda. Vaqtning boshlang'ich $t = 0$ momentida uning koordinatasi 5 m ga, 2 minutdan so'ng koordinatasi 365 m ga teng bo'ldi. Moddiy nuqtaning tezligini toping va harakat tenglamasini yozing.

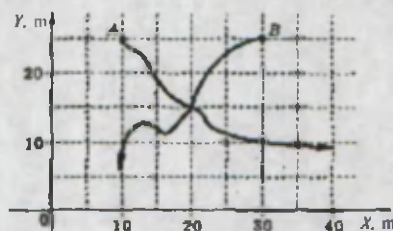
<p>Berilgan: $t = 0$ $t_1 = 2 \text{ min.} = 120 \text{ s}$ $x_0 = 5 \text{ m}$ $x = 365 \text{ m}$</p>	<p>Formulasi: $x = x_0 + g \cdot t$ $g = \frac{x - x_0}{t}$</p>	<p>Yechilishi: $g = \frac{365 \text{ m} - 5 \text{ m}}{120 \text{ s}} = \frac{360 \text{ m}}{120 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $x = 5 + 3 \cdot t$ Javob: $g = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}; x = 5 + 3t.$</p>
<p>Topish kerak: $g = ? x = ?$</p>		



- 11- rasmda berilgan A jism OX o'qining manfiy yo'nalishi bo'ylab harakatlansa uning harakat tenglamasi qanday bo'ladi?
- 12- rasmda A, B, C nuqtalarning XOY koordinatalar sistemasidagi o'rni keltirilgan. Shu nuqtalarning koordinatalarini hamda A va B, B va C, A va C nuqtalar orasidagi masofani aniqlang.
- 13- rasmda A va B jismlarning harakat trayektoriyalari XOY koordinatalar sistemasida keltirilgan. Ularning boshlang'ich koordinatalarini va uchrashgan nuqtasining koordinatasini toping.



12-rasm.



13-rasm.
 2013/186
 A6648

Alisher Navoiy
 nomidagi
 O'zbekiston MK

6. Moddiy nuqtaning harakati $x=2+3t$ tenglama bilan ifodalanadi. Moddiy nuqtaning boshlang'ich koordinatasi x_0 ni, $t_1=1$ s dagi x_1 koordinatasini toping.
7. Moddiy nuqta OX o'qi bo'ylab tekis harakatlanmoqda. Bunda $t_1=2$ s dagi koordinatasi 5 m ga, $t_2=4$ s dagi koordinatasi 1 m ga teng bo'lgan. Moddiy nuqta uchun harakat tenglamasini yozing va tezligini toping.
8. 72 km/soat; 90 km/soat; 30 m/min. larni m/s larda ifodalang.
9. Avtobusning tezligi 20 m/s, poyga avtomobilining tezligi 360 km/soat. Poyga avtomobilining tezligi avtobusning tezligidan necha marta katta?
10. Toshkentdagi «Interkontinental» mehmonxonasidagi lift yuqoriga 3 m/s tezlik bilan tekis ko'tarilmoqda. Lift 60 m balandlikka necha minutda ko'tariladi?

5-MAVZU

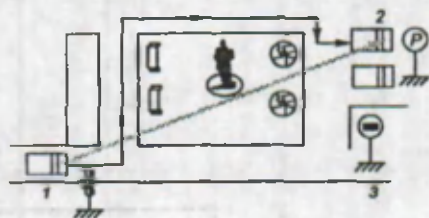
TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS HARAKATDA KO'CHISH

Ertalab shoshib maktabga otlanganingizda qandaydir narsangizni stolingiz ustida unutib qoldirdingiz. Maktabdan kelib qarasangiz, uni olib shkafga qo'yishibdi. Shunda Siz narsangizning bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chib qolganligiga e'tibor berasiz. Bunda narsaning qaysi trayektoriya bo'ylab qancha yo'l bosib o'tganligiga e'tibor bermaysiz. Kundalik turmushda ham jismlarning bir joydan ikkinchi joyga o'tganda ularning qancha masofa o'tganligi emas, balki qancha uzoqlikka ko'chganligini aniqlash muhim bo'ladi. Masalan, asosiy ko'chadan kelib svetofor chiroqlari oldida (1) to'xtab, so'ngra yodgorlik o'rnatilgan xiyobonni aylanib o'tib to'xtagan (2) avtomobilni qaraylik (14-rasm). Bunda avtomobilni 3-nuqtadan kuzatgan odam uni oldin 1-nuqtada, keyin esa 2-nuqtada ko'radi. Demak, kuzatuvchi uchun avtomobil ma'lum t vaqtda 1-nuqtadan 2-nuqtaga ko'chgandek bo'ladi. 15-rasmda daryo bo'ylab harakat qilayotgan qayiqning trayektoriyalari (1 va 2) keltirilgan. Har ikkalasining ham boshlang'ich chiqish joyi (A) va borish manzili bir xil (B). Bunda qayiqlar, qaysi trayektoriya bo'ylab harakatlanishidan qat'i nazar, A nuqtadan B nuqtaga ko'chadi (6-lavha).

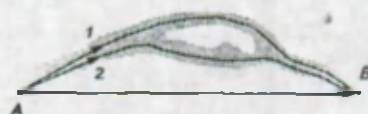
6-lavha

Jismning boshlang'ich joylashgan o'rnini oxirgi o'rni bilan tutashtiruvchi vektorga ko'chish deyiladi.

\vec{U} bilan belgilanadi. Ko'chish ham yo'l kabi metrlarda o'lchanadi.



14-rasm.



15-rasm.

Umumiy holda ko'chish trayektoriya bilan mos kelmaydi. Ko'chish moduli esa bosib o'tilgan yo'lga teng bo'lmaydi. Masalan, avtomobil Toshkentdan Guliston shahriga borib keldi. Bu shaharlar orasidagi masofa 120 km ga teng. Shunga ko'ra umumiy bosib o'tilgan yo'l 240 km ni tashkil etsa-da, ko'chish kattaligi nolga teng bo'ladi. Faqat to'g'ri chiziqli harakatda ko'chish va trayektoriya o'zaro mos keladi hamda harakat bir tomonga bo'lsa bosib o'tilgan yo'l ko'chish moduliga teng bo'ladi. Boshqa harakatlarda ko'chish kattaligi yo'lga nisbatan kichik bo'ladi.

1. *Ko'chish deb nimaga aytiladi? Bosib o'tilgan yo'l va ko'chish nimasi bilan farq qiladi?*
2. *Ko'chish va bosib o'tilgan yo'l o'zaro teng bo'lmaydigan holatlarga misollar keltiring.*
3. *Xazinalar orolida yashirilgan boyliklar ko'milgan joy ko'rsatilgan xaritada: «Katta baobob daraxtidan shimolga tomon 20 qadam, so'ngra sharq tomonga 15 qadam yuriladi», deyilgan. Dasturaringizda 5 qadamni 1 sm ga teng deb olib xarita chizing va daraxtdan xazina turgan joygacha bo'lgan masofani chizg'ich vositasida aniqlang.*
4. *Bir kishi Termiz shahridan Toshkentga taksida, ikkinchi odam samolyotda keldi. Ular bosib o'tilgan yo'lga pul to'laydimi yoki ko'chishga?*
5. *Yerdan 1 m balandlikda turib yuqoriga tik ravishda koptokcha otildi. Bunda koptokcha 2 m ko'tarilib yerga tushdi. Koptokchani bosib o'tgan yo'li va ko'chishini aniqlang.*



6-MAVZU

MEXANIK HARAKATNING NISBIYLIGI

Oldin aytib o'tganimizdek, mexanik harakat nisbiydir. Jism bir sanoq sistemasida tinch holatda bo'lsa, shu vaqtda boshqa sanoq sistemasida harakatda bo'lishi mumkin. Jismning harakat trayektoriyasi ham nisbiy bo'ladi. Masalan, harakatlanayotgan avtomobil dvigatelining sovituvchi parragi avtomobil korpusiga nisbatan aylanma harakatda bo'lsa, tashqaridagi kuzatuvchi uning harakatini yerga nisbatan vintsimon ko'rinishda kuzatadi.

Jismning ko'chishi, bosib o'tgan yo'li va uning tezligi ham bir sanoq sistemasidan ikkinchisiga o'tganda o'zgaradi.

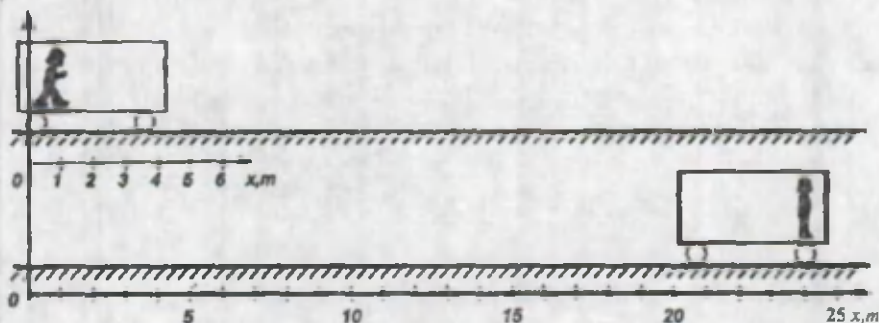
Masalan, vagon ichida harakatlanayotgan qizchani harakatini vagon ichidagi va vagondan tashqaridagi odamlar kuzatayotgan bo'lsin (16-rasm). Kimdir vagon ichida qizchani harakatini kuzatgan bo'lsa, uni 4 m ga ko'chdi deydi. Boshqasi vagondan tashqarida turib kuzatsa, uni 24 m masofaga ko'chdi deb ta'kidlaydi.

Ulardan qaysi biri haq?

Siz ham rasmga qarab qizchani harakatini ko'chishini aniqlang.



Ikkalasining ham gapi to'g'ri. Chunki har ikkala holda ko'chish turli sanoq jismga nisbatan aniqlanadi.

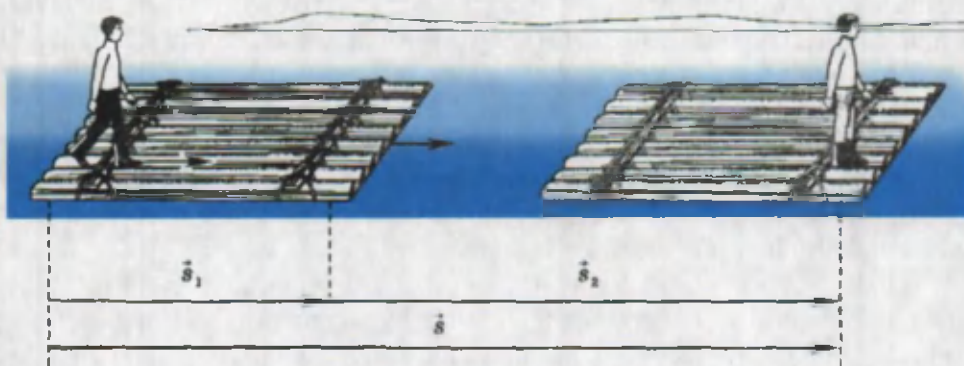


16-rasm.

Ko'pgina amaliy masalalarni yechishda jismning bir sanoq sistemasidagi tezligi ma'lum bo'lsa, ikkinchisiga nisbatan tezligini bilish zarur bo'ladi. Masalan, daryo bo'ylab qatnaydigan teploxodning qatnash jadvalini tuzish kerak bo'lganda uning qirg'oqqa nisbatan tezligi oqim bo'ylab suzganiga nisbatan suv oqimiga qarshi suzganida boshqa bo'lishini e'tiborga olish kerak bo'ladi.

Bir sanoq sistemasidan ikkinchisiga o'tganda jismning ko'chishi va tezligini aniqlash formulasini topaylik.

Daryo oqimi bo'ylab sol suzayotgan bo'lsin. Uning ustidagi odam solning bir uchidan ikkinchi uchi tomon yurib o'tsin (17-rasm).



17-rasm.

Odamning harakatini qirg'oq bilan bog'liq sanoq sistemasida (qo'zg'almas sanoq sistema) va sol bilan bog'liq sanoq sistemasida (qo'zg'aluvchan sanoq sistema) qaraylik. Shunda odamning solga nisbatan ko'chishi ma'lum bir vaqtda \vec{s}_1 ga teng bo'lsa, solning qirg'oqqa nisbatan ko'chishi \vec{s}_2 ga teng bo'ladi.

Shunda odamning qirg'oqqa nisbatan ko'chishini \vec{s} bilan belgilasak,

$$\bar{s} = \bar{s}_1 + \bar{s}_2$$

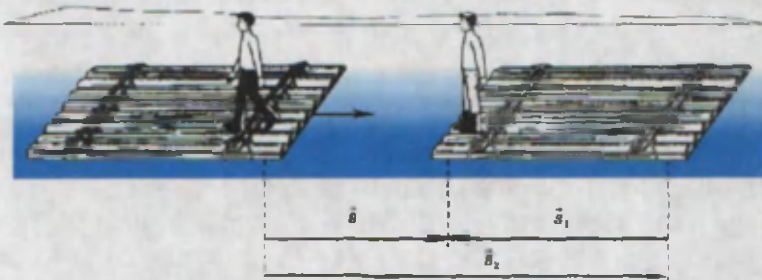
ga teng bo'ladi.

Odam solda daryo oqimiga qarshi yo'nalishda yurayotgan holni qaraylik (18-rasm).

Bunday holda odamning qirg'oqqa nisbatan ko'chishi

$$\bar{s} = \bar{s}_1 - \bar{s}_2$$

bilan aniqlanadi.



18-rasm.

Tinch turgan sanoq sistemasida jismning harakat tezligi \bar{v} ni aniqlash uchun \bar{s} ko'chish uchun olingan ifodani hadma-had t vaqtga bo'lamiz:

$$\frac{\bar{s}}{t} = \frac{\bar{s}_1}{t} + \frac{\bar{s}_2}{t} \text{ yoki}$$

$$\bar{v} = \bar{v}_1 + \bar{v}_2$$

Bunda \bar{v}_1 – jismning harakatlanayotgan sanoq sistemasidagi tezligi, \bar{v}_2 – tinch turgan sanoq sistemasiga nisbatan harakatlanayotgan sanoq sistemasining tezligi.

Xulosa: ko'chish sanoq sistemasining tanlanishiga bog'liq.

Quyida berilgan hol uchun daftaringizda chizma chizing va undan chizg'ich yordamida bosib o'tilgan yo'lni va ko'chishni aniqlang.

Chumoli daraxt shoxida to'g'ri chiziq bo'ylab 4 sm yurdi. So'ngra o'ng tomonga unga tik yo'nalishdagi shoxchadan 3 sm yurdi.

1. Ko'chish va tezlik sanoq sistemasiga bog'liq bo'ladigan holatlarga misol keltira olasizmi?
2. Toshkent halqa yo'lida bir nuqtadan chiqqan avtomobillardan biri soat strelkasi yo'nalishida, ikkinchisi unga qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanib qayta uchrashishdi. Ularning bir-biriga nisbatan va harakat boshlangan nuqtalariga nisbatan ko'chishlari nimaga teng bo'ladi?

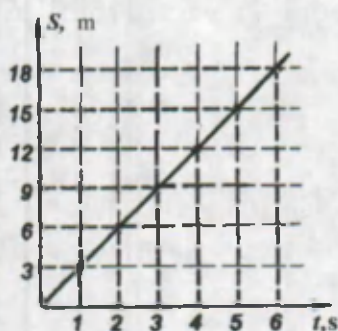
7-MAVZU

HARAKATNI GRAFIK RAVISHDA IFODALASH

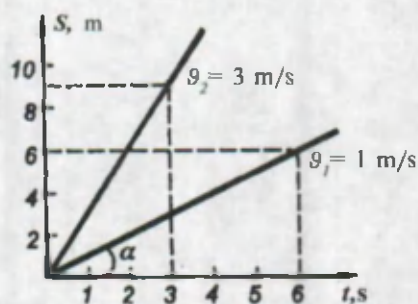
Oldingi mavzularda to'g'ri chizikli tekis harakatlanayotgan jismning bosib o'tgan masofasini $s = v \cdot t$ formula bilan aniqlanishi aytilgan edi. Tekis harakat qilayotgan biror bir jismning tezligi $v = 3 \text{ m/s}$ bo'lsin. U holda jismning bosib o'tgan masofasining vaqtga bog'liqligini quyidagi jadvalda keltirish mumkin:

t, s	0	1	2	3	4	5	6
s, m	0	3	6	9	12	15	18

Jadvaldan bosib o'tilgan yo'lning vaqtga bog'liqlik xarakteri qanday bo'lishi bevosita ko'rinmaydi. Bu bog'lanishni sifat jihatdan tavsiflash uchun uni grafik usulda ifodalash qulaydir. Buning uchun o'zaro perpendikular o'qlar o'tkaziladi. Absissa o'qiga vaqt bo'laklarini, ordinata o'qiga esa bosib o'tilgan masofani qo'yamiz. Vaqtning har bir qiymatiga mos kelgan nuqtalaridan ordinata o'qiga parallel chiziq o'tkazamiz. Shu vaqtlarga mos kelgan yo'l qiymatlaridan ham absissa o'qiga parallel chiziqlar o'tkaziladi.



19-rasm.

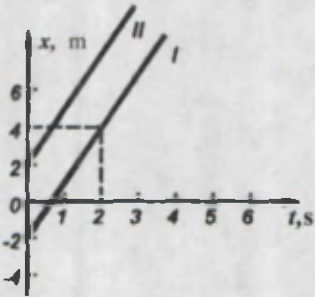


20-rasm.

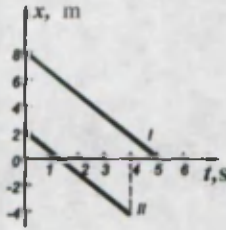
O'tkazilgan chiziqlar kesishgan nuqtalar bir vaqtning o'zida ham yo'l s ga, ham vaqt t ga tegishli bo'ladi. Bu nuqtalar birlashtirilganda to'g'ri chiziq hosil bo'ladi (19-rasm). Bu chiziqni **yo'lning vaqtga bog'liqlik grafigi**, qisqacha **yo'l grafigi** deyiladi. Biz ko'rgan misolda yo'l grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. 19-rasmdan ko'rinadiki, har qanday tekis harakatlanayotgan jismning yo'l grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Bunga, aksincha, yo'l grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan jism harakati tekis bo'ladi. 20-rasmda $v_1 = 1 \text{ m/s}$ va $v_2 = 3 \text{ m/s}$ tezlik bilan tekis harakatlanayotgan ikkita jismning yo'l grafiglari

keltirilgan. Grafikdan ko'rinadiki, tezligi katta bo'lgan $\vartheta_2 > \vartheta_1$, jismning absissa o'qi bilan hosil qilgan burchagi α kattaroq bo'ladi, ya'ni tikkaroq joylashadi. Demak, bundan kelib chiqadigan xulosa shuki, bir xil masshtabda chizilgan yo'l grafigining tikkaligiga qarab qaysi jismning tezligi katta ekanligini aniqlash mumkin ekan.

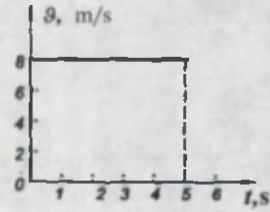
$\vartheta = 2 \text{ m/s} = \text{const}$ bo'lgan hol uchun yo'l grafigini chizib ko'ring.



21-rasm.



22-rasm.



23-rasm.

21-rasmda tezliklari bir xil, lekin boshlang'ich x_0 koordinatalari har xil bo'lgan jismlarning (I va II) yo'l grafiklari keltirilgan. Ularning harakat tenglamalari mos ravishda $x_I = -2 + 2t \text{ (m)}$ va $x_{II} = 2 + 2t \text{ (m)}$ bilan ifodalanadi.

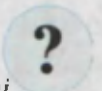
22-rasmda harakat tenglamalari mos ravishda $x_I = 8 - 1,6t \text{ (m)}$ va $x_{II} = 2 - 1,6t \text{ (m)}$ bilan ifodalangan hamda tezlik yo'nalishi OX koordinata o'qining yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lgan jismlar harakatining yo'l grafigi keltirilgan.

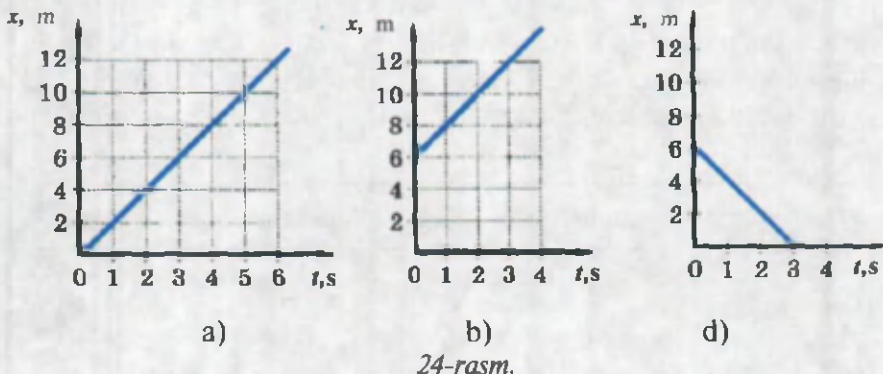
Yo'l grafigi singari tezlikning vaqtga bog'liqlik grafigini ham chizish mumkin. Buning uchun ordinata o'qiga tezlikni, absissa o'qiga vaqtni qo'yamiz (23-rasm).

Tekis harakatda tezlik grafigi absissa o'qiga parallel bo'ladi.

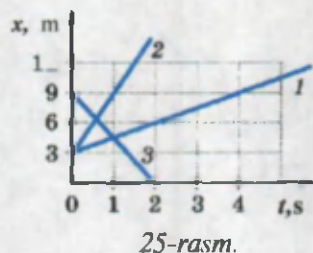
Bundan tezlik grafigi vaqt o'qiga parallel bo'lgan harakat har doim tekis harakat bo'lishi kelib chiqadi.

1. 17-rasmdagi yo'l grafigidan foydalanib jismning $t = 4 \text{ s}$ da qanday masofani o'tganligini aniqlang.
2. Jismning harakat tezligi $\vartheta = 4 \text{ m/s} = \text{const}$ bo'lgan hol uchun tezlik grafigini chizing.
- 3*. Jism dastlabki 3 s da o'zgarmas 5 m/s tezlik bilan, so'ngra 2 s davomida o'zgarmas 4 m/s tezlik bilan harakatlandi. Tezlik grafigini chizib ko'ring.
- 4*. 24-a, b, d rasmlarda ifodalangan yo'l grafiklaridan foydalanib ularning harakat tenglamalarini yozing, tezliklarini hisoblang va harakat yo'nalishlarini aniqlang.





5. Daftaringizga 180 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning yo'l va tezlik grafiklarini chizing. Boshlang'ich koordinatani $x_0 = 0$ deb oling.
6. Samolyot 720 km/soat tezlik bilan 25 minut davomida uchdi. Uning yo'l grafigini chizing. Masshtabni vaqt o'qi uchun 5 min – 1 sm deb oling; bosib o'tilgan masofani ifodalaydigan koordinata o'qini mustaqil tanlang.
7. 25-rasmda keltirilgan grafikda uchta jismning yo'l grafiklari keltirilgan. Jismlarning harakat tezliklarini va bir-biriga nisbatan harakat yo'nalishlarini aniqlang.



8-MAVZU

NOTEKIS HARAkatDA TEZLIK

Kundalik turmushda harakatlanayotgan jismlar kuzatilganda ularning harakati ko'pgina hollarda notekis bo'lishiga e'tibor beramiz. Masalan, bekatdan chiqayotgan avtobus tezligini orttirib borsa, unga yaqinlashayotganda tezligini pasaytirib keladi.

6-sinfda notekis harakatga berilgan ta'rifni eslang.

Kuzatilayotgan holda jismning tezligi haqida aniq raqamni aytib bo'lmaydi. Chunki trayektoriyaning turli qismlaridagi aynan bir xil masofani bosib o'tish uchun turlicha vaqt kerak bo'ladi. Bunday hollarda o'rtacha tezlik tushunchasidan foydalaniladi.

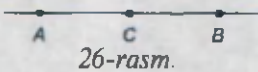
6-sinfda o'rtacha tezlikka berilgan ta'rifni eslang.

$$\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{s}{t}$$

Bu formuladan bosib o'tilgan yo'l va shu yo'lni bosib o'tish uchun sarflangan vaqtni

$$s = \mathcal{G}_{o'rt} \cdot t \text{ va } t = \frac{s}{\mathcal{G}_{o'rt}}$$

formulalar yordamida hisoblash mumkin. Jism A punkt dan B punktga borgan holni qaraylik (26-rasm). Bunda o'rtacha tezlik $\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{s_{AB}}{t}$ formula bilan aniqlansa,



uni butun AB oraliq uchun topilgan o'rtacha tezlik deyiladi. Lekin bu topilgan tezlikdan AC oraliq yoki CB oraliq uchun alohida foydalanib bo'lmaydi.

Aksincha, AC va CB oraliqlar uchun alohida-alohida o'rtacha tezliklar aniqlangan bo'lsa, ulardan butun AB oraliq uchun o'rtacha tezlikni topish mumkin. AC oraliq uchun o'rtacha tezlikni $\mathcal{G}_1 = \frac{s_{AC}}{t_1}$ va CB oraliq uchun $\mathcal{G}_2 = \frac{s_{CB}}{t_2}$ formula orqali aniqlaylik. U holda

$$\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{s_{AB}}{t} = \frac{s_{AC} + s_{CB}}{t_1 + t_2}, \quad s_{AC} = \mathcal{G}_1 \cdot t_1 \text{ va } s_{CB} = \mathcal{G}_2 \cdot t_2 \text{ dan}$$

$$\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{\mathcal{G}_1 t_1 + \mathcal{G}_2 t_2}{t_1 + t_2} \text{ bo'ladi.}$$

Umumiy holda oraliqlar ko'p bo'lsa:

$$\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{\mathcal{G}_1 t_1 + \mathcal{G}_2 t_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}$$

bilan aniqlanadi.

Jism trayektoriyasining ma'lum oralig'idagi o'rtacha tezligini bilgan holda, uning istalgan momentda qaysi nuqtasida bo'lishini aniqlash mumkin emas. Masalan, avtomobil 6 soat mobaynida 300 km yo'l bosib o'tgan bo'lsin. U holda avtomobil har soatda o'rtacha 50 km masofani o'tgan bo'ladi. Lekin u, trayektoriyaning qaysidir sohasida to'xtab turgan, qaysi bir sohasida 70 km/soat yoki 20 km/soat tezlik bilan harakatlangan bo'lishi mumkin. Demak, shu oraliqda 1 soatdan yoki 2 soatdan keyin qaysi nuqtasidan o'tganligini aytib bo'lmaydi.

Masala yechish namunasi

Avtomobil bir shahardan ikkinchi shaharga borishda o'rtacha 60 km/soat tezlik bilan, qaytishda esa o'rtacha 40 km/soat tezlik bilan harakatlandi. Avtomobilning butun yo'l davomidagi tezligini aniqlang.

Berilgan	Formulasi	Yechilishi
$g_1 = 60 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$ $g_2 = 40 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$	$g_{o'r} t = \frac{s_{borish} + s_{kelish}}{t_1 + t_2};$ $S_{borish} = S_{kelish} = S$ $t_1 = \frac{s}{g_1}; t_2 = \frac{s}{g_2}$ $g_{o'r} = \frac{2s}{\frac{s}{g_1} + \frac{s}{g_2}} = \frac{2}{\frac{1}{g_1} + \frac{1}{g_2}} = \frac{2g_1 \cdot g_2}{g_2 + g_1}$	$g_{o'r} = \frac{2 \cdot 60 \frac{\text{km}}{\text{soat}} \cdot 40 \frac{\text{km}}{\text{soat}}}{60 \frac{\text{km}}{\text{soat}} + 40 \frac{\text{km}}{\text{soat}}} =$ $= \frac{120 \cdot 40 \frac{\text{km}}{\text{soat}}}{100} = 48 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$
Topish kerak		Javob: $g_{o'r} = 48 \frac{\text{km}}{\text{soat}}$
$g_{o'r} = ?$		

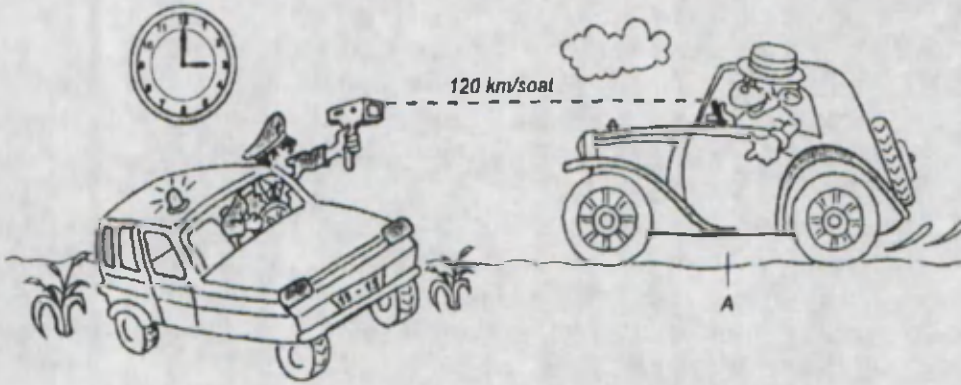


Topilgan qiymat o'rtacha arifmetik qiymat $g = \frac{g_1 + g_2}{2} = 50 \text{ km/soat}$ bilan mos kelmasligiga e'tibor bering.

Yuqorida aytganimizdek, o'rtacha tezlik harakatlanayotgan jismning haqiqiy tezligini bildirmaydi. Toshkentdan Andijonga borayotgan avtomobilda haydovchi juda ko'p marta spidometrqa qaraydi va tezlikni nazorat qiladi. Shahar ichida, aholi yashaydigan qishloq yo'llarida avtomobil tezligini cheklovchi belgilarga (50) e'tibor bergan bo'lsangiz kerak. Haydovchilarning bunday cheklash qoidalariga rioya qilishlarini yo'l-patruil xizmati xodimlari nazorat qilib, qo'llaridagi tezlik o'lchagich (radar) bilan yaqinlashayotgan avtomobil tezligini o'lchashadi. Xo'sh, bu o'lchangan tezlik jismning qanday tezligi bo'ladi? 27-rasmga qarab bu tezlik avtomobil trayektoriyasining A nuqtasidagi tezligi yoki soat 15^{00} bo'lgandagi tezligi ekanligini aytamiz (7-lavha).

7-lavha

Jism trayektoriyasining ma'lum bir nuqtasidagi yoki vaqtning aynan shu lahzasidagi tezligi *oni* tezlik deyiladi.



27-rasm.

Shu o'ta qisqa vaqt oralig'ida jism tezligi taxminan o'zgarmaydi deb hisoblanadi.

1. Qanday harakatda o'rtacha va oniy tezliklar o'zaro teng bo'ladi?
2. Avtomobil spidometri qanday tezlikni ko'rsatadi?
3. O'rtacha tezlik oniy tezlikdan kichik bo'lishi mumkinmi?
4. Odam o'z soyasidan ko'ra tezroq yugura oladimi?



1-mashq.

1. Avtomobil 200 km yo'lni 2,5 soatda bosib o'tdi. O'rtacha tezlik nimaga teng? (Javob: 80 km/soat.)

2. Asalari 1 soat davomida asal yig'ish uchun 20 km masofani o'tdi. Uning o'rtacha tezligi nimaga teng? (Javob: 5,5 m/s.)

3. Quyvon bo'ridan qo'rqib qochdi va 10 s ichida iniga yetib bordi. Agar quyvonning o'rtacha tezligi 60 km/soat bo'lsa, inidan qancha uzoqlikda bo'lgan? (Javob: 166,7 m.)

4. Yer ekvatorining uzunligi 40000 km. Agar samolyot 1000 km/soat tezlik bilan uchsa, Yer ekvatorini qancha vaqtda aylanib chiqadi?

5. Kosmosga birinchi bo'lib uchgan kosmonavt Y.A.Gagarin Yer atrofini 89 minutda uchib o'tgan edi. Uning bosib o'tgan masofasini taxminan yer ekvatori uzunligiga teng deb olib kosmik kemaning o'rtacha tezligini toping.

6. Sportchi 60 m masofani 9,6 s da bosib o'tdi. U o'rtacha qanday tezlikda yugurgan?

7. Avtomobil yo'lining yarmini 70 km/soat tezlik bilan, qolgan yarmini 90 km/soat tezlik bilan o'tdi. Butun yo'lda uning o'rtacha tezligi qanday bo'lgan? (Javob: 78,75 km/soat.)

8. Avtomobil harakat vaqtining yarmida 60 km/soat, keyingi yarmida 70 km/soat tezlik bilan yurgan. Avtomobilning butun yo'ldagi o'rtacha tezligi qanday? (Javob: 65 km/soat.)

9. Yosh bambuk daraxti bir sutkada 86,4 sm gacha o'sishi mumkin. U 1 minutda qanchaga o'sishi mumkin? (*Javob: 0,06 sm.*)

10. Poyezd 450 km yo'lni bosib o'tdi. Bunda u dastlabki ikki soat davomida 110 km/soat tezlik bilan yurdi. So'ngra bekatda 10 minut to'xtab turdi. Qolgan yo'lni 90 km/soat tezlik bilan o'tdi. Poyezdning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini aniqlang. (*Javob: ≈ 92 km/soat.*)

11. Mototsiklchi harakatining dastlabki ikki soatida 90 km yo'lni bosib o'tdi. Keyingi uch soat ichida 60 km/soat tezlik bilan harakatlandi. Mototsiklchining butun yo'ldagi o'rtacha tezligini aniqlang. (*Javob: 54 km/soat.*)

12. Poyezd yo'lning to'rtidan bir qismini 60 km/soat tezlik bilan o'tdi. Agar poyezdning butun yo'ldagi o'rtacha tezligi 40 km/soatga teng bo'lgan bo'lsa, yo'lning qolgan qismini qanday tezlik bilan o'tgan? (*Javob: 36 km/soat.*)



Ba'zi jismlarning o'rtacha tezligi juda kichik. Arktika yaqinidagi muzliklar haftasiga bir metr masofaga siljiydi. Yer yoriqlari yil davomida bir necha sm ga suriladi. Oy Yerdan bir yilda 3 sm masofaga uzoqlashmoqda. Ayrim obyektlarning o'rtacha tezligi quyidagicha (m/s larda): inson qonining kapillarlardagi oqishi 0,0005–0,02; venada 0,1–0,2; arteriyada 0,2–0,5; chumoli – 0,01; metro eskalatori 0,7–0,9; piyoda–1,8; kuchsiz shamol 3,5–5,5; metro poyezdi – 11; passajir poyezdi 16; pashsha – 18; sport avtomobili – 70; samolyot – 270; tovush (havoda) – 330; reaktiv avtomobil – 340; havodagi molekula – 500; miltiq o'qi – 700; reaktiv qiruvchi samolyot – 1000; Oyning Yer atrofidagi tezligi – 1000; Yerning sun'iy yo'ldoshi – 7900; Yerning Quyosh atrofidagi tezligi – 29600; Quyosh tizimining (Quyosh o'z sayyorolari bilan birgalikda) Galaktikadagi harakati 210000; yorug'lik nuri, radioto'lqinlar 300 000 000 ga teng.

9-MAVZU

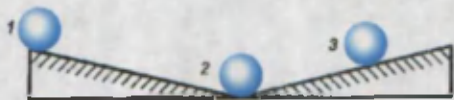
TO'G'RI CHIZIQ BO'YLAB TEKIS O'ZGARUVCHAN HARAKAT

Faraz qilaylik, siz ketayotgan avtobus chorrahadagi svetoforming qizil chirog'i oldiga yoki poyezd o'tayotgan yo'ldagi shlagbaum oldiga kelib to'xtadi. Svetoforming yashil chirog'i yonganda barcha transport vositalari harakatga keladi. Shunda avtobus yonidan ayrim yengil avtomobillarning o'tib ketganligini, ayrim yuk mashinalari esa qolib ketganligini ko'rasiz.

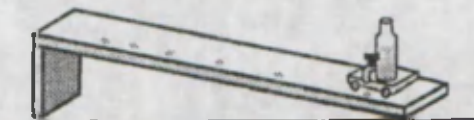
Demak, ular tinch holatdan harakat boshlasalar-da, ayrimlari o'z tezligini ko'proq, boshqalari esa kamroq oshirib boradilar. Shunday tajribani ko'raylik (28-rasm).

Qiya novdan biror bir metall sharchani 1-holatdan qo'yib yuborsak, pastga tomon dumalaydi. Diqqat bilan uning harakati kuzatilsa 2-holatga borguncha sharcha tezligi ortib borishini sezish mumkin. Sharchaning bundan keyingi harakati pastdan yuqoriga tomon borganligi sababli tezligi ham pasayib boradi.

Sharcha 3-holatga kelganda tezlik 0 gacha kamayib to'xtaydi. Demak, sharchaning butun trayektoriyasidagi harakati notekis bo'ladi. 1-holatdan 2-holatgacha sharcha harakati tezlanuvchan, 2-holatdan 3-holatgacha bo'lgan harakati sekinlanuvchan bo'ladi. Tezlik o'zgarishini miqdoriy jihatdan tavsiflash uchun tajribani quyidagicha o'zgartiramiz (29-rasm).

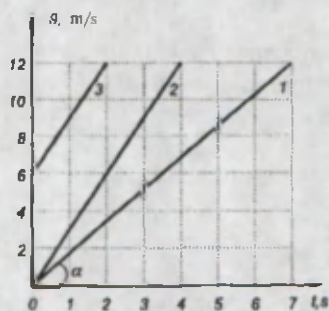


28-rasm.

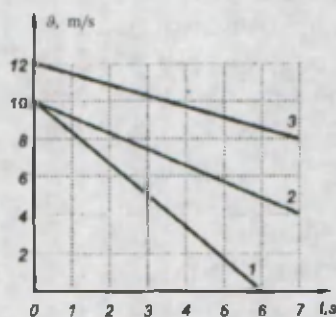


29-rasm.

Qiya tekislik ustiga aravacha qo'yamiz. Aravacha ustiga rangli suyuqlik solingan jo'mrakli idish o'rnatiladi. Jo'mrakni shunday ochamizki, undan suyuqlik tomchilab tushsin. Aravachani qo'yib yuborsak, idishdan tushgan tomchilar tekislik ustida iz qoldiradi. Tomchilar uzilishi bir xil vaqt oralig'ida yuz bersa-da, tomchi izlari orasidagi masofa bir xil emas. Aravacha pastga harakatlangan sari tomchi izlari orasidagi masofa ham ortib boradi. Demak, vaqt o'tishi bilan oniy tezlik ham, o'rtacha tezlik ham ortib boradi. Tezlanuvchan harakatda tezlik grafigi 30-rasmda keltirilgan.

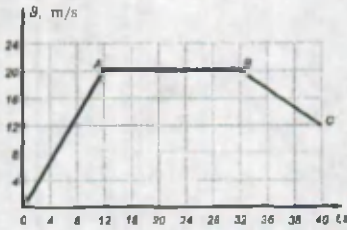


30-rasm.



31-rasm.

Rasmdan ko'rinadiki, 1-jism dastlabki 4 s davomida o'z tezligini 0 dan 7 m/s gacha oshiradi. 2-jism esa shu davrda tezligini 0 dan 12 m/s gacha oshiradi. Demak, 2-jismning tezligi 1-jismga nisbatan ko'proq ortib borar ekan. 3-jism boshlang'ich $v_0 = 6$ m/s tezlikka ega bo'lib, keyinchalik vaqt o'tishi bilan tezligini oshirib boradi. Jismlarning tezlik grafigini solishtirish shuni ko'rsatadiki, grafikdagi chiziqning absissa o'qi bilan hosil qilgan α burchak qancha katta bo'lsa, tezlik o'zgarishi ham shuncha katta bo'ladi. 31-rasmda sekinlanuvchan harakatda jismlar tezligining o'zgarishi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, 1-jism boshlang'ich $v_0 = 10$ m/s tezlikka ega bo'lib, 6 s vaqt davomida tezligini 0 gacha kamaytiradi, ya'ni to'xtaydi. 2-jism xuddi shunday boshlang'ich tezlikka



32 -rasm.

ega bo'lib, bu vaqt davomida tezligini 5 m/s gacha kamaytiradi. Demak, 1-jismda tezlik o'zgarishi ko'proq ekan. Kundalik turmushda harakatlanayotgan jismlar faqat tezlanuvchan yoki sekinlanuvchan harakatda bo'lmaydi. Ular ma'lum vaqt davomida tezlanuvchan, so'ngra tekis, keyin sekinlanuvchan harakat qilishi mumkin (32-rasm).



1. Qanday harakatga o'zgaruvchan harakat deyiladi?
2. To'g'ri chiziqli sekinlanuvchan harakatda tezlik vektori qaysi tomonga yo'nalgan?
3. 29-rasmdagi tezlik grafigidan foydalanib 2-jismning $t_1 = 2$ s dan $t_2 = 4$ s gacha bo'lgan vaqt oralig'idagi tezlik o'zgarishini toping.
4. 30-rasmdagi tezlik grafigidan foydalanib 1-jismning $t_1 = 10$ s dan $t_2 = 6$ s gacha bo'lgan vaqt oralig'idagi tezlik o'zgarishini toping.
5. 31-rasmdagi tezlik grafigidan foydalanib jismning sekinlanuvchan harakat qilgan vaqt oralig'ini toping.

10-MAVZU

TEKIS O'ZGARUVCHAN HARAKATDA TEZLANISH

Oldingi mavzuda o'zgaruvchan harakatda jism harakatining tezligi vaqt o'tishi bilan o'zgarishi aytilgan edi. Jismlar tezligining vaqtga bog'liqligi keltirilgan 30-rasmga yana bir bor e'tibor beraylik. Unda 4 s davomida 1-jismning tezligi 7 m/s ga, 2-jismniki esa shu vaqtda 12 m/s ga ortganligi aytib o'tilgan edi. Demak, jismlar o'z tezligini aynan bir xil vaqt davomida turlicha o'zgartirishi mumkin ekan. Buni tavsiflash uchun alohida fizik kattalik tezlanish kiritilgan (8-lavha).

8-lavha
Vaqt birligi ichida tezlik o'zgarishiga tezlanish deyiladi.

$$\bar{a} = \frac{\bar{v} - \bar{v}_0}{t}$$

$$\text{Tezlanish} = \frac{\text{tezlik o'zgarishi}}{\text{vaqt}};$$

\bar{v}_0 – jismning boshlang'ich tezligi;

\bar{v} – jismning t vaqtdan keyingi tezligi;

\bar{a} – jismning tezlanishi.

Tezlanish ham tezlik kabi vektor kattalikdir. Uning yo'nalishi $\Delta\bar{v} = \bar{v} - \bar{v}_0$ tezlik vektorlari ayirmasidan hosil bo'lgan $\Delta\bar{v}$ vektor yo'nalishida bo'ladi.

Tezlanishning birligi $\left[\bar{a} \right] = \frac{1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Shunday qilib, SI birliklar sistemasida tezlanish *metr taqsim sekund kvadrat*, ya'ni $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ larda o'lchanadi. Tezlanish tushunchasi jism tezligining qanchalik tez o'zgarishini anglatadi. Agar $a = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ bo'lsa, bu holat jism tezligining har 1 sekunda $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ga ortishini bildiradi.

9-lavha

O'zgaruvchan harakatda jismning tezligi istalgan teng vaqlar oralig'ida bir xil qiymatga ortib borsa, bunday harakatni tekis *tezlanuvchan harakat* deyiladi.

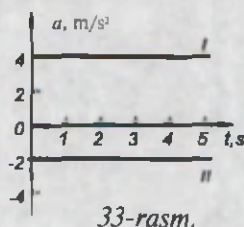
Bunda \bar{a} ning qiymati har doim \bar{a}_0 dan katta bo'ladi va $\bar{v} - \bar{v}_0$ musbat qiymatga ega bo'ladi. Shunga ko'ra, tekis tezlanuvchan harakatning tezlanishi \bar{a} ham musbat qiymatga ega bo'ladi. Bu holda tezlanish vektorining yo'nalishi tezlik vektorining yo'nalishi bilan mos tushadi.

Bekatga yaqinlashayotgan avtobus tormozlana boshlaydi va to'xtaydi. Bu holda $\bar{a} = 0$ bo'ladi va $\bar{v} - \bar{v}_0$ ayirma manfiy qiymatga ega bo'ladi.

10-lavha

O'zgaruvchan harakatda jismning tezligi istalgan teng vaqlar oralig'ida bir xil qiymatga kamayib borsa, bunday harakatni tekis *sekinlanuvchan harakat* deyiladi.

Tekis sekinlanuvchan harakatda tezlanish a manfiy qiymatga ega bo'ladi. Bu holda tezlanish vektori yo'nalishli tezlik vektorining yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. To'g'ri chizikli tekis tezlanuvchan (I) va sekinlanuvchan (II) harakatda tezlanish kattaligi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi (33-rasm). $|a| = \text{const}$. To'g'ri chizikli tekis harakatda tezlik o'zgarmas bo'lganligi uchun tezlanish bo'lmaydi ($a = 0$) va grafikda ko'rsatilmaydi.



Masala. Avtomobil tormozlanganda tezligini 23 m/s dan 15 m/s ga pasaytirdi. Agar tormozlanish 5 s davom etgan bo'lsa, uning tezlanishi nimaga teng?

Berilgan:

$$v_0 = 23 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

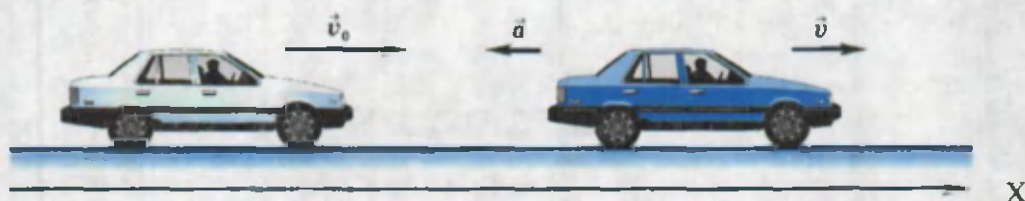
$$v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

$a = ?$

Yechilishi:

Avtomobil to'g'ri chiziqli va tekis tezlanuvchan harakat qiladi; uning tezlik moduli kamayadi. Sanoq sistemasini yer bilan bog'lab X o'qini avtomobil harakati yo'nalishi tomon yo'naltiramiz (34-rasm.) Vaqtni tormozlanish paytidan hisoblaymiz.



34-rasm.

To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda jism tezlanishi vektorining X o'qi yo'nalishi bilan qarama-qarshi bo'lishi, tezliklari esa mos tushishini hisobga olib tezlanishni hisoblash formulasini yozaylik:

$$\bar{a} = \frac{\bar{v} - \bar{v}_0}{t}$$

Son qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblansa:

$$a = \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 23 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} = -1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

?

1. Tezlanish harakatning nimasini tavsiflaydi?
2. O'zgaruvchan harakatda tezlanish vektorining yo'nalishi qanday topiladi?
3. Qanday harakatda tezlanish nolga teng?
4. Qanday harakatga tekis tezlanuvchan harakat deyiladi?



Chizg'ichni olib, uning bir uchiga kitoblarni qo'ying. Chizg'ich ustiga tangani qo'yib, uni pastga harakatlanadigan qilib chizg'ich uchini ko'taring. Tanga qanday harakatlanishini chamalang. Tekis harakat yoki tezlanuvchan harakat qilishiga e'tibor bering.



Quyida harakatlanuvchi ba'zi jismlarning tezlanishlarini keltiramiz: shahar atrofiga qatnaydigan elektr poyezdi $0,6 \text{ m/s}^2$; joyidan qo'zg'alayotgan trolleybus $1,2 \text{ m/s}^2$; parvozga ko'tarilayotgan samolyot $1,7 \text{ m/s}^2$; erkin tushish tezlanishi 10 m/s^2 ; sun'iy yo'ldoshni uchiruvchi raketa 60 m/s^2 ; to'p stvolidagi snaryad 5000 m/s^2 ; Kalashnikov avtomati stvolidagi o'q $600\,000 \text{ m/s}^2$.

11-MAVZU

TEKIS O'ZGARUVCHAN HARAKATDA TEZLIK

To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning tezlanish formulasi $\bar{a} = \frac{\bar{g} - \bar{g}_0}{t}$ dan $\bar{g} - \bar{g}_0 = \bar{a} \cdot t$ ni topamiz. Bunda $\bar{a} \cdot t$ – tezlik o'zgarishini ifodalaydi. Jismning t momentdagi tezligini topish uchun

$$\bar{g} = \bar{g}_0 + \bar{a} \cdot t$$

ifodaga ega bo'lamiz.

Bu ifoda \bar{g}_0 – boshlang'ich tezlik va \bar{a} tezlanish bilan harakatlanayotgan jismning ixtiyoriy t vaqtdagi tezligini topish formulasidir.

Oniy tezlik ta'rifini eslab ko'raylik. Ta'rifga ko'ra, jism harakati davomida istalgan paytdagi tezligi oniy tezlik deb qabul qilinganligi sababli, keltirilgan formula yordamida oniy tezlikni hisoblash mumkin.

1-masala. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism 2 m/s^2 tezlanishga ega. Agar uning boshlang'ich tezligi 10 m/s ga teng bo'lsa, 5 s dan so'ng tezligi nimaga teng bo'ladi?

Agar $\bar{g}_0 = 0$ bo'lsa, $\bar{g} = at$ bo'ladi.

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$a = 2 \text{ m/s}^2$ $\bar{g}_0 = 10 \text{ m/s}$ $t = 5 \text{ s}$	$\bar{g} = \bar{g}_0 + at$	$\bar{g} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ s} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} =$ $= 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Javob: $\bar{g} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Topish kerak:		
$\bar{g} - ?$		

9-mavzudagi 29-rasmda keltirilgan tezlik grafigi tekis tezlanuvchan harakat uchun mos keladi. Grafikda keltirilgan 2-jismning tezligi 1-jism tezligiga nisbatan vaqt o'tishi bilan tezroq o'zgariganligi sababli 2-jism tezlanishi 1-jism tezlanishidan katta bo'ladi.

Agar jismning tezligi vaqt o'tishi bilan bir tekis kamayib borsa (31-rasm), oniy tezlikni hisoblash

$$\bar{g} = \bar{g}_0 - \bar{a} \cdot t$$

formulasi orqali aniqlanadi.

2-masala. Futbolchi koptokni tepib, unga 6 m/s boshlang'ich tezlik berdi. Koptok o't ustida harakatlanib, 3 s dan so'ng to'xtadi. Harakatni tekis sekinlanuvchan deb hisoblab, uning tezlanishini va 2 s dan keyingi tezligini aniqlang.

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$v_0 = 6 \text{ m/s}$ $t = 3 \text{ s}$ $t_2 = 2 \text{ s}$	$a = \frac{v - v_0}{t}$ $v = 0$. Chunki koptok t vaqtdan so'ng to'xtagan.	$a = -\frac{6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ s}} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $v_2 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ s} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Topish kerak: $a = ?$ $v_2 = ?$	$a = -\frac{v_0}{t}$ $v_2 = v_0 - a \cdot t$	Javob: $a = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; v_2 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



1. Oniy tezlikni hisoblash formulasini yozing.
2. Qanday harakatga tekis sekinlanuvchan harakat deyiladi?
3. Tekis tezlanuvchan harakatda o'rtacha tezlik qanday topiladi?



Tezlik grafigini birinchi marta XIV asrning o'rtalarida fransuz ruhoniylar olimi Jiovanni di Kazalis va Ruan ibodatxonasining arxidyakoni Nikola Orem fanga kiritgan. Tekis tezlanuvchan harakat qonuniyatlari mashhur italyan olimi Galileo Galiley tomonidan ishlab chiqilgan.

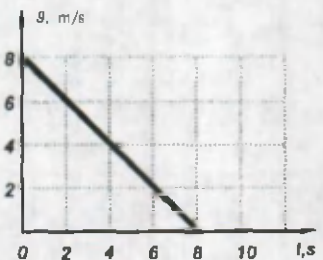
2-mashq.

1. Tinch holatdan harakat boshlagan mototsiklchi o'zgarmas $a = 5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanadi. Qancha vaqtdan so'ng uning tezligi $v = 90 \text{ km/soat}$ ga teng bo'ladi? (Javob: 5s.)

2. Boshlang'ich tezligi v_0 bo'lgan jism tormozlanganda a tezlanish bilan harakatlandi. Qancha vaqtdan so'ng uning tezligi 2 marta kamayadi? (Javob: $t = \frac{v_0}{2a}$.)

3. «Neksiya» avtomobili tinch holatdan harakat boshlab, 10 s da o'z tezligini 100 km/soatga yetkazdi. Avtomobilning harakat tezlanishini toping. (Javob: $\approx 2,8 \text{ m/s}^2$.)

4. Grafikdan foydalanib 8 s vaqt davomidagi harakat tezlanishini aniqlang (35-rasm).



35-rasm.

5. Jismning tezlanishi 1 m/s^2 ga teng bo'lib, tezlik vektoriga qarama-qarshi yo'nalgan. Jism tezligi 2 s davomida qanchaga o'zgaradi?

6. «LASETTI» avtomobili 5 m/s^2 tezlanish bilan harakatlansa qancha vaqtdan so'ng tezligini 100 km/soat ga yetkazadi?

7. Sayyoralar aro uchuvchi «Mars-1» stansiyasi 12 km/s boshlang'ich tezlik bilan harakatlanib yer tortishi tufayli $-0,0675 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanadi. Qancha vaqtdan so'ng uning tezligi 3 km/s ga teng bo'lib qoladi?

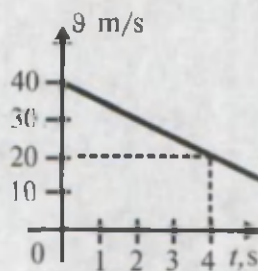
8. Poyezd joyidan qo'zg'alib 10 s dan so'ng $0,6 \text{ m/s}$ tezlikka erishadi. Harakat boshlangandan so'ng qancha vaqtdan keyin uning tezligi 3 m/s ga teng bo'ladi? Poyezd tekis tezlanuvchan harakat qiladi.

9. 10 m/s tezlikka ega bo'lgan avtomobil semafora yaqinlashayotganda tormozlanib, 4 s dan so'ng semafor yonida to'xtadi. Avtomobil qanday tezlanish bilan harakat qilgan?

10. Mototsiklchi tinch holatdan harakat boshlab 30 s dan so'ng 54 km/soat tezlikka erishadi. Harakat tezlanishini aniqlang.

11. Velosipedchi tepalikdan to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatlanib tushadi. Tushish oxirida velosipedchining tezligi 10 m/s ga ortadi. Velosipedchining tezlanishi $0,5 \text{ m/s}^2$. Tushish qancha vaqt davom etgan?

12. Tezlik grafigidan foydalanib jismning tezlanishini aniqlang va tezlik o'zgarishi tenglamasini yozing (36-rasm).



36-rasm.

12-MAVZU

NOTEKIS HARAKATDA BOSIB O'TILGAN YO'L

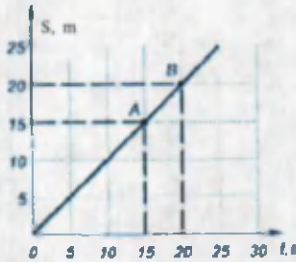
Siz tekis harakatda yo'l va tezlik grafigi bilan tanishib oldingiz. *Agarda tekis harakatning yo'l grafigi berilsa, undan harakat tezligini topib bo'ladimi? Tezlik grafigidan bosib o'tilgan yo'lni aniqlash mumkinmi?*

Buning uchun 37-rasmdagi to'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l grafigidan A nuqtani tanlaylik. A nuqtadan vaqt o'qiga perpendikular tushirsak, $t_1=15 \text{ s}$ ga to'g'ri keladi. Ordinata o'qiga perpendikular tushirilsa, $s_1=15 \text{ m}$ ga to'g'ri

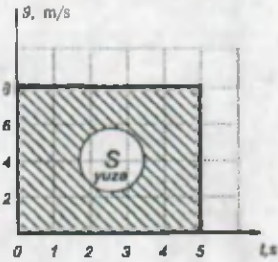
keladi. Bundan harakat tezligini topish mumkin. $v = \frac{s}{t} = \frac{15 \text{ m}}{15 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ga teng bo'ladi. Xuddi shunday B nuqta uchun ham tezlik 1 m/s bo'ladi.

Demak, yo'l grafigidan foydalanib harakatlanish tezligini topish mumkin ekan. Ma'lumki, to'g'ri chiziqli tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l $s = v \cdot t$ orqali aniqlanadi. Uni tezlik grafigidan aniqlash mumkin (38-rasm).

Grafikka ko'ra $v = 8 \text{ m/s}$ va jism $t = 5 \text{ s}$ harakatlangan bo'lsa, uning bosib o'tgan masofasi $s = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5 \text{ s} = 40 \text{ m}$ bo'ladi. Grafikdan $v \cdot t$ ko'paytma tezlik grafigi ostidagi figura yuzasiga teng bo'ladi.



37-rasm.



38-rasm.

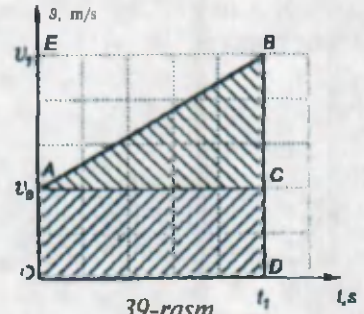


Demak, bosib o'tilgan yo'lni tezlik grafigi ostidagi figuraning yuzini hisoblash orqali topish mumkin ekan.

Shu tasdiqni asos qilib olgan holda to'g'ri chiziqli tekis harakat tezligi grafigidan foydalanib yo'l formulasini topishga harakat qilaylik. 39-rasmda tasvirlangan tezlik grafigidagi shtrixlangan yuza son qiymati jihatidan bosib o'tilgan yo'lga teng bo'ladi deb olamiz.

Shtrixlangan figura ikkita oddiy shakl OACD to'rtburchak va ABC uchburchak yuzasidan iborat.

$$S = S_{\text{OACD}} + S_{\text{ABC}}$$



39-rasm.

To'rtburchak yuzasi $S_{\text{OACD}} = \text{OA} \cdot \text{OD} = v_0 \cdot t_1$. Uchburchak yuzasi $S_{\text{ABC}} = \frac{BC \cdot AC}{2} = \frac{(v_1 - v_0) \cdot t_1}{2}$. Umumiy yuza (yo'l) $S = v_0 \cdot t_1 + \frac{(v_1 - v_0) \cdot t_1}{2}$ ga teng bo'ladi. Yoki

$$S = \frac{(v_1 + v_0) \cdot t_1}{2}$$

$(v_1 - v_0) = a \cdot t$ ekanligi hisobga olinsa to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l formulasi:

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

bo'ladi.

To'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l formulasi

$$S = v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$$

bo'lishiga ishonch hosil qilish mumkin.



1. Tezjik grafigidan yo'lni aniqlash nimaga asoslangan?
2. To'g'ri chiziqli tekis harakatning yo'l grafigidan tezlikni qanday aniqlash mumkin?
3. Boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgan tekis tezlanuvchan harakat uchun yo'l formulasini yozing.
4. Boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgan tekis sekinlanuvchan harakat uchun yo'l formulasini yozing.

13-MAVZU

JISMLARNING ERKIN TUSHISHI

Kundalik turmushda yuqoridan pastga tushayotgan jismlarni ko'p kuzatamiz. Deraza oynasidan yoki tomning ustidan bir vaqtda tashlab yuborilgan qog'oz parchasi yoki toshchanning harakatini kuzataylik. Bunda oldin tosh, so'ngra qog'oz parchasi yerga tushadi.

6-sinfдан og'irlik kuchi nomli fizik kattalikni eslang.

Bunda og'ir jismlar yengil jismlarga nisbatan yerga tezroq tushadiganday tuyiladi. Qadimgi grek donishmandi Aristotel mana shunday noto'g'ri xulosaga kelgan edi. Bu ta'limot fanda salkam ikki ming yil hukm surdi. Faqat 1583-yilga kelib ko'pgina tajribalar o'tkazgan G. Galiley Aristotelning xulosasi noto'g'ri ekanligini isbotlaydi. Oddiy sharoitda jismlarning Yerga tushish vaqti jismning shakliga, ya'ni havoning qarshiligiga ham bog'liq bo'lishini aniqlaydi. Jismlarning tushish vaqti uning massasiga bog'liq bo'lmasdan, faqat tushish balandligiga bog'liq bo'lishini ko'rsatish uchun mashhur og'ma Piza minorasidan foydalanadi (40-rasm). Minoraning aynan bitta qavatidan ($h \approx 56$ m) kichkina miltiq o'qini va to'p bilan otiladigan yadroni bir vaqtda tashlaydi. Har ikkalasining bir vaqtda Yerga tushganligiga u yerda to'plangan barcha hamkasblari guvoh bo'lganlar. Shundan so'ng massasi 200 g bo'lgan metall sharni va massasi 40 kg bo'lgan silindr shaklidagi metall jismni pastga tashlaydi. Ular ham Yerga bir vaqtda yetib keladilar. Lekin G. Galiley ishlatgan qum soatlarining aniqligi past bo'lganligidan ularning tushish tezlanishini aniq o'lchay olmaydi.

Ingliz olimi Robert Boyl turli predmetlarning havosi so'rib olingan idish ichida tushishini o'rganib, toshcha, qush patining bir vaqtda tushishini ko'rsatadi (41-rasm).



40-rasm.



41-rasm.

Jismlarning havosiz fazoda tushishiga erkin tushish deyiladi.

11-lavha

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, jismlar erkin tushganda tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Jismlar erkin tushganda massasi, shakli (qush pati, sharcha va h. k.)



dan qat'i nazar bir xil balandlikdan tashlansa, bir vaqtda Yerga kelib tushadi. Demak, ular bir xil tezlanish bilan tushadi.

Bu tezlanishni **erkin tushish tezlanishi** deyiladi. Erkin tushish tezlanishini birinchi marta 1656-yilda Kristian Gyuygens mayatnikli soat yordamida o'lchaydi. Erkin tushish tezlanishi g harfi bilan belgilanadi va Yer yuzasida (O'zbekiston hududida)

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

ga teng bo'ladi.

Erkin tushish tezlanishini sinchiklab o'rganishlar shuni ko'rsatdiki, uning kattaligi Yer sharining qaysi joyida o'lchanishiga qisman bog'liq ekan. Qutbda uning qiymati $g = 9,83 \text{ m/s}^2$ bo'lsa, ekvatorida $g_e = 9,78 \text{ m/s}^2$ ga teng.

1-jadvalda Yer yuzining turli geografik kengliklarida joylashgan dunyo shaharlarida erkin tushish tezlanishining qiymatlari keltirilgan. Bunda h – shaharning dengiz sathidan balandligi (metrlarda), φ – geografik kengligi.

1-jadval

Shahar	φ	$h, \text{ m}$	$g, \text{ m/s}^2$
Berlin	$52^\circ 30'$	40	9,8128
Vashington	$38^\circ 54'$	14	9,8012
Grinvich	$51^\circ 29'$	48	9,8119
Madrid	$40^\circ 24,5'$	655	9,7998
Oslo	$59^\circ 55'$	28	9,8193
Parij	$48^\circ 50'$	61	9,8094
Praga	$50^\circ 05'$	59	9,8101
Rim	$41^\circ 54'$	49	9,8037

Buning asosiy sababi Yerning absolut shar shaklida emasligi va uning sutkalik aylanishining ta'siridir.

Shunday qilib, erkin tushayotgan jismning yo'l formulasini

$$h = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

deb olish mumkin.

Bunda $s = h$ va $a = g$ deb olindi. Agar boshlang'ich tezlik $v_0 = 0$ bo'lsa,

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} \text{ bo'ladi.}$$

Masalalar yechishda $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ deb yaxlitlab ishlatish mumkin.

Masala yechish namunasi

1. Jism boshlang'ich tezliksiz erkin tushmoqda. U 5 s da qanday masofani bosib o'tadi? 10 s da-chi?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$t_1 = 5 \text{ s}$ $t_2 = 10 \text{ s}$ $g \approx 10 \text{ m/s}^2$	$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$	$h_1 = \frac{g \cdot t_1^2}{2} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (5\text{s})^2}{2} =$ $= \frac{10 \cdot 25}{2} \text{ m} = 125 \text{ m}$
Topish kerak: $h_1 = ? \quad h_2 = ?$		$h_2 = \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (10\text{s})^2}{2} =$ $= \frac{10 \cdot 100}{2} \text{ m} = 500 \text{ m}$ <p>Javob: 500 m.</p>

2. Jism 5 m/s boshlang'ich tezlik bilan 100 m balandlikdan tushmoqda. 3 s dan so'ng u Yerdan qanday balandlikda bo'ladi?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$v_0 = 5 \text{ m/s}$ $H = 100 \text{ m}$ $g \approx 10 \text{ m/s}^2$	$h_1 = \frac{g \cdot t^2}{2}$ $h = H - h_1$	$h_1 = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3\text{s})^2}{2} =$ $= \frac{10 \cdot 9}{2} \text{ m} = 45 \text{ m}$ $h = 100 \text{ m} - 45 \text{ m} = 55 \text{ m}$ <p>Javob: 55 m.</p>
Topish kerak: $h = ?$		

1. Erkin tushish masalasida Aristotel qanday xatoga yo'l qo'ygan?
2. Erkin tushish tezlanishi nimani tavsiflaydi?
- 3*. Galiley o'z tajribalarini havoda o'tkazgan bo'lsa-da, qanday qilib to'g'ri natijalarga erishgan?
4. Nima sababdan erkin tushish tezlanishi qutbda va ekvatorida turlicha qiymatga ega?



Astronavtlar D. Skott va J. Irvin Oy yuzasiga qush pati va bolg'achani bir xil balandlikdan tashlab ko'rishgan. Shunda ularning Oy yuzasiga bir vaqtda tushganligini aniqlashgan.



14-MAVZU

YUQORIGA TIK OTILGAN JISM HARAKATI

Siz kinofilmlarda Yerdan samoga ko'tarilayotgan raketani, bayramlarda yuqoriga tik otilgan mushaklarni ko'p ko'rgansiz. O'zingiz ham mayda toshlarni yuqoriga tik otib o'ynab ko'rgansiz. Shunda yuqoriga tik otilgan tosh ma'lum balandlikka ko'tarilgach yana pastga qaytib tushishini bilasiz albatta. Xo'sh, yuqoriga tik otilgan jism qanday harakat qiladi?

Aytaylik, jism yuqoriga tik ravishda boshlang'ich v_0 tezlik bilan otilgan bo'lsin. U holda jism tezlanishi g pastga, ya'ni harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalganligidan uning tezligi pasayib boradi. Demak, yuqoriga tik otilgan jism harakati tekis sekinlanuvchan bo'ladi.

Tekis sekinlanuvchan harakatda $s = h$ va $a = g$ deb olib, yuqoriga tik otilgan jism harakati uchun yo'l formulasini quyidagicha yozamiz:

$$h = v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Masala yechish namunasi

1. Jism 30 m/s boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otildi. 4 s dan so'ng u qanday balandlikda bo'ladi?

Berilgan:

$$v_0 = 30 \text{ m/s}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

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

Topish kerak:

$$h = ?$$

Formulasi:

$$h = v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Yechilishi:

$$h = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 4\text{s} - \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (4\text{s})^2}{2}$$

$$= 120 \text{ m} - \frac{10 \cdot 16}{2} \text{ m} =$$

$$= 120 \text{ m} - 80 \text{ m} = 40 \text{ m}$$

Javob: 40 m.

Shuni ta'kidlash joizki, erkin tushish tezlanishi jismning Yer yuzasidan qanday balandlikda joylashganligiga ham bog'liq. Masalan, 10 km balandlikda uchadigan yo'lovchi samolyotlari uchun erkin tushish tezlanishi $9,78 \text{ m/s}^2$. Zamonaviy qiruvchi samolyotlar 18 km balandlikda ucha oladi. Ular uchun erkin tushish tezlanishi $9,72 \text{ m/s}^2$ ga teng. Yerning birinchi sun'iy yo'ldoshining dengiz sathidan maksimal balandligi 947 km bo'lgan. Bunday balandlikka erkin tushish tezlanishining $7,41 \text{ m/s}^2$ qiymati to'g'ri keladi.

2-jadvalda erkin tushish tezlanishining balandlikka bog'liq holda qiymatlari keltirilgan.

h, m	$g, m/s^2$	h, m	$g, m/s^2$
0	9,8066	6000	9,7882
50	9,8065	7000	9,7851
100	9,8063	8000	9,7820
200	9,8060	9000	9,7789
300	9,8057	10000	9,7759
400	9,8054	12000	9,7697
500	9,8051	14000	9,7636
600	9,8048	16000	9,7575
700	9,8045	18000	9,7513
800	9,8042	20000	9,7452
900	9,8039	40000	9,6844
1000	9,8036	60000	9,6241
2000	9,8005	80000	9,5644
3000	9,7984	100000	9,505
4000	9,7943	500000	8,45
5000	9,7912	1000000	7,36

15-MAVZU**ERKIN TUSHISHDA TEZLIK.
JISMLARNING HAVODA TUSHISHI**

Jismlar erkin tushganda o'zgarmas g tezlanish bilan tushishini bilib oldingiz. Demak, uning tezligi har sekundda $9,8 \text{ m/s}$ ga ortib boradi. Boshlang'ich tezlik bilan erkin tushayotgan jismning istalgan momentdagi tezligini

$$v = v_0 + g \cdot t$$

formula yordamida topish mumkin. Agar boshlang'ich tezligi $v_0 = 0$ bo'lsa, $v = g \cdot t$ bo'ladi. Bundan jismning Yerga urilish paytidagi tezligini hisoblab topish mumkin. Masalan, jism biror balandlikdan 5 s davomida tushgan bo'lsa, oxirida Yerga $v = 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} = 50 \text{ m/s}$ tezlik bilan uriladi. Jismning erkin tushishdagi oxirgi tezligi va tushish vaqti t o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$t = \frac{v}{g}$$

Tushish vaqti ifodasini tushish balandligi h ifodasiga qo'yilsa, tushishdagi oxirgi tezligi v bilan bog'liq ifodasini olamiz.

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Boshlang'ich v_0 tezlik bilan yuqoriga tik otilgan jismning harakatini olib ko'raylik. Bu holda g tezlanish pastga yo'nalganligi uchun jism tezligi kamayib boradi. U holda

$$v = v_0 - g \cdot t$$

bo'ladi.

Yuqoriga tik otilgan jism tezligi kamayib, ma'lum balandlikka ko'tarilgach, to'xtaydi.

Bunda $v = 0$, $v_0 - g \cdot t = 0$ bo'lganligi sababli, jismning yuqoriga ko'tarilish vaqtini

$$t = \frac{v_0}{g}$$

formulasi orqali aniqlash mumkin.

Buni yo'l formulasiga qo'yib, v_0 boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligini topamiz:

$$h = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$$

Jism maksimal balandlikka ko'tarilib bo'lganidan so'ng pastga qarab erkin tusha boshlaydi.

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, ***jism qancha vaqt davomida ko'tarilsa, shuncha vaqt davomida tushadi. Qanday boshlang'ich tezlik bilan otilsa, shunday tezlik bilan qaytib keladi.***

Jismlar havoda tushganda vakuumda tushgandan boshqacha harakatda bo'ladi. Erkin tashlangan jism harakati avval vakuumda harakatlangandek bo'ladi. Jism tezligi ortgan sari havoning qarshiligi orta boradi. Shunga ko'ra, tezlanishi kamayadi va ma'lum tezlikda nolga teng bo'lib qoladi.

Shundan so'ng jism o'zgarmas tezlik bilan tusha boshlaydi. Masalan, yomg'ir tomchilari va do'l Yer yuziga taxminan 30 km/soat tezlik bilan uriladi.

Qush patiniki – 0,4 m/s, qog'oz varag'iniki – 0,5 m/s, qor uchquniniki – 1m/s, ochilgan parashutniki – 7 m/s, tanganiki – 9 m/s, ochilmagan parashutniki – 60 m/s, katta kalibrli o'qniki – 100 m/s va katta toshniki – 200 m/s atrofida bo'ladi.



1. Nima sababdan yuqori qavatli uyning balkonidan chelakdagi suv to'kilsa, Yerga tushguncha tomchilarga ajralib ketadi?
2. Yuqoriga tik otilgan jism qanday harakat qiladi?
3. h balandlikdan ikkita bir xil jism pastga tashlandi. Ulardan birining boshlang'ich tezligi 9_0 , ikkinchisniki nolga teng. Ularning harakat tezlanishlari qanday farq qiladi?
4. Jism yuqoriga tik ravishda boshlang'ich 30 m/s tezlik bilan otildi. Uning maksimal ko'tarilish balandligini toping.
5. Yong'in o'chiruvchi nasosdan otilib chiqayotgan suv $19,6 \text{ m}$ balandlikka ko'tariladi. U qanday tezlik bilan otilib chiqmoqda?

16-MAVZU

LABORATORIYA ISHI

TEKIS TEZLANUVCHAN HARAKATLANAYOTGAN JISM TEZLANISHINI ANIQLASH

Kerakli asboblari. Kinematika va dinamikaga doir tajribalar namoyish qilinadigan asbob (42-rasm), qiya nov, sharcha, sekundomer, o'lchov lentasi.

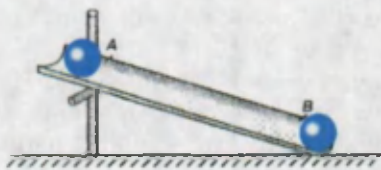


42-rasm.

Laboratoriya ishini bajarish nazariyasi. Sharcha qiya novning boshidan boshlang'ich tezliksiz qo'yib yuborilsa, uning harakati $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$ tenglama orqali ifodalanadi. Bundan jismning harakat tezlanishi $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$ ekanligi ma'lum bo'ladi. Demak, sharchaning bosib o'tgan s masofasini o'lchov lentasi bilan, tushish uchun ketgan t vaqtni sekundomer yordamida o'lchansa, a tezlanishni hisoblab topish mumkin.

Ishni bajarish tartibi.

1-tajriba. Qiya nov shtativga 43-rasmda ko'rsatilganidek o'rnatiladi.



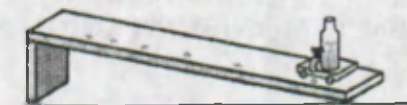
43-rasm.

Sharchani A nuqtadan biroz yuqoridan qo'yib yuboriladi va A nuqtadan o'tish lahasida sekundomer tugmasi bosib ishga tushiriladi. Sharchaning B nuqtadan o'tish lahasida sekundomer tugmasi bosilib to'xtatiladi.

Sekundomerdan t , vaqt hisoblanadi. Novdan AB oraliq o'lchov lentasi bilan o'lchab olinadi. So'ngra tezlanishni topish formulasiga qo'yib natija hisoblanadi.

Novni turli qiyalik burchagi ostida o'rnatib tajriba takrorlanadi.

2-tajriba. 44-rasmda ko'rsatilganidek taxtacha ustiga tomizg'ichli aravacha o'rnatiladi.



44-rasm.

Tomizg'ich jo'mragi har sekunda bitta tomchi tomadigan qilib sozlanadi va aravacha qo'yib yuboriladi. Tomchilar o'rni qog'ozda belgilab olinib, ular oralig'i o'lchanadi. Bu masofalarning yig'indisidan s masofani va tomchilar sonidan sarflangan vaqt t ni bilgan holda yuqoridagi formuladan a tezlanish topiladi.

?

1. Jismning tezlanishi bilan novning qiyaligi o'rtasida qanday bog'liqlik bor?
2. Sharchani novning o'rtasidan qo'yib yuborilsa, uning tezlanishi qanday o'zgaradi?
3. Sharcha novning boshidan va o'rtasidan qo'yib yuborilganda, bosib o'tilgan yo'l va unga ketgan vaqt nishati qanday bo'ladi? Javobingizni tajribada tekshirib ko'ring.

17-MAVZU

MODDIY NUQTANING AYLANA BO'YLAB TEKIS HAKRATI

Oldingi mavzularda to'g'ri chizikli harakat qonunlari o'rganildi. Bu harakatlarning barchasida tezlik vektorining yo'nalishi o'zgarmagan holda uning faqat moduli o'zgardi. Endi tezlikning moduli o'zgarmasdan faqat yo'nalishi o'zgaradigan harakatni o'rganamiz. Aylanma harakat qiladigan qismlari bo'lmagan mashina yoki qurilmalarni uchratish qiyin. Kundalik turmushda biz aylanma harakat qilayotgan ko'plab jismlarni uchratamiz. Avtomobil g'ildiragining harakati, soat millarining harakati, ventilator parragi, karusellar, velosiped g'ildiragi va pedalining

harakati va h. k. (45-rasm). Ular samolyotda, magnitofonda, kompyuterda ham bor. Koinotda sayyoralar, yulduzlar aylanma harakat qiladi.



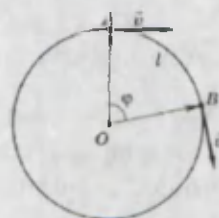
45-rasm.

Aylanma harakatni o'rganish uchun moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakatini misol qilib olamiz (46-rasm). Aytaylik, moddiy nuqta $R = OA$ radiusli aylana bo'ylab soat millari yo'nalishida moduli o'zgarmas $\mathcal{V} = const$ tezlik bilan aylanma harakat qilayotgan bo'lsin. Moddiy nuqta t vaqt davomida S_{AB} yoy uzunligiga teng masofani bosib o'tsa, u holda:

$$\mathcal{V} = \frac{S_{AB}}{t} \text{ bo'ladi.}$$

Bu usul bilan topilgan tezlik **chiziqli tezlik** deyiladi.

Chiziqli tezlik birligi $[\mathcal{V}] = 1 \frac{m}{s}$. Uning yo'nalishini aniqlash uchun kundalik turmushda uchrab turadigan voqealarni eslaylik (47-rasm). Pichoq charxlaydigan charxtoshdan chiqayotgan uchqunlarga, velosiped yoki avtomobil g'ildiragidan otilgan loy parchalarining iziga qarasak, ularning harakat trayektoriyasiga urinma holda yo'nalganligiga e'tibor beramiz.



46-rasm.



47-rasm.

Demak, aylanma harakatda chiziqli tezlik yo'nalishi trayektoriyasiga **urinma yo'nalishda** bo'lar ekan.



Aylana bo'ylab tekis harakatda moddiy nuqta tezligining kattaligi o'zgarmas bo'lib, yo'nalishi to'xtovsiz o'zgaradi va trayektoriyaga urinma yo'nalishda bo'ladi.

Aylanma harakat qilayotgan jismda biror bir nuqtasining harakati kuzatilsa, uning takrorlanuvchan ekanligini ko'ramiz. Agar ventilator parragi, soat millarining harakati o'rganilsa, ularning harakati bir xil vaqt oralig'ida takrorlanishi ma'lum bo'ladi.

12-lavha

Aynan bir xil vaqt oralig'ida takrorlanadigan harakatga *davriy harakat* deyiladi. Bir marta to'la aylanish uchun ketgan vaqtga *aylanish davri (T)* deyiladi. Bir sekunddagi aylanishlar soniga *aylanish chastotasi (ν)* deyiladi.

Aylanish davri T harfi bilan belgilanadi. Aylanish davrining birligi sifatida SI birliklar tizimida *sekund (1 s)* qabul qilingan. Masalan, soatning minutni ko'rsatuvchi mili 3 600 s da, soatni ko'rsatuvchi mili esa 12 soatda bir marta to'la aylanib chiqadi. Agar moddiy nuqta t vaqt ichida N marta aylansa, aylanish davri $T = \frac{t}{N}$ ga teng bo'ladi.

Aylanish chastotasi ν harfi bilan belgilanadi: $\nu = \frac{N}{t}$. Aylanish chastotasining birligi sifatida SI birliklar tizimida *Gers (1 Hz)* qabul qilingan.

Masalan, elektr ventilatorining aylanish chastotasi $\nu = 50$ 1/s, ya'ni u bir sekundda 50 marta aylanadi.

Siz yana qanday asboblarda, mexanizmlarda yoki jismlarning aylanish chastotasini bilasiz?

Aylanish chastotasi va aylanish davri o'zaro

$$\nu = \frac{1}{T}$$

orqali bog'langan.

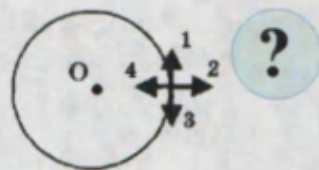
Moddiy nuqta bir marta aylanganda aylana uzunligiga teng masofani bosib o'tadi: $L = 2\pi R$. Bunga sarflangan vaqt T ekanligi hisobga olinsa, chiziqli tezlik uchun

$$g = \frac{2\pi \cdot R}{T}$$

ifodaga ega bo'lamiz. $T = \frac{1}{\nu}$ hisobga olinsa:

$$\vartheta = 2\pi\nu \cdot R$$

1. 48-rasmda keltirilgan jism soat strelkasi yo'nalishi bo'ylab harakatlanmoqda. Uning chiziqli tezligi qaysi yo'nalishda bo'ladi?
2. Aylana bo'ylab harakatlanayotgan jism tezligining yo'nalishi aylanish radiusiga nisbatan qanday yo'nalgan?
3. Avtomobil va velosiped g'ildiraklarining ustki qismiga qo'yilgan qanotlar («krilo») qanday vazifani bajaradi?
4. Aylanishlar davri va chastotasi deb nimaga aytiladi?
5. Aylanishlar chastotasi va davri o'zaro qanday bog'langan?
6. Aylanishlar chastotasi 15 Hz ga teng. Aylanishlar davrini aniqlang.



48-rasm.

18-MAVZU

BURCHAK TEZLIK. BURCHAK TEZLIK VA CHIZIQLI TEZLIK ORASIDAGI BOG'LANISH

Moddiy nuqta S_{AB} yoyni o'tishi bilan birgalikda φ burchakka ham buriladi. Moddiy nuqta R radiusli aylana bo'ylab harakati davomida burilish burchagi ham doimo o'zgarib turadi. Aylanishning tez yoki sekinligini **burchak tezlik** deb ataluvchi kattalik ko'rsatadi (13-lavha).

13-lavha

Aylanayotgan moddiy nuqta radiusi burilish burchagining shu burilish uchun ketgan vaqtga nisbati bilan aniqlanadigan kattalikka **burchak tezlik** deyiladi.

Bu kattalik ω harfi bilan belgilanadi:

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

Burchak tezlik SI birliklar tizimida

$$[\omega] = \frac{[\varphi]}{[t]} = \frac{1 \text{ rad}}{1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \text{ bilan o'lchanadi.}$$

Burchakning radian o'lchovi quyidagicha ta'riflanadi:

O'z radiusi uzunligiga teng bo'lgan yoy qarshisidagi burchak bir (1) radian burchak deyiladi.

Bundan burilish burchagi φ va unga mos kelgan yoy uzunligi l orasidagi bog'lanish $l = R \cdot \varphi$ bo'ladi.

Bir davr T ga teng bo'lgan vaqt davomida jism to'la aylanib chiqadi va radius-vektorning burilish burchagi $\varphi = 2\pi$ ga teng bo'ladi. Shunga ko'ra jismning burchak tezligi:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ yoki } \omega = 2\pi\nu$$



Shu sababli ω ni **doiraviy chastota** deb ham atashadi.

Ba'zi elektr dvigatellarida (masalan, kir yuvish mashinasi dvigatelida, suv

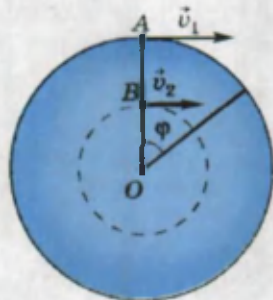
tortuvchi nasoslarda va h. k.) $n = 1200 \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$, $n = 3000 \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$ degan yozuvlar uchraydi. Bundan dvigatelning aylanuvchi qismi 1 minutda 1200 yoki 3000 marta aylanadi degan ma'noni bildiradi. Shunga ko'ra n dan ba'zan aylanishlar chastotasi sifatida foydalaniladi. n bilan ω orasida quyidagicha bog'lanish bor:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

Burchak tezlik va chiziqli tezliklar o'zaro bog'langandir. Uni topish uchun

bu tezliklarning nisbatini qaraylik. $\frac{g}{\omega} = \frac{2\pi\nu \cdot R}{2\pi\nu} = R$ yoki $g = \omega \cdot R$

49-rasmdan aylanayotgan diskning A va B nuqtalarining harakatini qaraylik. Qandaydir t vaqt davomida bu nuqtalar bir xil φ burchakka buriladi. Lekin ular chizgan yoy uzunligi l turli kattalikka ega bo'ladi. Shunga ko'ra ularning chiziqli tezliklari ham turlicha bo'ladi. A nuqtaning burilishidan hosil bo'lgan yoy uzunligi B nuqtanikidan katta va shunga mos holda $\bar{g}_1 > \bar{g}_2$ bo'ladi.



49-rasm.

1. Aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning chiziqli tezligi va burchak tezligi orasida qanday bog'lanish bor?
2. Aylanayotgan diskning qanday tezligi uning barcha nuqtalari uchun bir xil bo'ladi?
3. Burchak tezlikni aniqlashda nima sababdan burchakni radianlarda o'lchash kerak?
4. 49-rasmdagi jismning A va B nuqtalari aylana markazidan 5 sm va 10 sm uzoqlikda joylashgan. Ularning chiziqli tezliklarini solishtiring.
5. Aylanayotgan diskning radiusi 5 sm ga teng. Burchak tezligi 3 rad/s ga teng bo'lsa, diskning eng chetki nuqtalari qanday chiziqli tezlik bilan aylanadi?
6. Aylanayotgan disk markazining chiziqli tezligi nimaga teng bo'ladi?
7. Moddiy nuqtaning aylanish davri 0,5 s, radiusi 6 sm bo'lsa uning burchak tezligi va chiziqli tezligini aniqlang.
8. Chastota va doiraviy chastota deb ataluvchi fizik kattaliklar bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?

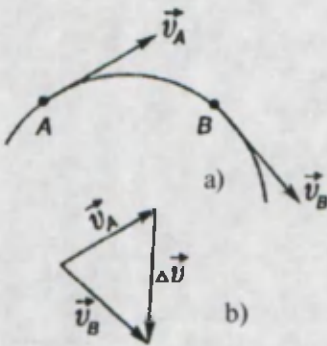
19-MAVZU

AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATLANUVCHI
JISM TEZLANISHI

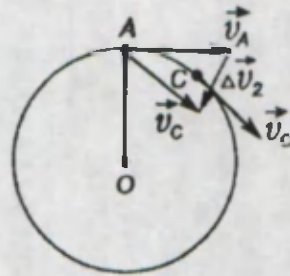
Aylana bo'ylab tekis harakatda tezlik kattaligi o'zgarmasa ham uning yo'nalishi uzluksiz o'zgarib turishini bilib oldingiz. Ma'lumki, tezlikning o'zgarishi tezlanish mavjudligidan darak beradi: $a = \frac{\Delta \bar{v}}{t}$. Haqiqatan ham jismning A nuqtadagi tezligi \bar{v}_A dan B nuqtadagi tezligi \bar{v}_B ni ayirilsa (50-b rasm) $\Delta \bar{v}$ ayirma noldan farqli bo'ladi.

Tezlanish formulasini va uning yo'nalishini topish uchun 51-rasmdan foydalanamiz. Rasmdan A va C nuqtalardagi tezliklar ayirmasini topish uchun C nuqtadagi \bar{v}_C tezlik vektorining kattaligi va yo'nalishini o'zgartirmagan holda A nuqtaga ko'chiramiz. \bar{v}_A va \bar{v}_C vektorlarning uchlarini birlashtiruvchi $\Delta \bar{v}_2$ vektor ularning ayirmasini beradi. $\Delta a_2 = \Delta \bar{v}_2 / \Delta t_2$ kattalik tezlikning A va C nuqtalar oralig'idagi yo'nalishi o'zgarishi tufayli hosil bo'lgan o'rtacha tezlanishni beradi. Uning yo'nalishi $\Delta \bar{v}_2$ vektor yo'nalishida bo'ladi. C nuqta A nuqtaga yaqinlashtirib borilsa $\Delta \bar{v}_2$ yo'nalishi aylanish markaziga tomon yo'nalgan bo'ladi.

Shunday qilib, tezlikning yo'nalishi o'zgarishi bilan belgilanadigan $\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{t}$ tezlanish aylanish markaziga tomon yo'nalgan bo'lganligidan uni **markazga intilma tezlanish** deyiladi.



50-rasm.



51-rasm.

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, markazga intilma tezlanishning o'z qiyamatini

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

formula orqali aniqlash mumkin.



Aylana bo'ylab tekis harakatda har doim tezlanish mavjud va (uning) yo'nalishi tezlik yo'nalishiga perpendikular bo'lib, radius bo'ylab markazga tomon yo'nalgan bo'ladi.

Markazga intilma tezlanishni boshqalaridan farqlash uchun, odatda, a_n bilan belgilanadi. Bu tezlanish aylanishlar davri T va aylanishlar chastotasi ν bilan

quyidagicha bog'langan: $a_n = \omega^2 R = 4\pi^2 \nu^2 R$ yoki $a_n = \frac{4\pi^2 \cdot R}{T^2}$

Tegirmonda donni maydalovchi toshga tushgan don 32 m/s tezlik bilan aylanadi. Uning markazga intilma tezlanishi 4 000 m/s² ga boradi.

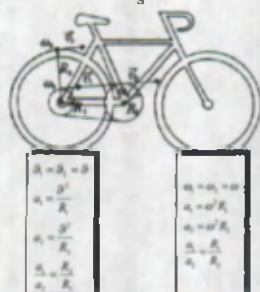
Bunday katta tezlanishga ega bo'lgan mexanizmlarning texnikada qo'llanilishini keyingi mavzulardan bilib olasiz.

Masala yechish namunasi

1. Karuselning aylanish chastotasi 0,05 Hz. Aylanayotgan karuselda uning aylanish o'qidan 4 m masofada odam turibdi. Odamning markazga intilma tezlanishini, karuselning aylanish davrini va burchak tezligini toping.

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$\nu = 0,05 \text{ Hz}$	$a_n = \omega^2 R = 4\pi^2 \nu^2 R$	$a_n = 4 \cdot (3,14)^2 \cdot (0,05 \text{ Hz}) \cdot 4 \text{ m}$
$R = 4 \text{ m}$	$T = \frac{1}{\nu}$	$\approx 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Topish kerak:	$\omega = 2\pi \nu$	$T = \frac{1}{0,05 \text{ Hz}} = 20 \text{ s};$
$a_n = ?$		$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \text{ Hz} \approx$
$T = ?$		$= 0,3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
$\omega = ?$		

Javob: $a_n = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; $T = 20 \text{ s}$; $\omega = 0,3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$



52-rasm.



52-rasmda velosipedning aylanuvchi qismlaridagi burchak va chiziqli tezliklari, aylanish radiuslari va markazga intilma tezlanishlari keltirilgan. Pastdagi ustunlarda ularni aniqlash formulalari berilgan.

Har bir kattalikni tushuntiring va ularning qiymatlarini taxminiy solishtiring.

1. Markazga intilma tezlanish qanday hosil bo'ladi?
2. Aylana bo'ylab tekis harakat tezlanishining yo'nalishi qanday aniqlanadi?
3. Avtomobil g'ildiragining chiziqli tezligi 2 marta oshirilsa, g'ildirak gardishidagi nuqtalarning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?
4. Bola uzunligi 0,6 m arqonning uchiga toshchani bog'lab vertikal tekislikda aylantirmoqda (53-rasm). Ip qo'yib yuborilganda tosh vertikal ravishda yuqoriga tik holda 1,8 m balandlikka ko'tarildi. Ip qo'yib yuborilgan lahzadagi chiziqli tezlik va markazga intilma tezlanishni hisoblang.



53-rasm.

3-mashq.

1. Velosipedchi yo'lning burilish qismidan 36 km/soat tezlik bilan o'tmoqda. Burilishning egirlik radiusi 20 m bo'lsa, markazga intilma tezlanish qancha bo'ladi? (Javob: 5 m/s².)

2. Mototsiklchi qavariq ko'prikdan 15 m/s tezlik bilan o'tmoqda. Uning markazga intilma tezlanishi erkin tushish tezlanishiga teng bo'lishi uchun ko'priklar qanday radiusga ega bo'lishi kerak? (Javob: 22,5 m.)

3. Ventilator parragi 1500 ayl/min tezlik bilan aylanmoqda. Uning burchak tezligini aniqlang. (Javob: 50 π.)

4. Elektr dvigatelining aylanish chastotasi 50 1/s ga teng. Uning aylanish davri nimaga teng?

5. Soatning minut mili va soat milining aylanish davrlari nisbatini toping.

6. Radiusi 30 sm bo'lgan g'ildirak 2 s da bir marta aylanadi. Uning burchak va chiziqli tezliklarini va markazga intilma tezlanishini toping. (Javob: 3,14 rad/s; 0,942 m/s; 2,96 m/s².)

7. Avtomobil 72 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. G'ildiragining diametri 70 sm bo'lsa, uning chetki nuqtalarining markazga intilma tezlanishi nimaga teng? (Javob: 1142,86 m/s².)

8. Avtomobil 54 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. G'ildiragining diametri 70 sm bo'lsa, 10 minut davomida g'ildirak necha marta aylanadi? Uning aylanish chastotasi nimaga teng? (Javob: $N \approx 4109$; 6,85 Hz.)

9. Ventilator parragi 50 Hz chastota bilan aylanmoqda. Parrak radiusi 10 sm bo'lsa markazga intilma tezlanishini toping. (Javob: 9859,6 m/s².)

10. Soatning minut milining uzunligi 2 sm ga teng. Strelka uchining markazga intilma tezlanishini aniqlang.

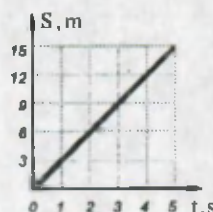
I BOBNI YAKUNLASH YUZASIDAN TEST SAVOLLARI

1. Velosipedchi tekis harakatlanib, 20 m masofani 2 s da o'tadi. Shunday tezlik bilan harakatlansa, 10 s da u qancha masofani o'tadi?

- A) 40; B) 60; C) 80; D) 100.

2. Grafikdan foydalanib velosipedchining $t = 2$ s dagi tezligini aniqlang.

- A) 3;
B) 6;
C) 9;
D) 12.



3. Sanoq sistemasi nimalardan iborat?

- A) Koordinatalar sistemasidan;
B) sanoq jismidan;
C) vaqtni o'lchaydigan asbobdan;
D) A, B, C da keltirilganlarning barchasidan.

4. «Jism trayektoriyasining ma'lum bir nuqtasidagi yoki vaqtning aynan bir lahzasidagi ... deyiladi». Gapni to'ldiring.

- A) ...tezligi, o'rtacha tezlik...;
B) ...tezligi, oniy tezlik...;
C) ...tezlanish, o'rtacha tezlanish...;
D) ...tezlik yo'nalishi, tezlanish yo'nalishi...

5. Tezlanish qanday birlikda o'lchanadi?

- A) $\frac{m}{s}$; B) $\frac{m}{s^2}$; C) $m \cdot s^2$; D) $s \cdot m^2$.

6. Poyezd yo'lining dastlabki 40 km ni 80 km/soat tezlik bilan, keyingi 50 km ni 100 km/soat tezlik bilan o'tdi. Poyezdning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligini aniqlang.

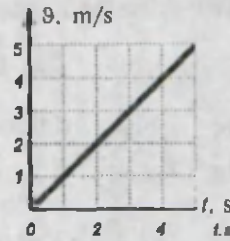
- A) 95 km/soat; B) 85 km/soat;
C) 90 km/soat; D) 87,5 km/soat.

7. «Bir marta to'la aylanish uchun ketgan vaqtga ... deyiladi». Gapni to'ldiring.

- A) aylanishlar soni; B) aylanishlar chastotasi;
C) aylanishlar davri; D) burchak tezligi.

8. Tezlik grafigidan foydalanib jismning $t = 2$ s dagi tezlanishini aniqlang.

- A) 1 m/s^2 ;
- B) 2 m/s^2 ;
- C) 3 m/s^2 ;
- D) 4 m/s^2 .



9. Toshkentdan Samarqandga borayotgan elektr poyezdi 72 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Mansur poyezdning oldingi vagonidan oxiriga tomon 6 km/soat tezlik bilan yurmoqda. Uning Yerga nisbatan tezligi nimaga teng?

- A) 72 km/soat ; B) 6 km/soat ;
- C) 78 km/soat ; D) 66 km/soat .

10. Keltirilgan formulalardan qaysi biri markazga intilma tezlanishning niy qiymatini ifodalaydi?

- A) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$; B) $a = \frac{v^2}{R}$; C) $a = \frac{v_0^2}{2s}$; D) $v = \omega R$.

11. Quyida keltirilgan tenglamalardan qaysi birlari tekis sekinlanuvchan harakatga tegishli?

1. $v = v_0 - at$; 2. $v = v_0 + at$; 3. $s = \frac{at^2}{2}$; 4. $s = -2t^2$.
- A) 1; 4; B) 1; 2; C) 1; 3; D) 3; 4.

12. Lokomotiv 250 m yo'lni o'tish davomida o'z tezligini $36 \text{ km/soatdan } 54 \text{ km/soatga}$ oshirdi. U qanday tezlanish bilan harakatlangan?

- A) $0,5 \text{ m/s}^2$; B) $1,25 \text{ m/s}^2$; C) $0,25 \text{ m/s}^2$; D) $0,75 \text{ m/s}^2$.

13. Jism h balandlikdan erkin tushadi. Tushish vaqti 3 s bo'lsa h ni aniqlang.

- A) 15 m ; B) 30 m ; C) 20 m ; D) 45 m .

14. Moddiy nuqta rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda harakatlanmoqda. Tezlanish vektorining yo'nalishini ko'rsating.

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



15. Jism yuqoriga tik yo'nalishda 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. Jismning ko'tarilish balandligini aniqlang.

- A) 20 m; B) 5 m; C) 10 m; D) 15 m.

16. Bir xil tezlik bilan aylanayotgan ikkita jismning aylanishlar radiusi $R_1 = R$ va $R_2 = 2R$ ga teng. Ularning markazga intilma tezlanishlarini solishtiring.

- A) $a_1 = a_2$; B) $a_1 = 2a_2$; C) $a_1 = \frac{a_2}{2}$; D) $a_1 = \frac{a_2}{4}$.

17. Havoning qarshiligi bo'lmaganda erkin tushayotgan jismning tezligi besh sekunda qanchaga ortadi?

- A) 10 m/s; B) 15 m/s; C) 30 m/s; D) 45 m/s.

18. Tom chetidan uzilgan tomchi Yerga 3 s dan so'ng tushdi. Tomchi taxminan qanday balandlikdan tushgan?

- A) 12 m; B) 24 m; C) 30 m; D) 45 m.

19. Shaxmat taxtasida figuraning o'rnini belgilash uchun qanday koordinatalar tizimini olish kerak?

- A) Bir o'lchovli (x); B) ikki o'lchovli (x, y);
C) uch o'lchovli (x, y, z); D) to'g'ri javob keltirilmagan.

20. To'g'ri chizikli tekis harakatlanayotgan jismning qaysi fizik kattaliklari teng bo'ladi?

- A) Tezligi va ko'chishi; B) bosib o'tgan yo'li va harakatlanish vaqti;
C) bosib o'tgan yo'li va ko'chish vektorini moduli;
D) tezligi va harakatlanish vaqti.

21. Ikki velosipedchi bir vaqtda 2,2 km li masofaga start oladi. Birinchi velosipedchining tezligi 10 m/s, ikkinchisniki 11 m/s. Ikkinchi velosipedchi birinchisiga nisbatan necha sekund oldin marraga boradi?

- A) 10 s; B) 20 s; C) 30 s; D) 40 s.

22. Quyidagi fizik kattaliklardan qaysi biri vektor kattalik hisoblanadi?

- A) Koordinata; B) vaqt; C) yo'l; D) tezlanish.

23. Mototsiklchi tinch holatdan harakat boshlab 30 s dan so'ng 54 km/soat tezlikka erishadi. Harakat tezlanishi nimaga teng?

- A) $54 \frac{m}{s^2}$; B) $0,9 \frac{m}{s^2}$; C) $0,25 \frac{m}{s^2}$; D) $0,5 \frac{m}{s^2}$.

24. Samolyot ko'tarilish vaqtida kamida 252 km/soat tezlikka ega bo'lishi kerak. Uchish polosasida bunday tezlikka erishish uchun 30 s vaqt kerak bo'ldi. Uchish polosasining uzunligi necha metrga teng bo'lishi kerak?

- A) 252; B) 1050; C) 3780; D) 7560.

25. Motorli qayiq daryo oqimi bo'ylab qirg'oqqa nisbatan 10 m/s tezlik bilan harakatlanadi. Turg'un suvdagi tezligi 6 m/s. Daryo oqimining tezligini aniqlang.

- A) 2 m/s; B) 3 m/s; C) 4 m/s; D) 7 m/s.

I BOBNI TAKRORLASH UCHUN MASALALAR

1. Maydonda o'ynayotgan futbolchini qanday hollarda:

a) maydon o'rtasidan raqib darvozasi tomonga yugurayotganda; b) raqibidan to'pni tortib olayotganda; c) komandadoshiga to'pni uzatayotganda; d) hakam bilan bahslashayotganda; d) vrach unga yordam ko'rsatayotganda—moddiy nuqta deb qarash mumkin?

2. Jism koordinatasi $x_A = -24$ m bo'lgan A nuqtadan koordinatasi $x_B = 14$ m bo'lgan B nuqtaga ko'chdi. Jismning OX bo'ylab ko'chishi nimaga teng?

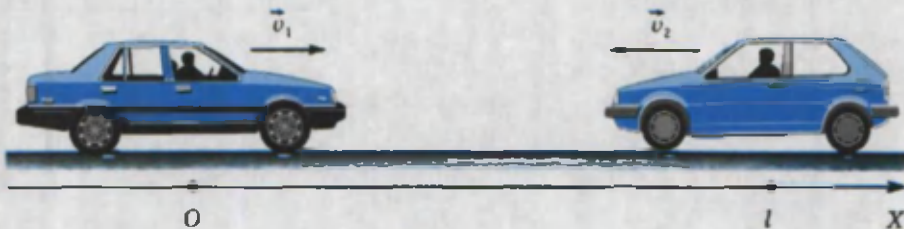
3. Poyezd koordinatasi $x_A = -435$ km bo'lgan A punktdan B punktga tomon harakatlanadi. Agar poyezdning OX bo'ylab ko'chishi $s_1 = 165$ km bo'lsa, B punktning koordinatasi nimaga teng?

4. Avtostansiyadan 0,5 minut oraliq bilan bir yo'nalishda oldin avtobus, so'ngra avtomobil yo'lga chiqdi. Ularning tezliklari mos ravishda 10 m/s va 20 m/s ga teng. Avtostansiyadan qanday masofada avtomobil avtobusga yetib oladi? (Javob: 600 m.)

5. Akulaning tezligi 8,3 m/s ga, delfinniki — 72 km/soat ga teng. Ulardan qaysi birining tezligi katta?

6. Eng tez yuguruvchi hayvon bu Afrika gepardi hisoblanadi. Uning tezligi 112 km/soatga boradi. Agar o'ljasini 100 m narida ko'rib qolsa qancha vaqtda uni quvib yetadi? O'ljaga tushish mumkin bo'lgan hayvon taxminan 80 km/soat

7. Ikkita avtomobil bir-biriga tomon (54-rasm) to'g'ri chiziqli tekis harakat qilmoqda: birining tezligi — 10 m/s, ikkinchisniki — 20 m/s. Agar boshlang'ich

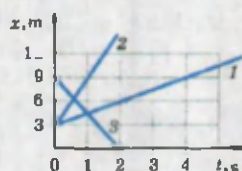


54-rasm

momentda ular orasidagi masofa 120 m bo'lsa, avtomobillarning uchrashish vaqti va joyining koordinatasini aniqlang. (Javob: 4 s. Birinchi avtomobildan 40 m uzoqlikda.)

8. Chang'ichi tepalikdan pastga qarab to'g'ri chiziqli va tekis tezlanuvchan harakat qilib tushadi. Tushish vaqtida chang'ichining tezligi 7,5 m/s ga ortadi. Chang'ichining tezlanishini 0,5 m/s² deb olib, tushish vaqtini aniqlang.

9. 55-rasmdagi grafikda uchta jismning yo'l grafiklari keltirilgan. Ulardan foydalanib jismlarning harakat yo'nalishlarini va tezliklarini aniqlang.



55-rasm.

10. Velosipedchining tezligi 10 m/s, qarshi esayotgan shamolning tezligi 6 m/s. Velosipedchiga nisbatan shamolning tezligini aniqlang.

11. Boshlang'ich tezligi 15 m/s bo'lgan avtomobil tekis yo'lga chiqib olganidan so'ng 10 s davomida 1 m/s² tezlanish bilan harakatlandi. Yo'lning uzunligini toping. (Javob: 200 m.)

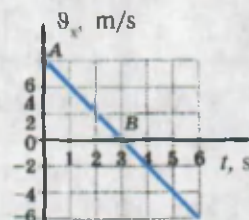
12. Tezligi 54 km/soat bo'lgan poyezd oynasi oldida o'tirgan yo'lovchi yonidan qarama-qarshi yo'nalishda 72 km/soat tezlik bilan o'tayotgan 150 m uzunlikdagi poyezdni qancha vaqt davomida ko'rishi mumkin? (Javob: ≈ 4,3 s.)

13. Mototsiklchi dastlabki 2 soat davomida 90 km masofani o'tadi. Keyingi 3 soat davomida 50 km/soat tezlik bilan harakatlanadi. Uning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligini toping. (Javob: 48 km/soat.)

14. Tezligi 15 m/s bo'lgan tramvay tormozlana boshlaydi. Agar u 15 s dan so'ng to'xtagan bo'lsa, tormozlanish yo'lini toping. (Javob: 112,5 m.)

15. Poyezd tinch holatdan harakat boshlab bir tekisda tezligini oshira boshlaydi. Yo'lning birinchi km da tezlik 10 m/s ga ortdi. Ikkinchi km da qanchaga ortadi? (Javob: 4,14 m/s.)

16. Biror balandlikdan toshni pastga qaratib boshlang'ich 1 m/s tezlik bilan otildi. Tosh otilganidan 0,6 s o'tgach tezligi nimaga teng bo'ladi? (Javob: ≈ 7 m/s.)



56-rasm.

17. Yuqoriga tik otilgan jismning tezligi o'zgarishi 56-rasmdagi grafikda berilgan. Jism necha sekunddan so'ng maksimal balandlikka ko'tarilgan?

18. Velosipedning orqa qanot(krilo)ini qo'ymasdan haydalsa undan otilgan loy parchasi velosipedchining yelkasiga tushadi. Qanday qilib loy parchasi velosipedni quvib o'tishini tushuntirish mumkin?

19. Radiusi 30 sm bo'lgan g'ildirak 2 s da bir marta aylanadi. G'ildirak gardishidagi nuqtalarning chiziqli tezligi va burchak tezligini aniqlang. (Javob: 0,942 m/s; 3,14 rad/s.)

20. Avtomobil 72 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. G'ildiragining diametri 80 sm. G'ildirakning burchak tezligi, aylanish davri va chastotasini aniqlang. Avtomobil g'ildiragi 20 minutda necha marta aylanadi? (Javob: 50 rad/s; 0,1256 s; 7,9 Hz; ≈ 9554 marta.)

21. Uyg'otuvchi budilnik soatining minut strelkasining uzunligi 2,4 sm. Strelka uchining chiziqli tezligini aniqlang.

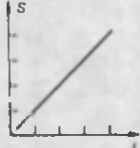

22. Avtomobil 54 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. G'ildiragining diametri 70 sm. G'ildirak gardishidagi nuqtalarning tezlanishini aniqlang. (*Javob: 6,43 m/s².*)

23. Velosiped g'ildiragining gardishidagi nuqta 2 s da bir marta aylanadi. G'ildirak radiusi 35 sm bo'lsa, gardishidagi nuqtalarning markazga intilma tezlanishini va doiraviy chastotasini aniqlang.

24. Oyning Yer atrofida aylanish davri (sinodik oy) 27,3 sutkaga teng. Yer va Oy orasidagi masofa 384000 km. Oyning chiziqli tezligini hisoblang. (*Javob: 1,022 km/s.*)

YAKUNIY SUHBAT

Mexanik harakat	Jismlarning vaqt o'tishi bilan fazoda joylashgan o'rnining boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishiga aytiladi.
Mexanik harakat turlari	Ilgarilama, aylanma va tebranma harakatdan iborat.
Trayektoriya	Jismlarning harakat davomida fazoda qoldirgan izi.
Moddiy nuqta	Trayektoriyaning uzunligi jismning o'lchamlariga nisbatan juda katta bo'lganda jismga moddiy nuqta deb qaraladi.
Sanoq jismi	Jismlarning harakati nisbatan qarayotgan jism.
Koordinatalar sistemasi	Ixtiyoriy nuqtaning o'rnini belgilashga imkon beradigan uchta (fazoda), ikkita (tekislikda) perpendikular yoki bitta (to'g'ri chiziqda) o'qlardan iborat sistema. *OX o'qini, absissa; OY o'qini ordinata; OZ o'qini applikat o'qlari deb atashadi.
Skalyar kattalik	Faqat son qiymatiga ega bo'lgan kattalik.
Vektor kattalik	Son qiymatiga va yo'nalishga ega bo'lgan kattalik.
Vektor kattaliklarni qo'shish va ko'paytirish	<p>1. Parallelogrammga to'ldirish usuli: $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$. \vec{a} vektor boshiga \vec{b} vektor boshini kattaligi va yo'nalishini o'zgartirmagan holda ko'chiriladi va parallelogrammga to'ldiriladi. Parallelogrammning uzun diagonali \vec{c} vektorni beradi. $\vec{a} - \vec{b} = \vec{c}$ bo'lsa parallelogrammning kichik diagonali \vec{c} vektorni beradi. \vec{a} vektorni m soniga skalyar ko'paytirilganda yo'nalishi \vec{a} vektor bilan bir xil, lekin kattaligi $m \vec{a}$ bo'lgan \vec{d} vektor hosil bo'ladi.</p> <p>2. Ketma-ket qo'shish usuli: $\vec{a} + \vec{b} + \vec{d} = \vec{c}$. \vec{a} vektor uchiga \vec{b} vektor boshini, \vec{b} vektor uchiga \vec{d} vektor boshini kattaligi va yo'nalishlarini o'zgartirmagan holda ko'chiriladi va \vec{a} boshini \vec{d} uchi bilan tutashiriladi. Tutashirishdan hosil bo'lgan vektor \vec{c} ni beradi.</p>

To'g'ri chiziqli tekis harakat	Vaqt o'tishi bilan tezligi o'zgarmas ($v = \text{const}$) qoladigan, trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat harakat.
Ko'chish	Jismning boshlang'ich holatini oxirgi holati bilan tutashiruvchi yo'nalishga ega bo'lgan kesma.
Sanoq sistemasi	Jismning fazodagi vaziyati va harakati tekshiriladigan koordinata sistemasi, u bilan bog'langan sanoq jismi va vaqtni o'lchaydigan asbob.
Yo'l grafigi	Jism bosib o'tgan yo'lning vaqtga bog'liqligini ifodalaydigan chiziq. 
Tezlik grafigi	Jism tezligi bilan harakatlanish vaqti orasidagi bog'lanishni xarakterlaydigan chiziq. 
Oniy tezlik	Jism trayektoriyasining ma'lum bir nuqtasidagi yoki vaqtning aynan bir momentidagi (juda kichik vaqt oralig'i) tezligi.
Tekis tezlanuvchan harakat	Bir xil vaqtlar ichida tezligi bir xil kattalikka ortib boradigan harakat.
Tekis sekinlanuvchan harakat	Bir xil vaqtlar ichida tezligi bir xil kattalikka kamayib boradigan harakat.
Tezlanish	Vaqt birligi ichida tezlik o'zgarishi $\bar{a} = \frac{\bar{v} - \bar{v}_0}{t} [a] = \frac{m}{s^2}$
	Vektor kattalik.
Tekis o'zgaruvchan harakat tezligi	$v = v_0 \pm at$. «+» ishora tekis tezlanuvchan, «-» ishora tekis sekinlanuvchan harakatda qo'yiladi.
Tekis o'zgaruvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l	$S = v_0 t \pm \frac{a \cdot t^2}{2}$ «+» ishora tekis tezlanuvchan, «-» ishora tekis sekinlanuvchan harakatda qo'yiladi.
Erkin tushish	Jismlarning havosiz fazoda tushishiga aytiladi.
Erkin tushish tezlanishi	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'lib, jismlar havosiz fazoda tushganda ega bo'ladi.
Aylana bo'ylab tekis harakat tezligi	Trayektoriyaga urinma yo'nalgan bo'ladi. $\bar{v} = \frac{S_{AB}}{t}$.

I bob. Kinematika asoslari

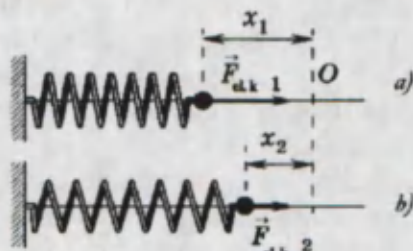
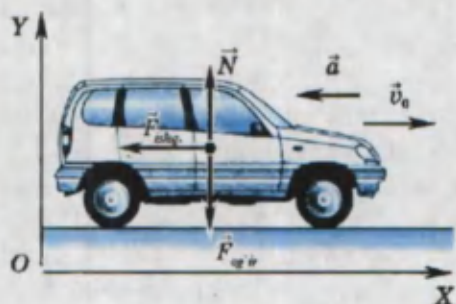
Burchak tezlik	$\omega = \frac{\varphi}{t}$ formula bilan aniqlanadigan kattalik. φ – burilish burchagi. $[\omega] = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.
Markazga intilma tezlanish	Tezlikning yo‘nalishi o‘zgarishi tufayli vujudga kelgan tezlanish. $a_n = \frac{v^2}{R}$. Yo‘nalishi egrilik radiusi bo‘ylab markazga tomon bo‘ladi.
Aylanishlar davri	Bir marta to‘la aylanish uchun ketgan vaqt. $[T] = 1 \text{ s}$.
Aylanishlar chastotasi	Bir sekunddagi aylanishlar soni. $\nu = \frac{1}{T}$ $[\nu] = 1 \frac{1}{\text{s}}$
Doiraviy chastota	$\omega = 2\pi\nu$ formula bilan aniqlanadigan kattalik.

II BOB

DINAMIKA ASOSLARI

Bu bobda Siz:

- Jismlarning o'z harakatini o'zgartirish sabablari;
- kuch va massa haqidagi tushunchalar;
- Nyutonning birinchi, ikkinchi va uchinchi qonunlari;
- kuchlarni o'lchash, qo'shish va ayirish;
- elastiklik, ishqalanish va reaksiya kuchlari;
- butun olam tortishish qonuni;
- og'irlik va og'irlik kuchi, vaznsizlik hamda ortiqcha yuklamalar bilan tanishasiz.



KIRISH SUHBATI

Kinematika bo'limida Siz mexanik harakat qilayotgan jismning tezligi o'zgarishi natijasida uning harakati tezlanuvchan yoki sekinlanuvchan bo'lishini bilib oldingiz. Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jism tezligining yo'nalishi ham to'xtovsiz o'zgarib turadi.

Jism nima sababdan tezligining kattaligini yoki yo'nalishini o'zgartiradi?

Dinamika bo'limida mana shu sabablar o'rganiladi. Dinamika – **grekcha «dynamis» so'zidan olingan bo'lib, «kuch» degan ma'noni bildiradi.** Qadimgi grek allomasi Aristotel jism harakatining o'zgarishi sababini ochishga harakat qildi. Uning yozishicha, «Agar jismga itaruvchi kuch ta'sir etmay qolsa, harakatlanuvchi jism to'xtab qoladi». Haqiqatan ham ko'pgina kuzatishlarimizdan shunday xulosaga kelishimiz mumkin. Dvigateli o'chirilgan avtomobil, pedali aylanishdan to'xtagan velosiped, lokomotivdan ajralib qolgan vagon harakati sekinlashib to'xtaydi. Keltirilgan bu misollarda to'xtashning sababi ham kuch ekanligini keyinchalik bilib olamiz. Aristotelning bunday xato xulosasi ko'p asrlar davomida hukm surib keldi.

Jism harakatining o'zgarish sabablarini XVI asr oxiri va XVII asr boshida ilk bor tajribalar vositasida batafsil o'rgangan olim Galiley edi.



Agar jismga boshqa hech qanday jismlar ta'sir etmasa, jism Yerga nisbatan o'zining tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.

Galiley tomonidan o'rnatilgan bu qonun mexanikaning asosiy qonunlarini tarkib toptirishda birinchi qadam bo'ldi.

Keyinchalik buyuk ingliz matematigi va fizigi Isaak Nyuton (1643–1727) jismlar harakatining umumiy qonunlarini shakllantirganda bu qonunni dinamikaning birinchi qonuni sifatida kiritadi. Shunisi qiziqki, Nyuton Galiley vafot etgan yili dunyoga kelgan. Tug'ilgan chaqaloq shunchalik kichik va nimjon ediki, birinchi haftada uning yashab ketishiga umid qilishmagan. Maktabning boshlang'ich sinflarida Nyuton yaxshi o'qimagan. Bir kuni sinfdoshi bilan mushtlashib kaltak yeganidan so'ng, jismoniy jihatdan sinfdoshlaridan ustun bo'lmasa-da, darslarni o'zlashtirish jihatidan ustun bo'lishga ahd qiladi. Asta-sekin Nyuton maktabning eng a'lochi o'quvchisiga aylanadi. Yoshligida she'rlar yozib, rasmlar chizardi va turli narsalarni yasashni yaxshi ko'rardi. O'sha davrda quyoshli va suvli soatlar, shamol tegirmoni, qog'oz varraklar va h. k. larning

yangi konstruksiyalarini yasagan. 1661-yilda Nyuton Kembridj universitetining Triniti kollejiga o'qishga kiradi. 1665-yilda Angliyada vabo tarqaladi. Nyuton ham Kembridjni tashlab, o'zining ona qishlog'iga ketadi. Qishloqda tinch hayot kechirgan Nyuton uchun bu yillar samarali bo'ladi. Bu davrda u o'zining eng muhim kashfiyotlarini yaratadi: matematikada yangi usul; ranglar haqidagi nazariya; butun olam tortishish qonuni va boshqalar. Uning ko'p yillik tadqiqotlarining xulosalari «Natural falsafaning matematik boshlanishi» nomli asarida keltiriladi. Nyutonning kitobi mexikaning asosiy tushunchalarini ta'riflash bilan boshlanib, oxirida «harakat aksiomalari yoki qonunlari» bayon etiladi.

Dinamika qonunlariga oid fikrlar buyuk allomalarimiz Ibn Sino va Beruniy ishlarida ham keltiriladi. Ibn Sinoning «Fizika» va «Mexanika» deb nomlangan asarlari tabiiyot fanining shakllanishida muhim ahamiyatga ega bo'ldi. Ibn Sinoning tabiiyot faniga bergan ta'rifi, harakat va harakat turlari, harakatning nisbiyligi, inersiya, kuch, massa va tezlanish orasidagi bog'liqlik, aylanma harakat, markazga intilma kuch, chiziqli tezlik kabi mavzularga tegishli bo'lgan mulohazalarining aksariyati bugungi kunda ham o'z qiymatini saqlab qolganligi hayratlanarlidir.

20-MAVZU

JISMLARNING O'ZARO TA'SIR NATIJASIDA HARAKATGA KELISHI

Atrofga nazar solinsa hamma narsalar o'zaro ta'sirda ekanligiga e'tibor beramiz. Yer yuzida turgan barcha jismlarni Yer o'ziga tortib turadi. Ular esa, o'z navbatida, Yerga hosim beradi. Yerdagi barcha jismlarga ustki tomondan atmosfera bosimi ta'sir ko'rsatadi (6-sinf, Atmosfera bosimi).

Sinfdagi stolingizning ustiga qarang. Unda kitob turibdi. Ular biror bir jism bilan ta'sirlashadimi? Shamol bo'lganda daraxt shoxlari egiladi, barglari shildiraydi. Shamol bo'lmasa daraxt shoxlari, barglari biror bir jism bilan ta'sirlashadimi? Osmonga nazar tashlasak Quyosh, Oy va minglab yulduzlarni ko'ramiz. Ular ham o'zaro ta'sirda bo'lisharmikin?

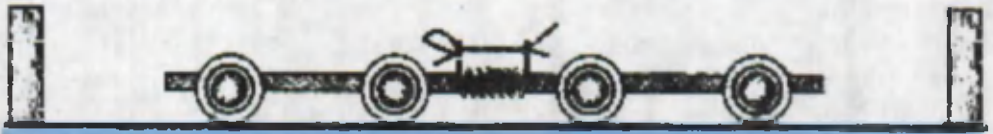
Aytilganlar haqida o'ylab ko'ring!

Modda tuzilishi haqidagi ma'lumotlar bilan 6-sinfda tanishgansiz. Unda moddaning zarralardan, ya'ni molekulalar va atomlardan tashkil topganligi, ularning to'xtovsiz harakatda bo'lishi aytilgan edi. Bu zarralar ham o'zaro ta'sirlashadimi? Ularni ham Yer o'ziga tortib turadimi?

Demak, tabiatdagi mikrozaralar – jismlar va katta – makrojismlarning barchasi o'zaro ta'sirda bo'ladi.

Bu o'zaro ta'sir natijasi qanday namoyon bo'ladi? Buni bir qancha misollarda ko'rib o'taylik.

Ikkita bir xil aravachani olib stol ustiga qo'yaylik. Ular orasiga siqilgan prujinani qo'yib aravachalarni ingichka ip bilan bog'laylik. Aravachalardan bir xil masofada to'siqlar o'rnataylik (57-rasm). Ipni yoqib yuborilsa siqilgan



57-rasm.

prujina to'g'rilanadi va dastlab tinch holatda turgan aravachalar harakatga kelib to'siqlarga uriladilar. O'zaro ta'sir natijasida aravachalarning tezliklari noldan boshlab ma'lum bir qiymatgacha ortadi.

Stol ustida ruchka, qalam, tarelka, choynak va piyola turgan bo'lsin. Stol ustiga jahl bilan musht tushirib ko'raylik. Shunda tinch turgan predmetlar sapchib, yuqoriga sakraganini ko'ramiz (58-rasm). Demak, siz mushtlaringiz bilan stolga ta'sir ko'rsatdingiz. Stol esa sizning ta'siringizni o'zidagi predmetlarga uzatdi.



58-rasm.

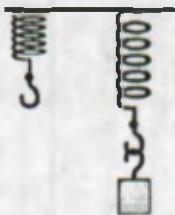


Bu o'zaro ta'sirmi? Qo'llaringiz og'rib qolmadimi?

Yuqoridagi misollarda ular orasidagi o'zaro ta'sir tufayli jismni tinch holatdan harakat holatiga o'tkazildi.



Xulosa shuki, **tabiatda yolg'iz ta'sir bo'lmasdan, balki har doim o'zaro ta'sir mavjud bo'lar ekan.**



59-rasm.

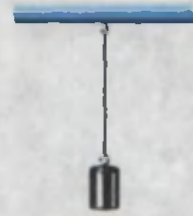
Prujinani shtativga osaylik. So'ngra uning uchiga ma'lum massali yuk osaylik. Shunda prujina cho'zilib, uzayganligini ko'ramiz (59-rasm). Rezina saqichni olib tishlasak, uning shakli o'zgaradi. Bu misollarda ta'sirning natijasi jism shaklining o'zgarishi sifatida namoyon bo'ladi. Shunday qilib, ta'sir va o'zaro ta'sir natijasida jismlar tezligining kattaligi yoki yo'nalishi o'zgaradi. Ayrim hollarda esa shakli o'zgaradi.

14-lavha

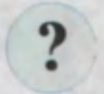
Jism tezligini yoki uning shaklini o'zgartiradigan ta'sirga kuch deyiladi.

6- sinfdan kuchning moduli F harfi bilan belgilanishini va uning nyutonlarda o'lchanishini eslaylik. Bunga qo'shimcha ravishda kuchning vektor kattalik ekanligini va uning \vec{F} , \vec{P} , \vec{Q} yoki \vec{N} bilan belgilanishini aytib o'tamiz.

1. O'zingizga ma'lum bo'lgan o'zaro ta'sirlarni ayting va misollar keltiring.
2. O'zaro ta'sir natijasida jismlarda qanday o'zgarishlar sodir bo'ladi?
3. O'zaro ta'sir natijasida nega jismlar har doim tezligini o'zgartirmaydi?
4. Yukni ipga bog'lab osib qo'yilgan (60-rasm). Yukka qanday kuchlar ta'sir qilishi mumkin?



60-rasm.



21-MAVZU

JISMLARNING INERTLIGI. MASSA

Svetofor oldida to'xtab turgan «Jiguli», «Matiz» va yuk mashinasini ko'z oldingizga keltiring. Svetoforning yashil chirog'i yonganidan so'ng ular birdaniga harakatga keladilar. 5 sekunddan so'ng ularning tezliklari qanaqa bo'lishi mumkinligi haqida o'ylab ko'ring. Bunda albatta «Matiz» avtomobilining tezligi eng katta, yuk mashinasining tezligi esa kam bo'lishini ko'pchilik biladi. «VAZ-2107» avtomobilini joyidan qo'zg'atib 100 km/soat tezlikkacha olib chiqish uchun 15 sekund, «Moskvich-2141» avtomobiliga 20 sekund, «Matiz» avtomobiliga 12 sekund vaqt kerak bo'ladi. Avtomobillar va, umuman, jismlarni kerakli tezlikkacha tezlantirish nimalarga bog'liq. Avvalo, avtomobilga qo'yilgan dvigatelning tortish kuchiga, ya'ni uning quvvatiga bog'liq. Quvvat qancha katta bo'lsa, kerakli tezlikka shuncha qisqa vaqt davomida olib chiqish mumkin. Lekin «Matiz» avtomobili dvigatelinin quvvati yuk mashinasi dvigatelinikidan kichik bo'lsa-da, katta tezlikda harakatlanadi. Demak, jism tezligini vaqt davomida tez oshirishga boshqa bir sabab xalaqit beradi. *Jismlarning o'zlari ham tezligini o'zgartirishga xalaqit berar ekan.*

15-lavha

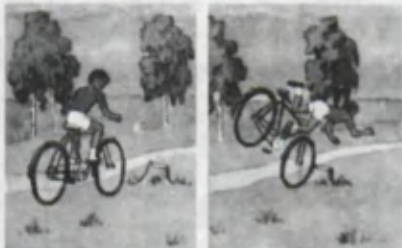
Jismlarning tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlash qobiliyatiga *inertlik* deyiladi.

Jismlarning inertligi faqat uning tezligining oshishiga xalaqit berib qolmasdan, tezligini kamaytirishga ham to'sqinlik qiladi. Masalan, avtomobil dvigateli o'chirilsa ham yana ancha muddat harakatlanishda davom etadi. Hattoki, tormoz bosilganda ham u harakatlanishdan shu zahoti to'xtamaydi. Masalan, «Volga» rusumli avtomobil tekis asfalt yo'lda 50 km/soat tezlik bilan harakatlanayotib, dvigateli o'chirilsa ~ 500 m yo'l o'tadi. Temir yo'lda harakatlanayotgan poyezdga tormoz berilganda sostav taxminan 1 km yo'l o'tib to'xtaydi.

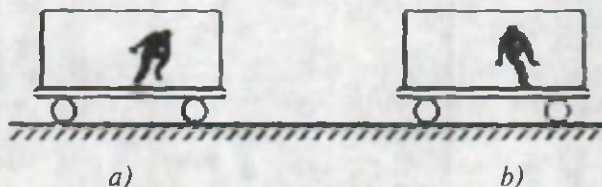
Shu sababli, transport qatnovi mavjud yo'llarda yo'l harakati qoidalariga albatta rioya qilish zarur!

Velosiped haydab ketayotgan bola atrofga alahsirab qolib yo'l chetidagi to'nkaga urilsa nima bo'ladi? (61-rasm.) Yo'lovchilar qisman tik turib ketayotgan avtobus oldidan biror uy hayvoni yoki bola yugurib chiqib qolsa, haydovchi tormoz pedalini shu zahoti bosadi. Bunda avtobusda tik turgan yo'lovchi bilan





61-rasm.



62-rasm.

nima hodisa ro'y beradi (62-a rasm). Turgan joyidan keskin qo'zg'algan avtobusdagi yo'lovchilar bilan qanday hodisa ro'y beradi (62-b rasm). Demak, jismlar faqat tezligini oshirish yoki kamaytirishga xalaqit bermasdan, balki tinch turgan holatini saqlashga ham intilar ekan. Jismning bu xossasi ham uning inertligi bilan belgilanadi. Aytaylik, tekis asfalt yo'lda kichik bir aravacha va yukli avtomobil turibdi. Siz ulardan qaysi birini itarib harakatga keltira olardingiz?

Judayam to'g'ri, aravachani. Endi shu yo'ldan ikkalasi tekis harakat qilib ketmoqda deylik. Siz ulardan qaysi birini orqasidan ushlab to'xtatib qola olardingiz? Yana to'g'ri javob berdingiz, aravachani.

Xulosa: Turli jismlar turlicha inertlikka ega.

Jismlarning inertligini o'lchash maqsadida **massa** deb ataluvchi fizik kattalik kiritiladi (6-sinfdan massani eslang).

16-lavha

Massa jismlar yoki zarralarning inertlik o'lchovidir.

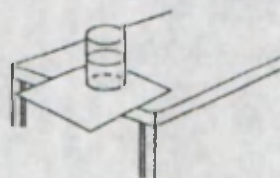
Massa **m** harfi bilan belgilanadi. 6-sinfda massani kilogrammlarda o'lchanishi va uning etaloni Parij shahri yaqinidagi Sevr shahrida saqlanishi aytib o'tilgan edi.

Yuqoridagi misolda yuk avtomobilining inertligi kichik aravachaning inertligidan katta va, shunga ko'ra, yukli avtomobilning massasi katta.

Massa, albatta, jismni tashkil etgan moddaning ko'p yoki kamligini ham ko'rsatadi. Masalan, sizga 100 g muzqaymoq o'miga 500 g olib berishsa, albatta, ko'proq huzur qilasisiz.

Demak, jismning massasini aniqlash uchun massasi aniq bo'lgan boshqa bir jismning inertligi bilan yoki tarkibi bir xil bo'lgan ikkinchi jismdagi modda miqdori solishtirilib topiladi. Bundan tashqari, barcha jismlarni Yer o'ziga tortib turganligi tufayli qaysi jismning massasi ko'p bo'lsa, o'sha jismni Yer o'ziga kuchliroq tortib turishidan ham foydalaniladi. Shaynli tarozida massani tortib o'lchash shunga asoslangandir.

Usti silliqroq stol ustiga gazeta varag'i yoki qog'oz yoyib, uning ustiga suvli stakanni 63-rasmdagidek qo'ying. Qog'ozni sekin torta boshlasangiz, stakan qog'oz bilan birga suriladi. Qog'ozni keskin tortib olsangiz, qog'oz stakan tagidan chiqib ketadi va suvli stakan stol ustida qoladi. Sababini tushuntiring.



63-rasm.

1. Jismlarning inertligi deganda nimani tushunamiz?
2. Kiyimlarni yoki paloslarni silkitib qoqqanda undan chang ajralib chiqadi. Sababi nimada?
3. Uzunlikka sakragan sportchi Yerga tushish oldidan tizzalarini bukadi. Bunga sabab nima?
4. Turmushda uchraydigan jismlarning inertligi bilan bog'liq hodisalarni ayting.
5. Nima sababdan yugurayotgan odam qoqilsa oldinga qarab yiqiladi, lekin muzlikda sirpanib ketgan odam orqaga yiqiladi?
6. Nima sababdan yengil avtomobilni boshqarayotgan odam xavfsizlik kamarini taqishi shart?
7. Nima sababdan yuvilgan kirlarning suvi siqib tashlansa-da, dorga yoyishdan oldin bir-ikki silkiib yuboriladi?
8. Nima sababdan yaqinlashib kelayotgan avtotransport oldidan yugurib o'tish mumkin emas?
9. Tormozlanish tizimi ishdan chiqqan avtomobilni nima sababdan arqon bilan bog'lab boshqa mashinada tortib ketish mumkin emas?
10. Tashqi ko'rinishi bir xil bo'lgan 8 ta shar bor. Ulardan birining ichida kichik bo'shliq bor. Shaynli tarozi yordamida ikki marta tortish orqali bo'shlig'i bor sharni topsa bo'ladimi?

22-MAVZU

NYUTONNING BIRINCHI QONUNI

Kirish suhbatida jismlar tezligining o'zgarish sababini tajribalar asosida G. Galiley ochib berganligini aytib o'tgan edik.

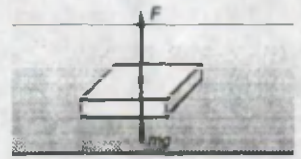
Ingliz olimi I. Nyuton Galileyning bu xulosasini mexanikaning asosiy qonuni sifatida kiritadi. Shu sababli, bu qonun Nyutonning birinchi qonuni sifatida fanga kiradi. Nyuton unga quyidagicha ta'rif bergan edi: **har qanday jism unga qo'yilgan kuch ta'sirida holatini o'zgartirmaguncha o'zining tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.**

Haqiqatan ham yo'lda ketayotgan yuk mashinasidan tushib qolgan g'ishtni hech kim chetga olib tashlamasa shu tushgan yerida yotaveradi.

O'ta silliq gorizontol stol ustida silliq shar bir tekisda ketayotgan bo'lsa, unga boshqa ta'sir bo'lmaguncha o'z harakatini davom ettiradi.

Jismlarning tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlash qobiliyatiga **jismning inersiyasi** (lotincha — *harakatsiz*) deyiladi. Shu sababli,

Nyutonning birinchi qonuni **inersiya qonuni** deb ham ataladi. Lekin keltirilgan misollarni chuqurroq tahlil qilsak, ularga ta'sir qilayotgan boshqa kuchlar mavjudligini ko'ramiz (64-rasm). Asfaltdagi g'ishtga Yer tomonidan tortish kuchi ta'sir qiladi. Ikkinchi tomondan, asfalt yo'l unga aks ta'sir ko'rsatadi. Yuqorida aytganimizdek, g'isht-asfalt yo'l orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud. Unda nima sababdan inersiya qonuni bu holatda o'rinli bo'ldi? Gap shundaki, bu o'zaro ta'sir kuchlarining yig'indisi nolga teng bo'lib, bir-birini kompensatsiyalaydi. Shunga ko'ra, *Nyutonning birinchi qonuni* hozirgi zamonda quyidagicha ta'riflanadi:



64-rasm.

17-lavha

Nyutonning birinchi qonuni

Agar jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatilayotgan ta'sirlar o'zaro kompensatsiyalangan bo'lsa, u o'zining tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.

Kinematika bo'limida keltirilgan havoda tushayotgan jismni eslaylik. Unda dastlab jismning erkin tushishi natijasida tezligining ortib borishi, so'ngra o'zgarmas tezlik bilan tushishi aytilgan edi. Tushayotgan jismga bir tomondan Yerning tortish kuchi, ikkinchi tomondan havoning qarshilik kuchi va Arximed kuchi ta'sir etadi. Tezlik o'zgarmas bo'lgan holatga yetganda bu kuchlarning yig'indisi nolga teng bo'lib qolib, o'zaro kompensatsiyalangan bo'ladi.

Shunga o'xshash o'zgarmas tezlik bilan ketayotgan avtomobilda dvigatelning tortish kuchi F_t , havoning qarshilik kuchi F_h , g'ildiraklarning yo'lga ishqalanish kuchi F_{ish} bilan kompensatsiyalangan bo'ladi (65-rasm).



65-rasm.



Unda avtomobil nimaning hisobiga harakatlanayotgan bo'ladi?



1. Birinchi qonunga Galiley va Nyuton tomonidan berilgan tavsiflarda qanday farq bor?
2. Bolta bilan ishlayotganda sopi chiqib qolsa, sopning erkin uchini vertikal holatda yerga yoki toshga urilsa, bolta sopga mahkam kirib qoladi. Bu qanday hodisaga asoslangan?
3. 66-rasmda keltirilgan mototsiklchi mashinalar ustidan sakrab o'tayotganda qanday kuch ta'sirida harakatlanadi?



66-rasm.

23-MAVZU

NYUTONNING IKKINCHI QONUNI

Nyutonning birinchi qonuniga ko'ra, jismga ta'sir etayotgan kuchlarning yig'indisi nolga teng bo'lsa, u tinch holatda yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatida bo'ladi. Xo'sh, jismga ta'sir etayotgan kuchlar yig'indisi nolga teng bo'lmasa-chi? U holda jism tezligi o'zgarib qolmaydi. Uning tezligi ortib, tezlanuvchan harakatda bo'ladi. Jism tezlanishga ega bo'ladi. Shunday qilib, jism unga ta'sir qilayotgan kuch tufayli tezlanishga ega bo'lishini bilib oldik.

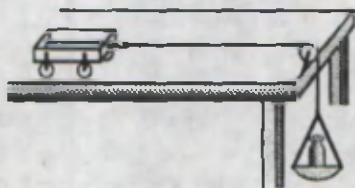
Bundan tashqari, jismning massasi tezligining o'zgarishiga xalaqit berishini ham bilamiz. Demak, bu uchta kattalik, ya'ni tezlanish, kuch va massa o'zaro bog'liq ekan.

Bu bog'lanishni aniqlash uchun tajribaga murojaat qilaylik (67-rasm).

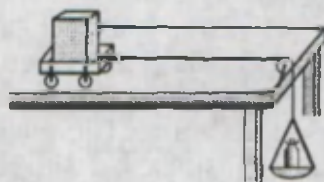
1-tajriba. M massali aravachani silliq stol ustiga qo'yamiz. Unga bog'langan ipni blok orqali o'tkazib tosh qo'yilgan pallaga bog'laymiz. Pallaga qo'yiladigan tosh massasini shunday tanlaylikki, natijada aravacha tezlanuvchan harakatlansin. Aravachani stol ustiga qo'yib, undan blokkacha bo'lgan masofani (L) o'lchab olaylik. Aravachani qo'yib yuborib, L masofani bosib o'tish uchun ketgan t_1

vaqtni o'lchab olamiz. $L = \frac{a \cdot t_1^2}{2}$ formuladan $a_1 = \frac{2L}{t_1^2}$ tezlanishni hisoblaymiz.

Bu tajribada tortuvchi kuch vazifasini palla va undagi toshning og'irlik kuchi o'taydi. 6-sinfda keltirilgan og'irlik kuchini hisoblash formulasidan foydalanib $F_1 = P_1 = (m_p + m_t) \cdot g$ - tortuvchi kuchini hisoblaymiz. So'ngra pallaga qo'yilgan tosh massasini shunday tanlaymizki ularning umumiy og'irlik kuchi $F_2 = P_2 = 2P_1$ bo'lsin. Shu holatda ham aravachani harakatlantirib a_2 tezlanishni aniqlaymiz. Natijada, $a_2 \approx 2a_1$ bo'lishi kelib chiqadi. Xullas, bu tajriba yordamida tortuvchi kuch necha marta ortsa, jismning olgan tezlanishi ham shuncha marta ortishi kelib chiqadi. Uni $a \sim F$ ko'rinishda yozamiz.



67-rasm.



68-rasm.

2-tajriba. Tajribani aravachaning ustiga qo'shimcha yuk qo'yib takrorlaymiz (68-rasm). Aravachaga yuk qo'yilishi natijasida uning tezlanishi kamayadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, $m_2 = 2m_1$ bo'lganda $a_2 = \frac{a_1}{2}$ bo'lar ekan. Buni

$a \sim \frac{1}{m}$ deb yozamiz. Bu uchta kattalikning bog'lanishi $a = \frac{F}{m}$ ko'rinishida bo'ladi. Bu formula Nyutonning ikkinchi qonunini ifodalaydi.

18-lavha

Nyutonning ikkinchi qonuni

Jismning olgan tezlanishi qo'yilgan kuchga to'g'ri proporsional, uning massasiga esa teskari proporsionaldir.

Nyutonning ikkinchi qonuni vektor ko'rinishida quyidagicha yoziladi:

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

Bundan jism olgan tezlanishning yo'nalishi kuch yo'nalishi bilan bir xil ekanligi ma'lum bo'ladi.

Nyutonning ikkinchi qonuni kuchning birligini keltirib chiqarish imkonini beradi.

$$F = m \cdot a \quad \text{dan} \quad F = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ Nyuton.}$$



1 kg massali jismga 1 m/s² tezlanish bera oladigan kuchga 1 Nyuton kuch deyiladi. Bundan 1 kg massali jismning og'irligi

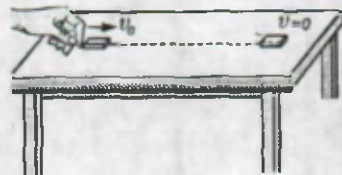
$$F = mg \quad \text{dan} \quad F = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N} \quad \text{bo'lishi kelib chiqadi.}$$

Ikkinchi qonundan $m = \frac{F}{a}$ formula ham kelib chiqadi. Uni ayrim o'quvchilar

«Jismning massasi qo'yilgan kuchga to'g'ri proporsional, olgan tezlanishga teskari proporsional bo'ladi», deb o'qishlari mumkin. $F = m \cdot a$ formulani «qo'yilgan kuch jism olgan tezlanishga to'g'ri proporsional», deb o'ylaydiganlar ham topiladi. Har ikkala holda ham chiqarilgan xulosa noto'g'ri. Stol ustida turgan gugurt qutisi turtib yuborilsa, biroz masofa o'tib to'xtaydi (69-rasm). Unga ko'rsatilgan ta'sir kuchi sizning barmoqlaringizning ta'siriga bog'liq bo'lib, gugurtning olgan tezlanishiga bog'liq emas. Shuningdek, gugurtning massasi qo'yilgan kuchga ham, olgan

tezlanishiga ham bog'liq emas. $m = \frac{F}{a}$ formula,

qo'yilgan kuch va jismning olgan tezlanishi ma'lum bo'lsa, uning massasini hisoblab topish imkonini beradi.



69-rasm.

Masala yechish namunasi

1. Velosipedchi qiyalikdan pastga qarab 1 m/s^2 tezlanish bilan tushmoqda. Agar velosipedchining velosiped bilan birgalikdagi massasi 65 kg bo'lsa, unga ta'sir etayotgan kuchni toping.

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $m = 65 \text{ kg}$	$F = m \cdot a$	$F = 65 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 65 \text{ N}$
Topish kerak $F = ?$		Javob: $F = 65 \text{ N}$.

4-mashq.

1. Massasi 5 kg bo'lgan jism F kuch ta'sirida 2 m/s^2 tezlanish oldi. Shunday kuch ta'sirida 8 kg bo'lgan jism qanday tezlanish oladi? (Javob: $1,25 \text{ m/s}^2$.)

2. Harakat boshlagandan 10 s o'tgach elektrovozning tezligi 2 m/s ga teng bo'ldi. Agar elektrovozning massasi 185 t bo'lsa, uning tortish kuchini toping. (Javob: 37000 N .)

3. Suvga tashlangan jism o'zgarmas tezlik bilan tushmoqda. Tushish vaqtida unga ta'sir qiluvchi kuchlarni ayting va ular orasidagi munosabatni ko'rsating.

4. Jismning qandaydir lahzasidagi tezligi 3 m/s ga teng. Bu paytda uning tezlanishi -1 m/s^2 ga teng bo'lsa, jismga ta'sir etuvchi natijaviy kuch qaysi yo'nalishda bo'ladi?

5. Massasi 20 kg bo'lgan jismga o'zgarmas 6 N kuch ta'sir etsa, 15 s dan so'ng qanday tezlikka erishadi? (Javob: $4,5 \text{ m/s}$.)

6. Bola tepalikdan sirpanib tushganidan so'ng $1,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tormozlana boshlaydi (70-rasm). Agar bolaning chang'i bilan birgalikdagi massasi 40 kg bo'lsa, tormozlovchi kuchni aniqlang.



70-rasm.

7. 71-rasmda jismning tezlik vektori va unga ta'sir etuvchi kuch vektori keltirilgan. O'ngdagi vektorlardan qaysi biri jism tezlanishining vektori yo'nalishiga mos keladi?



71-rasm.

8. Massasi 300 g bo'lgan jism qanday kuch ta'sirida 5 s davomida 25 m masofani o'tadi? (Javob: $0,6 \text{ N}$.)

9. Yerdan boshqa sayyorada jism massasini shaynli tarozida o'lchab aniqlash mumkinmi?

10. Massasi 2 t bo'lgan avtomobilga ta'sir etayotgan kuch 55 kN ga teng. Avtomobil qanday tezlanish bilan harakatlanadi?

?

1. Jism massasining o'lchov birligini kuch va tezlanish birligi orqali ifodalang.
2. Parashutchi 6 m/s o'zgaras tezlik bilan tushmoqda. U qanday kuch ta'sirida harakatlanmoqda?
3. Kundalik turmushdan Nyutonning ikkinchi qonuniga doir misollar keltiring.
4. Agar jism to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan bo'lsa, unga ta'sir qilayotgan kuchlar haqida nima deyish mumkin?

24-MAVZU

LABORATORIYA ISHI

JISM TEZLANISHINING MASSAGA VA QO'YILGAN KUCHGA BOG'LIQLIGINI O'RGANISH

Kerakli asboblari. 1. Yengil harakatlanuvchi aravacha. 2. Stol ustiga o'rnatiladigan blok iplari bilan. 3. Raqamli laboratoriya sekundomeri. 4. Taroz toshlari va pallacha. 5. Taroz. 6. O'lchov lentasi.

Ishning bajarilishi. Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra, jismning olgan tezlanishi qo'yilgan kuchga to'g'ri proporsional, massasiga esa teskari proporsional.

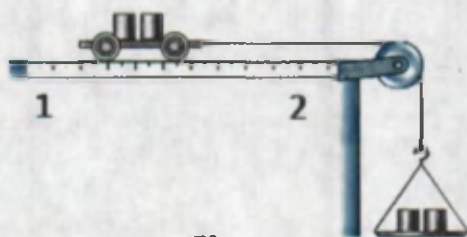
$$a = \frac{F}{m} \quad (1)$$

Mazkur qonunni tekshirish uchun laboratoriya ishi quyidagicha o'tkaziladi:

1-amaliy ish. Yengil harakatlana oladigan aravacha olinib, uning massasi (m_j) tarozida tortib olinadi. Uning ilgagiga ip bog'lanadi. Stol ustiga o'rnatilgan blok orqali ip tosh qo'yiladigan palla ilgagiga bog'lanadi (72-rasm).

Bunda palla massasi (m_p) ham tarozida o'lchab olinadi. Pallaga kichik qiymatdan boshlab toshlar qo'yib boriladi hamda yengil turtki bilan aravachaning tekis harakat qilishiga erishiladi.

Jism tekis harakat qilganda $F_t = F_{ish}$. Bunda F_t – tortuvchi kuch, F_{ish} – ishqalanish kuchi. Tortuvchi kuch pallaning va qo'yilgan yukning $F_t = (m_p + m_j) \cdot g$ og'irligiga teng bo'ladi. m_j – jism tekis harakat qilishi uchun pallaga qo'yilgan tosh massasi.



72-rasm.

2-amaliy ish. Pallaga qo'shimcha m_2 yuk qo'yiladi. Yuk massasi shunday tanlanishi kerakki, uning harakati tekis harakatga nisbatan biroz tez bo'lsin. Elektron sekundomer tugmasini bosib, aravachaning oldingi g'ildiragi o'qi 1-nuqtadan o'tayotgandan boshlab ishga tushiriladi. 2-nuqtaga yetganda yana tugmacha bosilib sekundomer to'xtatiladi. 1- va 2-nuqtalar orasi o'lchov lentasi yordamida aniq o'lchab olinadi. Natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba №	m_0, g	m_1, g	m_2, g	m_3, g
1.				
2.				
3.				

Tajriba №	F_{ish}, N	F_1, N	F_n, N	$a, m/s^2$
1.				
2.				
3.				

Jism harakati uchun Nyutonning II qonuni ifodasiga ko'ra $F_1 - F_{ish} = F_n = m_a \cdot a$ bo'ladi. Bunda $F_1 = (m_p + m_1 + m_2) \cdot g$. a ni tajribadan aniqlash uchun 1- va 2- nuqtalar oralig'i (s) va shu masofani o'tish uchun ketgan vaqt (t) o'lchanadi.

$$a = \frac{2s}{t^2}$$

Izoh. Vaqtni aniqlashda sekundomerdan sekundning ulushlari ham hisobga olinib yoziladi. 3-va 4- tajribalarni m_2 o'zgartirilgan hollar uchun o'tkaziladi va mos ravishda a_1, a_2 va a_3 tezlanishlar aniqlanadi.

3-amaliy ish. Pallada oxirgi tajribada ishlatilgan toshchalar qoldiriladi. Aravacha ustiga qo'shimcha aravacha massasining yarmiga teng miqdorda yuk qo'yiladi va tajriba o'tkaziladi. Tajribani aravacha ustiga $2 m_a, 1,5 m_a$ yuklar qo'yilgan hollar uchun takrorlanadi. Har bir tajriba uchun a tezlanish hisoblanib, natijalari jadvalga yoziladi.

Olingan natijalar taqqoslanib, (1) formula tekshiriladi va xulosalar chiqariladi.

1. Tajribada aravachaga qo'yilgan yuk massasi orttirib borildi. Agar tajribani teskari yo'nalishda, ya'ni dastlab ko'p yuk qo'yilib, so'ngra kamaytirilib borilsa qanday natijaga erishilgan bo'lar edi, deb o'ylaysiz?

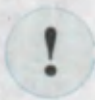
Jism tezlanishining massaga va qo'yilgan kuchga bog'liqligini aniqlashning boshqa usullari haqida takliflar bering.

?

!

25-MAVZU

NYUTONNING UCHINCHI QONUNI



Faraz qilaylik, siz shunday xunuk voqeaning guvohi bo'ldingiz. Qandaydir sabab bilan to'xtab turgan avtomobilga boshqa bir avtomobil kelib urildi. Shunda qaysi biri pachoq bo'ladi? Urganimi yoki urilganimi?

Sinfdoshlaringiz bilan bu haqda muhokama qilib ko'rsangiz, har ikkalasi, degan xulosaga kelasiz. Oldingi mavzuda jahl bilan stolga musht tushirsangiz, stol usti egilishi bilan birga, qo'lingiz og'rib qolishi haqida gaplashgan edik.

Xulosa shuki, tabiatda har doim ta'sir bor joyda aks ta'sirni uchratamiz.

Ulami birgalikda o'zaro ta'sir deb atashga kelishilgan. Xo'sh, ta'sir va aks ta'sir o'zaro qanday munosabatda?

Buni aniqlash uchun quyidagi tajribani qilib ko'ramiz. Ikkita dinamometrni olib, uchlaridan bir-biriga ulaymiz (73-rasm). So'ngra ulardan birining uchini C ustunchaga mahkamlab, ikkinchi dinamometrning chetidan qo'limiz bilan tortamiz. Dinamometrlarga nazar solsak, ularning ko'rsatishlari bir xil bo'lishini ko'ramiz. Demak, birinchi dinamometrning ikkinchi dinamometrga ko'rsatgan ta'siri ikkinchi dinamometrning birinchi dinamometrga ko'rsatgan ta'siriga teng. Prujinalari ham siqilishga, ham uzilishga ishlaydigan ikkita dinamometrni olaylik.



73-rasm.



74-rasm.

Ularni 74-rasmda ko'rsatilganidek o'rnatamiz. Ularni bog'lovchi jismni qo'l bilan bir tomonga qarab harakatlantirsak, dinamometrlardan biri cho'ziladi, ikkinchisi siqiladi. Shunda ularning ko'rsatishlari ham bir xil bo'lishini ko'rishimiz mumkin.

Shuningdek, masofadan turib ta'sirlashuvchi jismlardagi o'zaro ta'sirni solishtirish mumkin. Buning uchun bitta aravachaga kuchli magnitni, ikkinchi aravachaga temir bo'lagini mahkamlab qo'yamiz (75-rasm). Temir bo'lagi qo'yilgan aravachani dinamometr orqali tortsak, magnit unga tortilib, aravachasi temir bo'lagi tomonga yurishga harakat qiladi. Dinamometrlar cho'zilib, ta'sirlashayotgan kuchlarni ko'rsatadi. Bunda dinamometrlarning ko'rsatishi bir

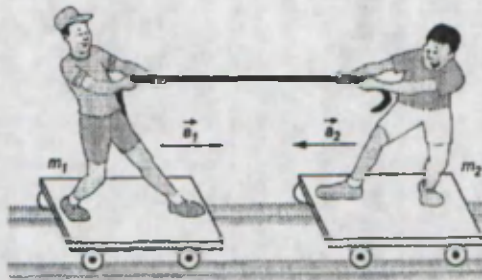


75-rasm.

xil bo'ladir. Magnit bilan temir orasidagi masofani yaqin va uzoqroq qo'yib tajriba takrorlanganda, dinamometrlarning ko'rsatishlari har doim bir xil bo'lishini ko'rish mumkin.

Yuqorida keltirilgan misollarda jismlar tinch holatda edi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, ta'sir va aks ta'sirning tengligi harakatlanuvchi jismlar uchun ham o'rinli bo'lar ekan. Buni ikki o'quvchi relslar ustida turgan aravachalarda arqon orqali bir-birini tortgan holdagi misolda ko'rish mumkin (76-rasm). Arqonni kim tortishidan qat'i nazar, har ikkala aravacha tezlanish oladi.

Tezlanishlar o'lchanib, nisbatlari solishtirilganda $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$ munosabat o'rinli bo'lar ekan. Demak, bu holda ham ta'sir va aks ta'sir son qiymati jihatidan o'zaro teng.



76-rasm.

Yuqorida keltirilgan misollar natijasidan foydalanib Nyutonning uchinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

Uni formula ko'rinishida quyidagicha ifodalash mumkin:

19-lavha

Nyutonning uchinchi qonuni

Ta'sir har doim aks ta'sirini vujudga keltiradi. Ular son qiymati jihatidan teng bo'lib, bir to'g'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan.

Bunda:

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$

$\vec{F}_{1,2}$ — birinchi jismning ikkinchi jismga ko'rsatayotgan ta'siri;

$\vec{F}_{2,1}$ — ikkinchi jismning birinchi jismga ko'rsatgan aks ta'siri.

Formuladan ko'rinib turibdiki, bu kuchlar bir jismga qo'yilmasdan turli jismlarga qo'yilgandir. Shunga ko'ra bu kuchlar bir-birini kompensatsiyalamaydi. 75-rasmda \vec{F}_{12} kuch magnitga, \vec{F}_{21} kuch esa temir bo'lagiga qo'yilgandir.

Oyoqlariga konki bog'lagan ikki o'quvchi muz ustida arqon tortishmoqda (77-a rasm). Daftaringizga arqonga, bolalarga ta'sir etayotgan kuchlarni chizing. Arqonni o'rtasidan kesib, unga dinamometr ulandi (77-b rasm).

Agar bolalardan birining ta'sir kuchi 40 N bo'lsa, dinamometr nimani ko'rsatishini aniqlang.



a)

b)

77-rasm.

1. Ta'sir va aks ta'sir kuchlarni bir-biridan qanday farqlash mumkin?
2. Ikkita bola arqonni ikki uchidan ushlab tortmoqda. Bolalarning har birining tortish kuchi 100 N ga teng. Arqon 150 N kuch ta'siriga chidaydi. Arqon uzilib ketadimi?
3. Bolalar ertagidagi baron Myunxauzen bir hikoyasida botqoqqa oti bilan botib qolganida o'zining sochidan o'zi torlib botqoqdan chiqib ketganligini hikoya qiladi. Baron qo'l muskullarining kuchi yetarli darajada katta deb olib, shu ishni bajara olishi mumkin yoki mumkin emasligini tushuntirishga harakat qiling.
4. Ma'lumki, arqon tortish musobaqasida arqonning qaysi uchini kattaroq kuch bilan tortilsa, arqon o'sha tomonga siljib boradi. Aytaylik, bir ot yukli aravani tortib ketmoqda. Shunda ot aravaga ta'sir ko'rsatadi. Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra, aks ta'sirni arava ko'rsatishi kerak. Agar ta'sir va aks ta'sir teng hamda qarama-qarshi bo'lsa nima sababdan ot aravani tortib ketadi?
5. Shunga o'xshash savol lokomotiv va vagonlar misolida uchraydi. Lokomotiv vagonlarni qanday kuch (F_{LV}) bilan tortsa, xuddi shunday kuch (F_{VL}) bilan vagonlar lokomotivni tortishi kerak. U holda qanday qilib lokomotiv vagonlarni tortib ketadi?

26-MAVZU

**TABIATDA KUHLAR. JISMNING BIR NECHTA
KUHLAR TA'SIRIDAGI HARAKATI**

Bir qaraganda, biz juda katta mavzuga qo'l urganday bo'lamiz. Yerda va undan tashqarida jismlar son-sanoqsiz bo'lib, ular bir-biri bilan turlicha ta'sirda bo'ladi. Masalan, tomdan tashlangan tosh Yerga tushadi, lokomotiv vagonlarni tortib ketadi, futbolchi koptokni tepadi, sochni taragan taroq yengil qog'oz parchalarini tortadi, magnit mixni tortadi, tok o'tayotgan elektr dvigateli aylanadi, Oyni Yer tortib turadi, ularni esa Quyosh, Quyoshni esa... va h. k. Shunga ko'ra, tabiatdagi kuchlar son-sanoqsizdek tuyiladi! Aslida unday emas ekan.

Koinot qa'ridagi yulduzlarda, bizning sayyoramizda, istalgan jonli organizm-da, molekular va atomlardagi kuchlarni o'rganish shuni ko'rsatadiki, ularni to'rt guruhga bo'lish mumkin.

1. Gravitatsion kuchlar. Ular har qanday massaga ega bo'lgan jismlar orasida bo'lar ekan. Masalan, toshning Yerga tushishiga sabab toshni Yer o'ziga tortishidir. Shu kuch tufayli Oy Yer atrofida, Yer esa Oy bilan birgalikda Quyosh atrofidan keta olmay aylanib yuradi. Yer sayyorasidan tashqari yana yettita sayyora va boshqa ko'pgina osmon jismlari Quyosh atrofida aylanib yuradi. Siz ularning harakati bilan 9-sinfda tanishasiz.

2. Elektr magnit kuchlari. Bu kuchlar elektr zaryadiga ega bo'lgan zarralar va jismlar orasida mavjud bo'ladi. Bu kuchlar ta'sirida elektr dvigatellarida harakat paydo bo'ladi. Atom ichida elektronlar yadro atrofida ushlanib turadi. Tirik organizmlardagi ko'pgina jarayonlar ham zaryadli zarralarning o'zaro ta'siri natijasida boradi.

3. Yadro kuchlari. Siz moddalarning atom va molekularlardan tashkil topganligini bilasiz. Lekin atom ham yana-da mayda zarralar – atom **yadrosi va elektronlardan** tashkil topgan. Atom yadrosining o'zi ham undan-da maydaroq **proton, neytron** deb ataluvchi zarralardan tashkil topgan.

Bu zarralar orasida yadro kuchlari mavjud.

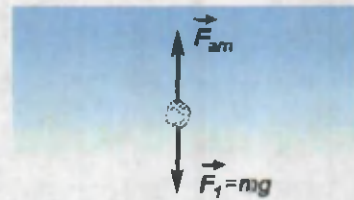
4. Kuchsiz ta'sirlashuv. Bu ta'sir kam o'rganilgan bo'lib, ta'sir doirasi bir yadro zarrasi ichida bo'ladi.

Yadro kuchlari va kuchsiz ta'sirlashuv juda qisqa masofalarda namoyon bo'lib, Nyuton mexanikasiga bo'ysunmaydi. Shu sababli, bu kuchlarni yuqori sinflarda o'rganasiz.

Mexanikada o'rganiladigan kuch turlari, asosan, gravitatsion, elektr va magnit kuchlaridir. Kundalik turmushda uchraydigan elastiklik kuchlari, ishqalanish kuchlarining tabiati jismni tashkil etgan zarralar orasidagi elektr magnit ta'sirlari tufayli bo'lsa-da, uni hozir chuqur o'rganmaymiz. Mazkur kursda tajribalar yo'li bilan ularning miqdoriy tomonlarinigina o'rganiladi.

Nyutonning ikkinchi qonunini o'rganishda jismga faqat bitta kuch ta'sir etayotgan hol ko'rib chiqilgan edi. Nyutonning uchinchi qonunini o'rganishda

jismlar ta'sirlashganda bir nechta kuchlar o'zaro ta'sirlashishini ko'rdik. U holda jism oladigan tezlanishni aniqlashda qaysi kuchdan foydalanamiz? Bunda *teng ta'sir etuvchi kuch* tushunchasidan foydalaniladi. Masalan, suvga tashlangan jismni qaraylik (78-rasm). Unga $F_1 = mg$ og'irlik



78-rasm.

kuchi va yuqoriga ko'taruvchi F_{arx} arximed kuchi ta'sir etadi. Bu kuchlar o'zaro qarama-qarshi yo'nalishda bo'lganligidan jismning harakati $\vec{F}_1 - \vec{F}_{arx}$ ayirmaga bog'liq. Agar $\vec{F}_1 > \vec{F}_{arx}$ bo'lsa, jism uchun Nyutonning ikkinchi qonuni

$$\boxed{m \cdot \vec{a} = \vec{F}_1 - \vec{F}_{arx}} \quad \text{yoki} \quad \boxed{\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 - \vec{F}_{arx}}{m}} \quad \text{bo'ladi.}$$

Agar $\vec{F}_1 = \vec{F}_{arx}$ bo'lsa, jism qisman suvga botgan holda suv yuzasida suzib yuradi.


Istirohat bog'larida holalarni sayr qildirib yurgan bir yoki ikki ot qo'shilgan, chiroyli qilib bezatilgan aravalarni ko'rgan bo'lsangiz kerak. Bunda ikkita ot qo'shilgan aravaga bir ot qo'shilgan aravaga nisbatan ikkita kuch ta'sir etadi. Xuddi shunday, uzun sostavli poyezdlarda ham ikkita teplovoz qo'shilganligiga ham e'tibor bergansiz. Akkumulatorining quvvati pasayib qolgan avtomobilni o't oldirish yoki chuqurchaga botib qolgan avtomobilni chiqarish uchun mashina orqasidan bir necha kishining itarib yurgizganini ham ko'pchilik ko'rgan, albatta. Keltirilgan misollarning barchasida jismga bir nechta kuchlar ta'sir etadi.



Xulosa. *Jismga bir nechta kuchlar ta'sir qilganda jismning olgan tezlanishini aniqlash uchun kuchlarning teng ta'sir etuvchisi topiladi. Teng ta'sir etuvchi kuch vektorlarni qo'shish qoidasiga binoan topiladi.*

Masala yechish namunasi

1. Jismga qarama-qarshi yo'nalgan $F_1 = 4 \text{ N}$ va $F_2 = 5 \text{ N}$ kuchlar ta'sir etmoqda. Jism qaysi yo'nalishda va qanday tezlanish bilan harakatlanadi? Jism massasi 200 g ga teng.

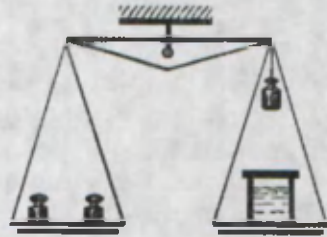
Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$	$\vec{F} = \vec{F}_2 - \vec{F}_1$	
$F_1 = 4 \text{ N}$	$a = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{F_2 - F_1}{m}$	$F = 5 \text{ N} - 4 \text{ N} = 1 \text{ N.}$
$F_2 = 5 \text{ N}$		$a = \frac{1 \text{ N}}{0,2 \text{ kg}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Topish kerak:		Javob: $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ tezlanish bilan F_2
$F = ? \quad a = ?$		kuch yo'nalishida.

5-mashq.

1. To'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan vagonda bolaning qo'lidagi ko'ptok tushib ketdi. U qayerga tushadi?

2. Itidan qochib ketayotgan quyon yon tomonga keskin ravishda sakrab turadi. Nima sababdan it quyondan tez yugursa-da, quyonni tutishi qiyin bo'ladi?

3. 79-rasmda tarozining bir pallasida suvli idish va bitta tosh ikkinchi pallaga qo'yilgan ikkita tosh bilan muvozanatda turibdi. Osilgan tosh bog'langan ipni uzaytirib suvga tushirilsa muvozanat buziladimi? Agar ipni uzib, toshni suv ichiga solib qo'yilsa-chi?



79-rasm.

4. Qaysi holda vertolyot yerga katta kuch bilan ta'sir qiladi: a) Vertolyot yerda tinch holatda turibdi; b) vertolyot yerdan ma'lum balandlikda parraklarini aylantirgan holda muallaq turibdi?



80-rasm.

5. Silliq stol ustida o'zaro ip bilan bog'langan, massalari $m_1 = 200 \text{ g}$ va $m_2 = 300 \text{ g}$ bo'lgan ikkita jism turibdi. O'ng tomondagi jismga $F_2 = 0,1 \text{ N}$, chap tomondagi jismga $F_1 = 0,6 \text{ N}$ kuch ta'sir etadi (80-rasm). Jismlar qanday tezlanish bilan harakatlanadi? (Javob: 1 m/s^2 tezlanish bilan chap tomonga.)

6. Massasi 10 kg bo'lgan aravacha $0,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan janubga tomon harakatlanmoqda. Unga ikkita kuch ta'sir etmoqda. Kuchlardan biri 25 N ga teng bo'lib, janub tomonga yo'nalgan. Ikkinchi kuchning kattaligi va yo'nalishini toping. (Javob: 20 N ; shimolga.)

7. Jism qo'zg'almas blok vositasida tekis ko'tarilmoqda. Agar arqonga ta'sir etayotgan kuch 20 N ga teng bo'lsa, yukning massasi nimaga teng?

8. Yuqoridagi masalada jism tezlanishi 1 m/s^2 ga teng bo'lsa, yukning og'irligi nimaga teng?

9. Jism qo'zg'aluvchan blok vositasida tekis ko'tarilmoqda (81-rasm). Agar dinamometrning ko'rsatishi 10 N ga teng bo'lsa, yukning og'irligi nimaga teng?



81-rasm.

10. Toshguzar — Boysun temir yo'li tog'li joylardan o'tgan. Bunda og'ir yukli vagonlarni tortish uchun ikkita teplovoz kerak bo'lsa, ularni qanday joylashtirgan ma'qul? Ikkalasini vagonlarning oldiga ketma-ket ulabmi yoki birini vagonlarning oldiga, ikkinchisini orqasigami?



1. Tabiatdagi kuchlarga misollar keltiring.
2. Mavzuda keltirilgan kuchlarning qanday o'xshashlik tomonlari bor?
3. Kuchlarni qo'shish qanday qoidaga asosan bajariladi?

27-MAVZU

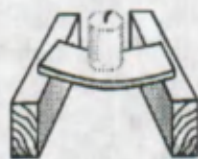
ELASTIKLIK KUCHI. GUK QONUNI

Siz ko'pgina tarixiy filmlarni ko'rganingizda ularda janglar va yovvoyi hayvonlarni ovlash lavhalarida uzoqdan turib mavh etish quroli bo'lgan o'q-yoylarni ko'rgansiz (82-rasm). Ularda kamonni egish davrida paydo bo'lgan kuch yoy o'qini uzoqqa katta tezlikda uloqtirgan. Nima sababdan kamon egilganda kuch paydo bo'ladi?

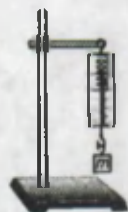
Uni aniqlash uchun quyidagi tajribalarni bajarib ko'raylik. Ikkita taxtachani olib, gorizontal holatda joylashtiramiz. Uning ustiga yupqa ensiz faner yoki chizg'ichni qo'yamiz. Chizg'ich ustiga biror m massali yukni qo'ysak, uning yuk og'irligi ta'sirida egilganligini ko'ramiz (83-rasm). Demak, toshga og'irlik kuchidan tashqari, yuqoriga tik yo'nalgan boshqa kuch ham ta'sir etadi. Bu kuch egilgan chizg'ichda hosil bo'ldi. Shtativga dinamometrni mahkamlab, unga m massali yukni osaylik. Prujina biroz cho'zilib to'xtaydi (84-rasm). Bunda ham yukka og'irlik kuchidan tashqari prujina tomonidan yuqoriga yo'nalgan kuch ham ta'sir etib, o'zaro muvozanatda bo'ladi. E'tibor berilsa, og'irlik kuchini muvozanatlovchi kuch chizg'ich egilganda va prujina cho'zilganda hosil bo'ladi. Bu kuchni **elastiklik kuchi** deyiladi. Yuqoridagi tajribalarda toshning og'irlik kuchi ta'sirida prujina va chizg'ichning shakli o'zgardi. Prujina uzunligi ortdi, chizg'ich esa to'g'ri chiziqli ko'rinishdan egri chiziqli ko'rinishga o'tdi.



82-rasm.



83-rasm.



84-rasm.

20-lavha

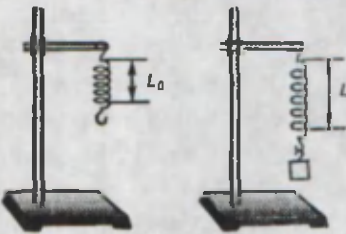
Jismlarning tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini o'zgartirishiga *deformatsiya* deyiladi.

Ko'rilgan misolda prujinadan va chizg'ichdan unga qo'yilgan toshlar olinsa, ular o'zlarining dastlabki holatiga qaytishini kuzatish mumkin. Xamirga, saqichga ham tashqi kuch ta'sir etsa, ular ham shaklini o'zgartiradi. Lekin kuch olingandan so'ng ularning shakli oldingi holatiga qaytmaydi.

Demak, deformatsiyalanish ikki xil ko'rinishda bo'lar ekan.

Deformatsiyalangan jism tashqi kuch olinganidan so'ng o'z shakliga qaytsa, bunday deformatsiyaga **elastik deformatsiya** deyiladi. Tashqi kuch olinganidan so'ng jism o'zining avvalgi shakliga qaytmasa, **plastik deformatsiya** deyiladi.

Cho'zilish, egilish deformatsiyalaridan tashqari *siqilish*, *buralish* kabi deformatsiyalar ham uchraydi. Bu mavzuda biz faqat cho'zilish va siqilish deformatsiyalarini o'rganamiz.



85-rasm.

Elastiklik kuchining nimalarga bog'liqligini o'rganishga harakat qilaylik. Buning uchun quyidagicha tajribani o'tkazaylik. Birorta prujina olib, uning L_0 uzunligini o'lchab olamiz. Uning uchini shtativga mahkamlab, bo'sh uchiga m massali yukni osamiz (85-rasm).

Bunda prujina cho'zilib, uzunligi L ga teng bo'ladi. $\Delta l = L - L_0$ prujinaning **absolut uzayishi**

deyiladi. Yukni $1,5 m$, keyin $2 m$ va h. k. holda orttirib borib, ularga mos kelgan prujinaning uzayishi Δl lar yozib olinadi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, qo'yilgan yukning og'irligi necha marta ortsa, uzayish ham shuncha marta ortar ekan. Bu qonuniyatni birinchi bo'lib 1675-yilda ingliz olimi Robert Guk juda ko'p o'lchash ishlarini o'tkazganidan so'ng ochgan. Yuqorida aytganimizdek, prujinada hosil bo'lgan elastiklik kuchi uni cho'zuvchi og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Bu hisobga olinsa, **Guk qonuni** quyidagicha ta'riflanadi:

21-lavha

Guk qonuni

Elastik deformatsiyada jismning absolut uzayishi deformatsiyalovchi kuchga to'g'ri proporsional:

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

Bunda F_{el} – elastiklik kuchi; k – elastiklik kuchi va absolut uzayishini bog'lovchi koeffitsiyent bo'lib, u prujinaning **bikrligi** deyiladi.



$[k] = \frac{F_{el}}{\Delta l}$ ifoda orqali aniqlanadi. Birligi $[k] = \frac{N}{m}$. Tajribaga ko'ra uzayish pastga tomon yo'naltirilganda elastik kuch yuqoriga yo'nalgan bo'ladi. Shunga ko'ra Guk qonuni formulasida minus ishora qo'yiladi.



1. Deformatsiya deganda nimani tushunasiz?
2. Deformatsiya turlarini tushuntirib bering.
3. Elastiklik kuchi qanday hosil bo'ladi?
4. Guk qonunidagi minus ishora nimani anglatadi?
5. Prujinaning bikrligi nimalarga bog'liq bo'lishi mumkin?

28-MAVZU

ELASTIKLIK CHEGARASI



6-sinfidan prujinali tarozining yoki dinamometrning tuzilishini va ishlashini eslaylik. Ularga o'lchash chegaralari yozib qo'yilgan bo'ladi. Chegaradan ortiqcha yuk osilsa nima bo'ladi?

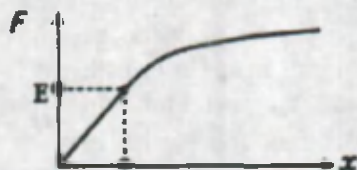


Tajribalar shuni ko'rsatadiki, prujinaga osilgan toshlar ko'paytirib borilsa, ma'lum og'irlikdan so'ng prujina o'zining dastlabki holatiga to'la qaytmasdan cho'zilib qoladi. Shunga ko'ra bozorlarda massa bilan bog'liq mol xarid qilinganda prujinali tarozidan foydalanmagan ma'qul.



Xuddi shuning singari chizg'ich ham og'ir tosh ta'sirida qiyshayib qolishi, hatto sinib ketishi mumkin. Demak, elastik deformatsiya tashqi kuchning ma'lum qiymatigacha kuzatilar ekan. Bu kuch chegarasi **elastiklik chegarasi** deyiladi.

Prujinaga qo'yilgan kuch bilan uning uzayishi orasidagi bog'lanishning grafigini qaralsa, dastlab kuch ortishi bilan prujinaning uzayishi mos ravishda ortadi (86-rasm). Bu holat grafikda kuchning E nuqtaga mos kelgan qiymatigacha davom etadi. Kuchning bundan keyingi ortishi uzayishning unga nisbatan ko'proq ortishiga olib keladi. Endi jismda plastik deformatsiya kuzatiladi. Shunga ko'ra, jismlarda elastik deformatsiya uchun o'rinli bo'lgan Guk qonuni ham mana shu elastiklik chegarasida to'g'ri bo'ladi.



86-rasm.

Masala yechish namunasi

1. Grafikda yumshoq prujinaning absolut uzayishi x ning qo'yilgan kuchga bog'liqlik grafigi keltirilgan. Grafikdan foydalanib prujinaning bikrligi — k ning qiymatini aniqlang.

Ye ch i l i sh i. Grafikdan $F_1 = 10$ N ga to'g'ri kelgan

$x_1 = 1$ sm = 0,01 m ni va $F_2 = 20$ N ga to'g'ri kelgan

$x_2 = 2$ sm = 0,02 m ni olamiz.

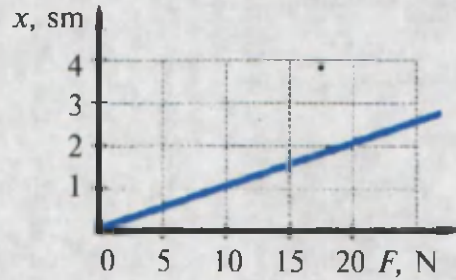
Aniqlangan qiymatlarni

$$k = \frac{F_2 - F_1}{x_2 - x_1} \text{ formulaga qo'yib, bikrlikni}$$

hisoblaymiz:

$$k = \frac{20 - 10 \text{ N}}{0,02 - 0,01 \text{ m}} = \frac{10 \text{ N}}{0,01 \text{ m}} = 1000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Javob: $1000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$



2. Prujinaning bikrligi 500 N/m. Elastiklik chegarasi 120 N ga teng. Prujinani qanchagacha cho'zish mumkin?

Berilgan:

$$k = 500 \text{ N/m}$$

$$F_{el} = 120 \text{ N}$$

Topish kerak:

$$\Delta L = ?$$

Formulasi:

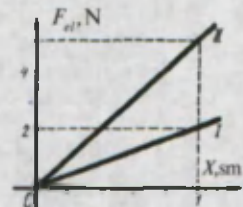
$$\Delta L = \frac{F_{el}}{k}$$

Yechilishi:

$$\Delta L = \frac{120 \text{ N}}{500 \text{ N/m}} = 0,24 \text{ m.}$$

Javob: 0,24 m.

1. Prujinaning bikrligi 50 N/m. Agar bu prujina yordamida massasi 2 kg bo'lgan quti tortilsa, prujina 10 sm dan 15 sm gacha uzayadi. Bunda prujinada hosil bo'lgan elastiklik kuchi nimaga teng bo'ladi?
2. Bikrligi k bo'lgan prujinaga massasi M bo'lgan yuk osildi. Prujinaning absolut uzayishi x ga teng bo'ldi. Elastiklik kuchini Guk qonuni bo'yicha hisoblab ko'rib, uni jismning og'irlik kuchi bilan solishtirildi. Bunda $F \neq mg$ bo'ldi. Buni qanday tushuntirish mumkin?
3. 87-rasmda ikkita prujinaning cho'zilishiga mos kelgan elastiklik kuchlari keltirilgan. Qaysi prujinaning bikrligi katta va necha marta?
4. Prujinaning elastiklik chegarasi 750 N. Unga 800 N va 100 N bo'lgan kuchlarni qanday qo'yish mumkin. Chizmasini chizib javobingizni asoslang.
5. Prujinalarni o'zaro ulaganda umumiy elastiklik chegarasi qanday bo'lishi mumkin?
6. Prujina elastik deformatsiyalanganda uni maksimal 10 sm ga cho'zish mumkin. Agar prujina bikrligi 1000 N/m bo'lsa uning elastiklik chegarasini aniqlang.



87-rasm.

29-MAVZU

LABORATORIYA ISHI

PRUJINA BIKRLIGINI ANIQLASH

Kerakli asboblari. Prujinasi ochiq holdagi dinamometr, ilmoqli tarozi toshlari, millimetrlarga bo'lingan qog'oz yoki yupqa chizg'ich, shtativ (qisqichlari bilan).

Ishning bajarilishi.

1. Dinamometr prujinasi yoniga millimetrli qog'oz yoki chizg'ichni skotch (yelim qog'oz) yordamida yopishtiriladi. (88-rasm).

2. Shtativga dinamometr mahkamlanadi. Prujinaning cho'zilmasdan oldingi holati – A nuqta belgilab olinadi.

3. Dinamometr uchiga m massali yuk osiladi.

Bunda prujina cho'ziladi. Prujina uchining keyingi B holati belgilab olinadi (89-rasm).

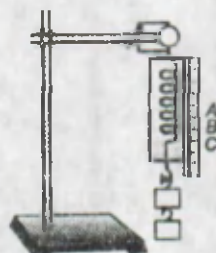
4. Dinamometrda m massali yukka qo'shimcha ravishda yana m massali yuk osiladi. Prujinaning qo'shimcha yuk ta'siridagi cho'zilishiga mos kelgan C nuqta belgilab olinadi.

5. Tajriba shu usulda dinamometr o'lchash chegarasi (elastiklik chegarasi)gacha davom ettiriladi.

6. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:



88-rasm.



89-rasm.

No	Yuk massasi m , g	Δl , mm	$F = mg$, N	k , N/m
1				
2				
3				

Izoh. Birinchi tajriba uchun prujinaning cho'zilishi $\Delta l_1 = B$ (mm) – A (mm), ikkinchi tajriba uchun $\Delta l_2 = C$ (mm) – A (mm) orqali hisoblab topiladi. Topilgan Δl uzayish mm.larda bo'lganligi sababli uni metrlarda ifodalash uchun 1000 ga bo'linadi.

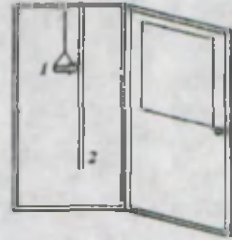
Elastiklik kuchi (F) ni hisoblash uchun yuk massasini kilogrammlarda ifodalash kerak. Buning uchun grammlarda olingan qiymatlarni ham 1000 ga bo'lib yuboriladi.

7. Prujinaning bikrligi $k = \frac{mg}{\Delta l}$ formula bilan hisoblab topiladi.

8. Hisoblab topilgan k_1 , k_2 va k_3 larning o'rtacha qiymati $k_{o'r} = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3}$ formula yordamida hisoblanadi.

1. Prujinaning bikrligini aniqlashda qo'yilgan yuklarni m , $1,5 m$, $2,4 m$ holda olinsa bo'ladimi?
2. Prujinaning bikrligi uning uzunligiga, qanday materialdan yasalganligiga, o'ram diametriga bog'liq bo'lishi mumkinmi?
3. Prujina teng ikkiga bo'linsa, har bir bo'lakning bikrligi qanday bo'lishi mumkin?

Bir metrlik chamasi rezina shnur olib uni uydagi eshik kirishidagi kesakisiga bir uchidan mahkamlang (90 -rasm.) Uning uchiga gugurtning ichki qutisini (1) bog'lang. Yon tomonga rasmda ko'rsatilganidek o'lchov lentasini osib qo'ying. Qutining dastlabki holatini belgilab oling (L_0). Qutiga birin-ketin tangalarni solib rezinaning uzayish (L_1 , L_2 , L_3) ini yozib boring. Bitta tanganing massasini m deb olib, rezinaning uzayishlar ΔL ini qo'yilgan kuchga bog'liqligini jadvalga yozing.



90-rasm.

	L_0	L_1	L_2	L_3	ΔL_1	ΔL_2	ΔL_3
m							
$2 m$							
$3 m$							

30-MAVZU

ISHQALANISH TURLARI. ISHQALANISH KUCHI. REAKSIYA KUCHI

Velosiped pedallarini tez aylantirib, mazza qilib ketayotganda uni aylantirmasdan goldirsangiz ham velosiped harakatlanishda davom etadi. Lekin u tezligini asta-sekin kamaytira borib to'xtaydi. Xuddi shunday tepalikdan sirpanib tushgan chana yo'lining gorizontal qismiga kelganda biroz sirpanib to'xtaydi. Sizga ma'lumki, tezlik o'zgarishi (berilgan holda kamayishi)ning sababchisi kuchdir. Demak, ko'rilgan hollarning har birida jismning harakatlanishini sekinlashtiruvchi kuch ta'sir etgan.

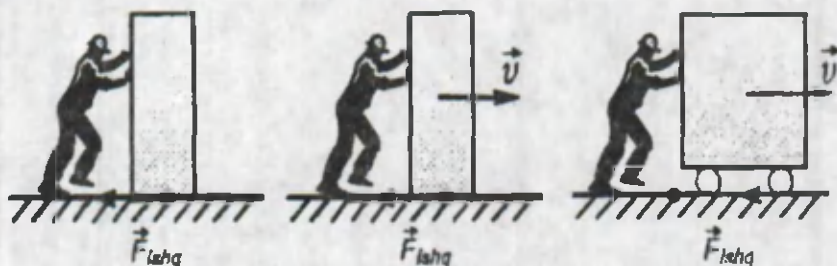
22-lavha

Bir jismning ikkinchi jism sirtida harakatlanishi davrida hosil bo'ladigan kuchga *ishqalanish kuchi* deyiladi.

Uni F_{ishq} deb belgilaymiz.

Qattiq jismlar orasida hosil bo'ladigan ishqalanishga quruq ishqalanish deyiladi. Quruq ishqalanish uch turda bo'ladi: **tinch holatdagi ishqalanish, sirpanib ishqalanish va dumalab ishqalanish** (91-rasm). Ishqalanish kuchi hosil bo'lish sabablari nimalardan iborat?

Uning birinchi sababi har qanday silliq yuzada ham g'adir-budirliklar mavjud ekanligidir. 92-rasmda bu g'adir-budirlik lupa orqali kattalashtirilib ko'rsatilgan.



91-rasm.

Bir jism ustida ikkinchi jism harakatlenganda bu g'adir-budirliklar birining orasiga ikkinchisi kirib qoladi va yedirilib sinadi. Sinish esa yangi g'adir-budirliklarni vujudga keltiradi.

Ishqalanishning boshqa bir sababi tegib turgan jismlar molekularining o'zaro ta'siridir. Bu sabab yuzalar juda silliq bo'lganda ko'proq namoyon bo'ladi. Boshqa hollarda birinchi sabab asosiy bo'lib qoladi.

Ishqalanish kuchini o'lchash mumkinmi?

Quyidagi tajribani o'tkazaylik. Gorizontal stol ustiga taxtachani qo'yib, uning ilmog'iga dinamometr ilmog'ini ulaymiz (93-rasm).

Dinamometrni sekin-asta torta boshlaymiz. Dinamometr ko'rsatishi ma'lum bir qiymatga yetganda taxtacha o'rnidan siljiydi. Bu holatda dinamometrning ko'rsatishi tinch holatdagi ishqalanish kuchiga teng bo'ladi. Tortishda davom etib, taxtachaning tekis harakat qilishiga erishaylik. Bunda dinamometr ko'rsatishi qo'zg'alish momentidagi ko'rsatishdan biroz kam bo'ladi (95-rasmdagi grafikka qarang). Bu holatda F_t kuchi F_{ishq} ishqalanish kuchiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$F_t = F_{ishq}$$

Agar taxtacha ustiga yuk qo'ysak, o'lchangan ishqalanish kuchi yuksiz holatga nisbatan katta bo'lishi kuzatiladi (94-rasm).

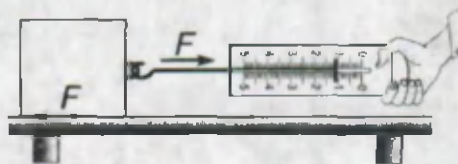
Demak, taxtachani stolga bosuvchi kuch (berilgan holda og'irlik kuchi) qancha katta bo'lsa, ishqalanish kuchi ham shuncha katta bo'ladi.

Taxtacha o'z og'irligi bilan stolga ta'sir qilsa, stol tomonidan taxtachaga aks ta'sir ko'rsatiladi. Aks ta'sir kuchini tayanchning **reaksiya kuchi (N)** deyiladi.

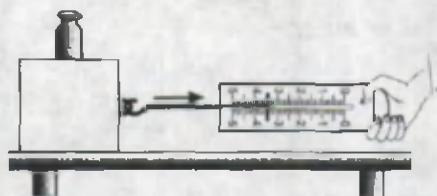
Reaksiya kuchi har doim yuzaga tik yo'nalgan bo'ladi.



92-rasm.



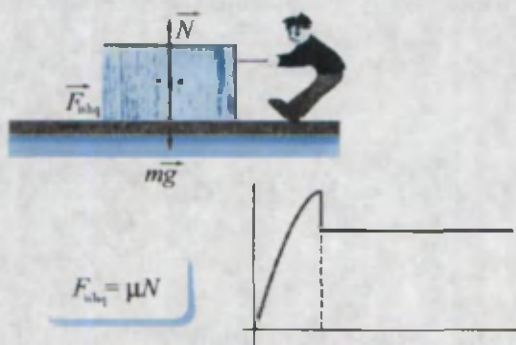
93-rasm.



94-rasm.



Ishqalanish kuchi



95-rasm.

Yuqoridagi tajribadan ishqalanish kuchi reaksiya kuchiga proporsional bo'lishi kelib chiqadi, ya'ni:

$$F_{ishq} \sim N$$

bo'ladi.

Bundan tashqari, ishqalanish kuchi taxtachaning va tayanchning qanday materialdan yasalganligiga, yuzasiga va boshqa parametrlariga bog'liqligi hisobga olinsa,

$$F_{ishq} = \mu \cdot N$$

bo'ladi.

Bunda $\mu = \frac{F_{ishq}}{mg}$ **ishqalanish koeffitsiyenti** deyiladi. $\mu = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ N}}$ bo'lganligi-

dan birligi yo'q.

93, 94-rasmlarda keltirilgan tajribalarda $N = mg$ bo'lganligidan

$$\mu = \frac{F_{ishq}}{mg}$$

bo'ladi. Bu holatda μ kattalik mazmunan ishqalanish kuchi og'irlik kuchining qancha qismini tashkil etishini bildiradi. 96-rasmda keltirilgan iskanjaga qisilgan taxtacha ham ishqalanish kuchi tufayli mahkam turadi. Lekin bunda ishqalanish kuchi yuzaga tik yo'nalgan F kuch bilan belgilanadi. Taxtachaning og'irlik kuchi ishqalanish kuchiga ta'sir ko'rsatmaydi.



96-rasm.

1. Jismlar orasida ishqalanish kuchi qanday paydo bo'ladi?
2. Nima sababdan jism massasi ortsa ishqalanish kuchi ham ortadi?
3. Jism massasi o'zgaragan holda, tegish yuzasi orttirilsa ishqalanish kuchi qanday o'zgaradi?

?

4. Ishqalanish koeffitsiyentining fizik ma'nosini tushuntiring.
5. Ikkita taxtachani bir-biriga ketma-ket ulab dinamometr orqali gorizontal yo'nalishda tekis harakatlantirildi. Tajribani birinchi taxtacha ustiga ikkinchisini qo'yib takrorlandi. Bunda dinamometrlar ko'rsatishida qanday farq bo'lishi mumkin?

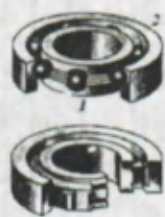
31-MAVZU

TABIATDA VA TEXNIKADA ISHQALANISH

Ishqalanish turmushda va texnikada qanday rol o'ynaydi? Bir qarashda ishqalanish bo'lishi zararlidек tuyiladi. Haqiqatan ham, ishqalanish bo'lmasa mashina va mexanizmlarning harakatlanuvchi qismlari yedirilib ishdan chiqmas edi. Chanada va velosipedda uzoqroq joyga borish mumkin bo'lar edi. Botin-kangizning tagcharmi yeyilib, boshqasini tez sotib olmagan bo'lar edingiz. Bunday hollarda ishqalanishni kamaytirish choralari ko'riladi. Masalan, mashina va mexanizmlardagi aylanuvchi va sirpanuvchi qismlari, ya'ni ishqalanuvchi yuzalar moylanadi. Moy g'adir-budirliklarni to'ldiradi. Bu holda ishqalanish qattiq jismlar orasida emas, balki suyuqlik qatlamlari orasida bo'ladi. Ularda esa ishqalanish kam. Ishqalanishni kamaytirishning yana bir yo'li sirpanib ishqalanishni dumalab ishqalanish bilan almashtirishdir. Og'ir yukni asfalt yo'lda sudrash qiyin. Lekin tagiga yumalaydigan xodalar qo'yilsa, bemalol kerakli joyga o'tkazish mumkin (97-rasm). Insonning 5000 yil oldin g'ildirakni ixtiro qilishi uning texnikaviy jihatdan qurollanishida chinakam inqilob bo'lgan. Mashinalar va dastgohlarning aylanuvchi vallarida ishqalanishni kamaytirish uchun ularni podshipniklar orqali o'rnatiladi. Podshipnik ikki qismdan iborat bo'ladi (98-rasm). Qo'zg'aluvchan (1) va qo'zg'almas (2) qismlar. Qo'zg'aluvchan qismi valga o'rnatiladi va bronza, cho'yan yoki po'lat singari qattiq material-



97-rasm.



98-rasm.



99-rasm.

lardan yasaladi. Podshipnikning ichki qismini maxsus materiallar (ko'pincha babbrit) bilan qoplanadi va moylanadi. Yuqorida aytilganidek, dumalab ishqalanishda sirpanib ishqalanishga nisbatan ishqalanish kuchi kam bo'ladi. Shunga ko'ra, ko'pgina podshipniklarda qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan qismlar oralig'iga sharchalar va roliklar o'rnatiladi. Bular podshipnikda, podshipnikning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas qismlari ustida sirpanmasdan dumalaydi. Sharchali va rolikli podshipniklar avtomobillarda, turli stanoklarda, elektr dvigatellarida va siz uchishni yaxshi ko'radigan velosipedingizda ishlatiladi. Faraz qilaylik, sizga aytgan narsangizni muhayyo qiluvchi samoviy sehrigar duch kelib qoldi. Shunda sizdan qanday o'zgarish qilib beray desa, yuqoridagi ma'lumotlarga ko'ra, ishqalanishni yo'qotib ber, desangiz nima bo'lar edi? Birinchi navbatda, joyingizdan bir qadam ham oldinga yoki orqaga yura olmasdingiz. 99-rasmda odam oyoqlarining muskul kuchi F_m yerni orqaga itaradi. Bunda odam sirpanmasligi uchun tinch holatdagi ishqalanish F_{ushq} hosil bo'ladi va odam oldinga yuradi. Tagi silliq poyabzal kiygan odam muz ustiga kelib qolsa, uning yurishi juda qiyin bo'lishini, albatta, ko'pchilik ko'rgan bo'lishi kerak.

Xuddi shuning singari odam tom ustida yurganda, arqonga tirmashib chiqayotganda ishqalanish kuchi bo'lmasa yiqilib tushishi yoki arqon bo'ylab ko'tarilishi mumkin bo'lmas edi.

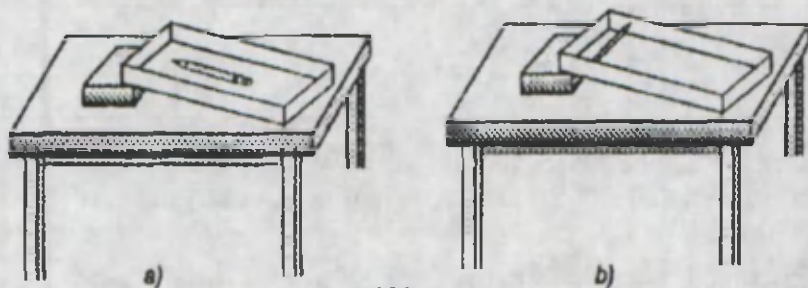
Avtomobil ichki mexanizmlarida ishqalanish zararli bo'lsa, tashqi qismida, ya'ni ballonlari bilan yer orasidagi ishqalanish foydalidir. Ishqalanish kuchini oshirish maqsadida uning ustki qismi bo'lmish protektor maxsus shakllarda yasaladi (100-rasm).

Stol ustida ikkita kitobdan iborat qiya tekislik yasang (101-rasm).

Uning ustiga qalamni 101-a rasmdagidek qo'ying. Ustki kitobni pastki kitob ustida siljitib, qalam harakatga kelgan holatni eslab qoling. Endi qalamni kitob ustiga 101-b rasmdagidek qo'ying. Bu holda ham ustki kitobni siljitib, uning harakatga keladigan holatini kuzating. Har ikkala hol uchun harakat boshlanadigan qiyalik burchagini solishtiring va izohlang.



100-rasm.



101-rasm.



1. Ishqalanish kuchi foydali va zararli bo'lgan hollar uchun o'zingiz misollar keltiring.
2. Ishqalanish kuchini oshirish uchun qanday choralar ko'riladi?
3. Moylanmaydigan podshipniklar haqida eshitganmisiz?
4. Daryoning oqimi qaysi joyida tez bo'ladi: yuzasidami yoki tubidami? Qirg'og'idami yoki o'rtasida? Nima sababdan?
5. Nima sababdan burama mix moylansa taxtaga oson kiradi?
6. Nima sababdan shtangachi shtangani ko'tarishdan oldin qo'lini talk uniga ishqalab oladi?
7. Nima sababdan barmoqqa tiqilib qolgan uzukni chiqarib olish uchun ba'zan sovundan foydalaniladi?
8. Uchta botinkadan bittasining bog'ich ipi ipakdan, ikkinchisidiki paxtadan, uchinchisi jundan yasalgan. Ulardan qaysi biri oson yechiladi?
9. Nima sababdan tirik baliqni qo'lda ushlab turish qiyin?
10. Nima sababdan og'ir yuklarni siljitishda uning tagiga dumaloq xodalar qo'yiladi?

32-MAVZU

LABORATORIYA ISHI

SIRPANISH ISHQALANISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

Kerakli asboblari. Dinamometr, ilmoqli taxtachalar (yog'ochdan va metalli) tarozi toshlari bilan, stol.

Ishning bajarilishi.

1. Taroziyordamida ilmoqli taxtachaning massasi m , o'lchanadi.
2. Dinamometr uchiga ilmoqli taxtachani mahkamlab, hammasi stol ustiga qo'yiladi (qarang 30-mavzu, 93-rasm).
3. Dinamometrning ikkinchi uchidan taxtacha tekis harakatlanadigan holda tortiladi.
4. Tekis harakat davridagi dinamometr ko'rsatishi F_1 yozib olinadi.
5. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

No	Taxtacha massasi m , kg	Dinamometr ko'rsatishi F_1 , N	Jism og'irligi $P=mg$, N	Ishqalanish koeffitsiyenti $\mu = \frac{F_1}{p}$
1				
2				
3				

6. Taxtacha ustiga tarozi toshlari qo'yilib (94-rasm), tajriba takrorlanadi va natijalari jadvalga yoziladi. Bunda taxtachaning umumiy massasi $m_u = m + m_{yuk}$ holda hisoblanadi.

7. Tajriba metall taxtacha bilan yuqoridagi tartibda takrorlanadi.

8. Quyidagi jadvaldan foydalanib, sirpanuvchi jismlarning qanday materialdan yasalganligini topishga urinib ko'ring:

1-jadval

Materiallar	Ishqalanish koeffitsiyenti	
	tinch holatda	sirpanish
Charm poyabzal bilan gilam	0,6	0,5
Yog'och bilan yog'och	0,5	0,5
Muz bilan muz	0,05 – 0,15	0,02
Shisha bilan shisha	0,9	0,7
Po'lat bilan po'lat	0,6	0,4
Bronza bilan cho'yan	0,20 – 0,21	
Charm poyabzal bilan muz	0,1	0,05
Avtomashina bilan muz	0,3	0,02
Charm poyabzal bilan yog'och	0,3	0,2
Rezina bilan asfalt	0,6	0,4
Rezina poyabzal bilan yog'och	0,9	0,7

Uyda prujinali tarozi bo'lsa yuqoridagi tajribani bajarib ko'ring.

Masala yechish namunasi

Yukning massasi 500 kg. Uni joyidan qo'zg'atish uchun tortish kuchi nechaga teng bo'lishi kerak? Ishqalanish koeffitsiyenti 0,40 ga teng.

Berilgan:

$$m = 500 \text{ kg}$$

$$F_{ishq} = 0,40$$

Formulasi:

$F_t \geq F_{ishq}$ bo'lganda
joyidan siljitish mumkin.

Yechilishi:

$$F_t = 0,40 \cdot 500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 2000 \text{ N}$$

Topish kerak:

$$F_t = ?$$

$$F_t = F_{ishq} = \mu \cdot mg$$

Javob: 2000 N.

6-mashq.

1. Po'latdan yasalgan taxtacha po'lat taxta ustida $F = 20 \text{ N}$ kuch ta'sirida tekis harakatlanmoqda. Ishqalanish koeffitsiyenti 0,4 ga teng. Taxtachaning massasini toping (*Javob: 5 kg*).

2. Ot massasi $m = 250 \text{ kg}$ bo'lgan aravani tekis tortib ketmoqda. Dumalab ishqalanish koeffitsiyentini 0,01 ga teng deb olib, otning tortish kuchini aniqlang (*Javob: 25 N*).

3. 93-rasmda keltirilgan taxtachani dinamometr bilan tortilganda dinamometr prujinasi 5 sm ga cho'zildi. Taxtacha massasi 500 g, stol bilan uning orasidagi

ishqalanish koeffitsiyenti 0,5 ga teng. Dinamometr prujinasining bikrligini aniqlang. (Javob: 50 N/m.)

4. Massasi $m = 5$ kg bo'lgan jism gorizontal sirtida yotibdi. Ishqalanish koeffitsiyenti $\mu = 0,2$ ga teng. Jismga gorizontal yo'nalishda $F = 5$ N kuch ta'sir etadi. Jism harakati qanday bo'ladi? (Javob: tinch holatda qoladi.)

5. Suvga bo'ktirilgan taxtadan mixni sug'urib olish quruq taxtadan mixni sug'urishga nisbatan qiyin. Nega shunday? Axir ikki jism orasiga suyuqlik qo'yilsa ishqalanish kamayadi deyilgandi-ku?

6*. Massasi 2 kg bo'lgan yog'och taxtachaning ilmog'iga dinamometrni ulab, uni gorizontal tekislikda tekis tortilmoqda. Dinamometr prujinasining bikrligi 100 N/m, ishqalanish koeffitsiyenti 0,3. Prujinaning uzayishini toping. (Javob: 6 sm.)

7. Qiya holda yopilgan tomga tushgan yomg'ir tomchilari undan oqib tushib ketadi. Lekin tomga tushgan qor esa qalin qatlam hosil qilib turadi. Bunga sabab nima?

8. Nima sababdan muzlagan yo'lka va yo'llarga qum sepiladi?

9. 94-rasmda taxtachaning massasi 100 g, ustidagi yukning massasi 50 g ga teng. Taxtachani tekis siljitish uchun 1 N kuch kerak bo'ldi. Taxtacha va stol orasidagi ishqalanish koeffitsiyentini toping. (Javob: 2/3.)

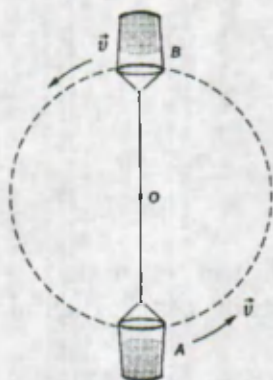
10. Nima sababdan ish vaqtida boltaninig sopi chiqib ketmaydi?

33-MAVZU

NYUTON QONUNLARINING AYLANA BO'YLAB HARAKATGA TATBIQI

Siz ko'pgina jangari filmlarni tomosha qilganingizda, haydovchi avtomobil rulini keskin yon tomonga burganida mashina ag'darilib ketganligini ko'rgansiz. Sirkda mototsiklchining devor bo'ylab yurganligini ham ko'rganlar bor.

Shunday tajriba o'tkazib ko'raylik. Chelakcha ichiga ozgina suv solib, uni vertikal tekislikda aylantiraylik (102-rasm). Chelak aylanish davomida B nuqtadan o'tayotganda chelakdagi suv to'kilmadan o'tadi.



102-rasm.



103-rasm.

Yuqorida keltirilgan misollardan mashinani ag'daruvchi, mototsiklchini devorga siqib turuvchi va chelakdagi suv og'irligini muvozanatlovchi kuch mavjudligi kelib chiqadi.

Bu kuch qanday hosil bo'ladi va uning kattaligi nimalarga bog'liq?

Buning uchun aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jismda markazga intilma tezlanish mavjud bo'lishini eslaylik:

$$a_{m,i,l} = \frac{g^2}{R}$$

Nyutonning birinchi va ikkinchi qonunlariga muvofiq, jism tezligining o'zgarishi, ya'ni tezlanish hosil bo'lishi uchun kuch kerak. Demak $a_{m,i,l}$ ni hosil qiladigan kuch mavjud va uni biz markazga intilma kuch $F_{m,i,l}$ deb ataymiz.

$$\vec{F}_{m,i,k} = m \cdot \vec{a}_{m,i,l} \text{ dan}$$

$$\vec{F}_{m,i,k} = \frac{m \cdot g^2}{R}$$

kelib chiqadi.

Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra:

$$\vec{F}_{m,i,k} = -\vec{F}_{m,q,k}$$

markazdan qochma kuch $\vec{F}_{m,q,k}$ ham paydo bo'ladi.

Mana shu markazdan qochma kuch keskin burilgan mashinani ag'daradi va aylanayotgan chelakning to'ng'irilgan holatida suvning to'ng'irilishiga yo'l qo'ymaydi. 103-rasmda R radiusli aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismga ta'sir etuvchi kuchlar ko'rsatilgan. Birinchi holatda markazdan qochma kuch $\vec{F}_{m,q,k}$ og'irlik kuchi $m\vec{g}$ ga qarama-qarshi yo'nalganligi tufayli jism og'irligi kamayadi:

$$\vec{P}_1 = m\vec{g} - \frac{m\vec{g}^2}{R}$$

Uchinchi holatda jismning og'irlik kuchi va markazdan qochma kuch pastga, ya'ni bir tomonga yo'nalgan. Shunga ko'ra, jism og'irligi ortadi:

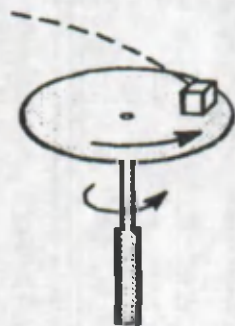
$$\vec{P}_2 = m\vec{g} + \frac{m\vec{g}^2}{R}$$

Ikkinchi va to'rtinchi holatlarda markazdan qochma kuch va og'irlik kuchi o'zaro perpendikular yo'nalganligi sababli jismning og'irligi o'zgarmaydi.

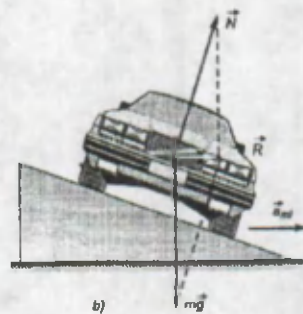
$$\vec{P}_3 = \vec{P}_4 = m\vec{g}$$

Markazdan qochma kuchni aylanuvchi jismlarda hamda jism harakati davomida burilishi zarur bo'lgan hollarda hisobga olinadi. 104-rasmda aylanayotgan disk ustiga qo'yilgan qutichaning disk tezligi ma'lum bir qiymatdan ortganda otilib ketishi ko'rsatilgan. Xuddi shunday yo'lning burilish qismlarida markazga intilma kuch ta'sirida vertikal holatdan og'ish kuzatiladi.

Bu holat avariya olib kelmasligi uchun velosipedchi yoki mototsiklchilar aylanish markazi tomon biroz og'ib harakatlanishlari zarur (105-a rasm). Avtomobilda bu kuchni muvozanatlash uchun yo'lning bir tomonini biroz ko'tarib quriladigan bo'ldi (105-b rasm). Tramvay va poyezdlarning relslari yo'lning qayrilish joylarida tashqi aylanasi biroz ko'tarilib quriladi.



104-rasm.



105-rasm.

Masala yechish namunasi

1. Avtomobil 54 km/soat tezlik bilan qayrilishdan burilmoqda. Mashina ballonining asfalt bilan ishqalanish koeffitsiyenti 0,6. Yo'lning egrilik radiusi necha metrdan ko'p bo'lsa yonboshga sirpanib ketmaydi?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$v = 54 \text{ km/soat}$	$F_{\text{ishq}} = F_{m.q.k}$	$v = 54 \frac{\text{km}}{\text{soat}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$\mu = 0,6$	$R = \frac{v^2}{\mu g}$	$R = \frac{15^2}{0,6 \cdot 10} = \frac{225}{6} \text{ m} = 37,5 \text{ m.}$
Topish kerak: $R = ?$		Demak, qayrilishning radiusi 37,5 m dan kichik bo'lsa avtomobil tezligini pasaytirish kerak.

2. Jism biror balandlikdan tushib halqa bo'ylab harakatlanadi. Halqaning radiusi qanday bo'lganda jism halqaning T nuqtasidan tushib ketmaydi. Jismning T nuqtadagi tezligi 30 m/s.

Berilgan:

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

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

Topish kerak:

$$R = ?$$

Yechilishi:

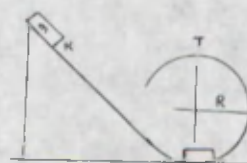
Jism T nuqtadan tushib

$$\text{ketmasligi uchun } F_{\text{og'ir.}} = F_{\text{m.qk}}$$

shart bajarilishi kerak.

$$mg = \frac{m g^2}{R} \iff g = \frac{g^2}{R} \iff R = \frac{g^2}{g}$$

$$R = \frac{30^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{10 \text{ m/s}^2} = 90 \text{ m. Javob: } R = 90 \text{ m.}$$



1. Jism qanday kuchlar ta'sirida aylanma harakat qiladi?
2. Markazdan qochma kuch ta'siriga asosanib ishlaydigan qanday asboblarni bilasiz?
3. Yo'lning burilish qismlarida nima sababdan avtomobillarning yurish tezligi cheklanadi?
4. Mashina haydovchisi keskin burilish joyiga yaqinlashganda nima qilishi lozim? Nima uchun haydovchi namgarchilik bo'lganda, yo'lda to'kilgan barglar ko'p bo'lgan vaqtda va yaxmalakda nihoyatda ehtiyot bo'lishi kerak?

7-mashq.

1. Bikrligi 1000 N/m, uzunligi 20 m bo'lgan prujina uchiga 1 kg massali jism mahkamlanib, gorizontal tekislikda aylantirilmoqda. Aylanish tezligi 2 m/s bo'lsa, aylanish davrida prujina qanchaga cho'ziladi? (Javob: 2 sm.)

2. Chelakka 1 litr suv solinib, vertikal tekislikda 3 m/s tezlik bilan aylantirilsa, chelakdagi suv to'kiladimi? Ipning chelak bilan birgalikdagi uzunligi 80 sm. (Javob: to'kilmaydi.)

3. Arqon 500 N kuchga chidaydi. Shu arqonga 10 kg massali yukni osib, vertikal tekislikda 6 m/s tezlik bilan aylantirilsa, uzilib ketadimi? Arqonning uzunligi 50 sm. (Javob: uziladi.)

4. Agar massasi 24 t bo'lgan tramvay vagoni radiusi 100 m bo'lgan burilishda 18 km/soat tezlik bilan harakatlansa, u relslarga gorizontal yo'nalishda qanday kuch bilan bosadi? Agar harakat tezligi ikki marta ortsa, bu kuch necha marta o'zgaradi? (Javob: 6 kN; 4 marta ortadi.)

5. Massasi 2 t bo'lgan avtomobil egrilik radiusi 50 m bo'lgan qavariq ko'prikdan 72 km/soat tezlikda o'tmoqda. Ko'prikning o'rtasida avtomobil ko'priikka qancha kuch bilan bosadi? (Javob: 16 kN.)

6. Massasi 50 kg bo'lgan bola arqonining uzunligi 3 m bo'lgan arg'imchoqda uchmoqda. O'rta vaziyatdan 5 m/s tezlik bilan o'tayotganda u o'rindiqqa qancha kuch bilan bosadi? (*Javob*: ≈ 917 kN.)

7. Disk vertikal o'q atrofida o'zgarmas 2 rad/s burchak tezlik bilan aylanmoqda. Jismni aylanish o'qidan qanday masofaga qo'yilganda sirpanib chiqib ketmaydi? Jism va disk yuzasi orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,2 ga teng. (*Javob*: 0,5 m.)

8. Massasi 70 kg bo'lgan uchuvchi samolyotni boshqarmoqda. Samolyot 180 km/soat tezlik bilan 100 m radiusli sirtmoq hosil qilib vertikal tekislikda uchmoqda («O'lim sirtmog'i»). Uchuvchi sirtmoqning pastki va ustki nuqtalarida o'rindiqqa qanday kuch bilan bosadi? (*Javob*: pastga 7,7 kN; ustki nuqtada bosmaydi.)

9. Gorizontall joylashgan disk 78 ayl/min. chastota bilan aylanmoqda. Unga kichik bir jism qo'yildi. Agar jismni aylanish o'qidan 7 sm uzoqlikkacha qo'yilsa jism diskda qoladi. Jism bilan disk orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti nimaga teng? (*Javob*: 0,47.)

34-MAVZU

BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI

Qadimdan barcha jismlarning Yerga tortilib turishi ma'lum. Qo'limizdagi buyumni qo'yib yuborsak, u Yerga tushadi. Osmonga otilgan o'q ham harakatini sekinlashtirib, ma'lum balandlikka yetgach orqaga qaytib tushadi. Daraxtdan uzilgan barg ham Yerga tushadi. Bu hodisalarning sababi nimada?

Yer hamma jismlarni o'ziga tortib turadi: odamlarni, mashinalarni, dengiz va okeanlardagi suvlarni, Oyni, Quyoshni va h. k. O'z navbatida, Yer ham ularga tortilib turadi. Bunday o'zaro tortishish faqatgina Yer va jismlar orasida bo'lib qolmay, balki jismlarning orasida ham bo'ladi. Yerning Oy tomonidan tortilishi natijasida okeanlar va dengizlardagi suv ko'tariladi. Okean va dengiz suvlari bir sutka davomida ikki marta bir necha metr ga ko'tariladi va ortga qaytadi. Oyning Yer atrofida, Yer va Oy birgalikda Quyosh atrofida aylanma harakat qilishi sizga ma'lum. Qanday kuch ularning harakat trayektoriyasining burilishiga sababchi bo'ladi?

Ko'pgina yillar davomida bu muammo ustida olimlar bosh qotirganlar. Nyuton Oyning Yer atrofidagi, sayyoralarining Quyosh atrofidagi harakatini o'rganib, shunday xulosaga keladi:

Koinotdagi barcha jismlar o'zaro tortishib turadi. Barcha jismlar orasidagi o'zaro tortishish butun olam tortishishi deyiladi.

Nyutonning buyuk xizmati shundaki, u barcha jismlar o'zaro tortishib turishini aytibgina qolmay, balki tortishish qonunini ham ochadi.

Butun olam tortishish qonuni quyidagicha ta'riflanadi:



Butun olam tortishish qonuni

Har qanday ikki jism massalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional kuch bilan tortishadi:

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

Bunda, F – massalari m_1 va m_2 bo'lgan jismlar bir-biridan r masofada bo'lgan holatdagi o'zaro tortishish kuchining moduli hisoblanadi.

Butun olam tortishish kuchini **gravitatsion kuch** deb ataladi. Formulaga kirgan G – koeffitsiyent **gravitatsion doimiy** deyiladi. Uning fizik ma'nosini chiqarish uchun $m_1 = m_2 = 1$ kg va $R = 1$ m deb olinadi. Shunda $F = G$ bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, massalari 1 kg dan bo'lgan ikkita jism bir-biridan 1 m masofada bo'lganda necha N kuch bilan tortishishini ko'rsatadi. G ning kattaligini birinchi marta ingliz olimi Kavendish 1798-yilda o'lchaydi.

Bunda u buralma tarozidan foydalanadi. Tarozining ishlash tamoyili 106-rasmda keltirilgan. Tarozini (1) yelkasining uchlariga massalari 158 kg dan bo'lgan sharlar (2) mahkamlangan. Tepadan elastik simga osilgan sterjen tushirilgan bo'lib, uning uchlariga massalari 730 g dan bo'lgan kichkina qo'rg'oshin sharlar (3) mahkamlangan. Bularning barchasi havosi so'rib olingan qutiga joylashtirilgan. Tarozini yelkasini burib, katta sharlar kichik sharlarga yaqinlashtirilganda ularning bir-birini tortganligi sezilgan. Natijada, kichik sharlar mahkamlangan osma buriladi. Osmaga ko'zgu (4) o'rnatilgan bo'lib, unga yorug'lik nuri tushirilgan. Burilish vaqtida ko'zguga tushgan nur ham buriladi va unga qarab kuch kattaligi aniqlanadi. Sharlarning massasini, ular orasidagi masofani, tortishish kuchini bilgan holda G hisoblab topildi. Uning qiymati:

$$\frac{6,67}{1000000000000} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

ga teng chiqdi. Bunda $\frac{1}{1000000000000} = 10^{-11}$ deb yozib olamiz. U holda gravitatsion doimiyning qiymati

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

ga teng bo'ladi. Demak, jismlar orasidagi o'zaro tortishish kuchi judayam kichik bo'lganligi sababli biz kundalik turmushda uni sezmaymiz. Lekin jismlarning massasi kattalashgan sari kuch ham ortadi. Shunga ko'ra, Yer va jismlar, Yer va Oy, Yer va Quyosh orasidagi tortishish kuchi juda kattadir.

Shuni ta'kidlash joizki, butun olam tortishish qonuni formulasi quyidagi hollarda qo'llanilganda aniq natijalar beradi: 1) jismlarning o'lchamlari ular orasidagi masofaga nisbatan juda kichik bo'lsa; 2) har ikkala jism shar shakliga ega va bir jinsli bo'lsa; 3) birinchi jism shar shakliga ega bo'lib, o'lchamlari va massasi ikkinchi jismga nisbatan juda katta hamda kichik jism katta jism ustida yoki uning yaqinida turgan bo'lsa. Ulardan uchinchisi Yer sirtida turgan istalgan jismning Yerga tortilish kuchini hisoblashga imkon beradi.

?

1. Butun olam tortishish qonuni qanday ta'riflanadi?
2. Butun olam tortishish qonunini koinotdagi yulduzlarga va atom hamda molekularlarga ham tatbiq qilsa bo'ladimi?
3. Nima sababdan ko'p qavatli ulkan binoning yonidan o'tayotganda unga tortilib qolmaymiz?
4. Ikki ta shar bir-biridan ma'lum masofada turibdi. Agar ular orasidagi masofani 3 marta oshirilsa tortishish kuchi qanday o'zgaradi?
5. Ikki ta shar bir-biridan ma'lum masofada turibdi. Agar ular orasidagi masofani o'zgartirmagan holda massalarini 3 marta oshirilsa tortishish kuchi qanday o'zgaradi?

35-MAVZU

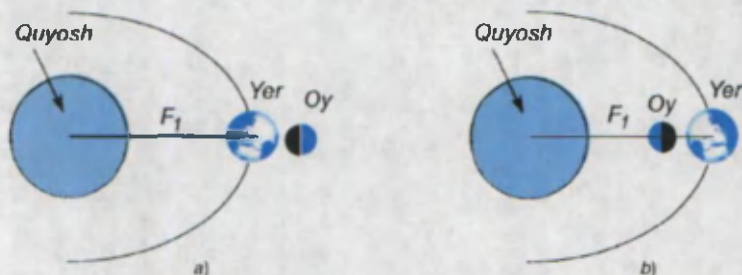
TORTISHISH MAYDONI

Yer sirtida turgan jismni Yer tortib turadi. Bunda tortish kuchi ular bir-biriga tegib turgan qismlari orqali uzatiladigandek tuyiladi. U holda Yer va Oy orasidagi o'zaro ta'sir kuchi nima orqali bo'ladi? Faraz qilaylik, siz uyingizning to'rida o'tiribsiz. Shu holatda uyning eshigini ochmoqchi bo'lib qo'lingizni har qancha silkitsangiz ham eshikni ocha olmaysiz. Endi qo'lingizga eshikkacha yetadigan uzun tayoqni olib eshikni itarsangiz, u ochiladi. Bunda qo'l muskul-laringizning kuchi tayoq orqali eshikka uzatildi.

Shuningdek, bir-biriga bevosita tegib turmaydigan jismlar, ya'ni Yer va Oy, Yer va Quyosh orasida ham tortishish kuchi nimadir orqali uzatilishi kerak!

Bu holat quyidagicha tushuntiriladi: har qanday massaga ega bo'lgan jism atrofida ko'zga ko'rinmaydigan maydon mavjud bo'ladi. Jism massasi qancha ko'p bo'lsa, uning maydoni ham shunchalik kuchli bo'ladi. Maydonning kuchi jism atrofida kuchli, undan uzoqlashgan sari kuchsizlanib borar ekan. Masalan, jismdan R uzoqlikda maydonning ta'sir kuchi F bo'lsa, $2R$ uzoqlikda $F/4$ bo'ladi, $3R$ uzoqlikda esa $F/9$ va h. k. Bu maydonni **gravitatsion maydon** deyiladi. Bu maydonning o'ziga xos xususiyati shundaki, uning ta'sir kuchini yo'lida uchragan hech narsa o'zgartira olmaydi. Masalan, 107-a rasmda Oy Yerning o'ng tomonida turganda Yer va Quyosh orasidagi o'zaro ta'sir kuchi F_1 ga teng bo'lsin.

Oy Yer atrofida aylanishi tufayli Quyosh va Yer oralig'iga o'tib, ularni birlashtiruvchi to'g'ri chiziqda bo'lsin (107-b rasm). Shu holatda ham Yer va Quyosh orasidagi kuch F_1 bo'lar ekan.



107-rasm.

Demak, Yer va Quyosh orasidagi tortishish kuchini Oy to'sib qola olmaydi. Ma'lumki, massa jismning inertlik xossalarini belgilaydi. Massa jismlarning inertlik o'lchovi bo'lishi bilan birgalikda, yana gravitatsion maydon hosil qilish xossasiga ham ega ekan. Massa bu safar tortishish kuchini ham belgilaydi.

Shunday qilib, massa bir vaqtda jismlarning inertlik o'lchovi hamda tortishuvchi gravitatsion maydon hosil qilishda ishtirok etadi.

Jism massasini o'lchashda inertlik xossasi hisobga olinishi 6-sinfda o'rganilgan edi. Jism massasini o'lchashda, shuningdek, uning tortishish xususiyatidan ham foydalanish mumkin. Buning uchun massa etaloni bilan massasi o'lchanishi kerak bo'lgan jismning Yerga tortilishi solishtiriladi. Bir joyning o'zida dinamometr uchiga oldin m_{etal} etalon jismni osib, so'ngra m_j ni osib Yerga tortilish kuchlari aniqlanadi:

$$F_1 = G \frac{m_{etal} \cdot M_{yer}}{R^2}, \quad F_1 = G \frac{m_j \cdot M_{yer}}{R^2}$$

Kuchlarning nisbatini olsak $\frac{F_2}{F_1} = \frac{m_j}{m_{etal}}$. Bundan $m_j = m_{etal} \cdot \frac{F_2}{F_1}$.

O'tkazilgan juda aniq tajribalar jismning inertlik xossasini hisobga olib o'lchangan massasi uning tortishish xossasini hisobga olib o'lchangan massasiga aynan teng chiqishini isbotladi.

1. Gravitatsion maydonni hosil qiladigan manba nimadan iborat?
2. Gravitatsion maydon qanday xususiyatlarga ega?
3. Massaning tortishish xususiyati haqida gapirib bering.
4. Jism massasi uning qanday xususiyatlarini xarakterlaydi?
5. Agar ikkita jismdan birining massasini 6 marta oshirib, ikkinchisining 3 marta kamaytirilsa, ular orasidagi gravitatsion tortishish kuchi qanday o'zgaradi?

Masala yechish namunasi

1. Massalari 20000 t bo'lgan ikkita kema bir-biridan 400 m uzoqlikda turibdi. Ular orasidagi tortishish kuchi nimaga teng?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$m_1 = m_2 = 20000 \text{ t} =$ $= 20000000 \text{ kg} =$ $= 2 \cdot 10^7 \text{ kg}$ $R = 400 \text{ m}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$	$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$	$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2 \cdot 10^7 \cdot 2 \cdot 10^7}{400^2} \text{ N} =$ $= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{4 \cdot 10^{14}}{160000} \text{ N} =$ $= 1,6675 \cdot 10^{-4} \text{ N} = 0,16675 \text{ N}$
Topish kerak: $F = ?$		Javob: $F = 0,16675 \text{ N}$

36-MAVZU

OG'IRLIK KUCHI. OG'IRLIK

Barcha jismlarning Yerga tortilib turishi Sizga ma'lum.

24-lavha
Jismni Yerga tortuvchi kuchga og'irlik kuchi deyiladi.



108-rasm.

Uning yo'nalishi Yer markaziga tomon yo'nalgan bo'ladi (108-rasm). Og'irlik kuchini boshqa kuchlardan farqlash uchun \vec{P} harfi bilan belgilanadi. Jismlarning og'irlik kuchini hisoblash uchun butun olam tortishish qonuni formulasini qo'llaymiz:

$$\vec{P} = \vec{F} = G \frac{m \cdot M_{yer}}{R_{yer}^2}$$

Bu formuladan ko'rinadiki, unga kirgan G , M_{yer} va R_{yer} kattaliklar o'zgarmas bo'lganligidan og'irlik kuchi faqat jism massasiga bog'liq bo'ladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra, jismlar kuch ta'sirida tezlanish oladi. Yerdan biror h balandlikda turgan jism qo'yib yuborilsa, u pastga qarab erkin tushadi. Bu harakat tekis tezlanuvchan bo'lib, barcha jismlar uchun erkin

tushish tezlanishi g ga teng. Uni hisobga olib og'irlik kuchining formulasiga ega bo'lamiz.

$$\vec{P} = \vec{F} = m\vec{g}$$

Og'irlik kuchi ham nyutonlarda o'lchanadi.

Massasi 1 kg bo'lgan jismga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi

$$P = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9,81 \text{ N bo'ladi.}$$

Butun olam tortishish qonuni va Nyutonning ikkinchi qonuni orqali ifodalangan og'irlik kuchi ko'rinishlarini tenglashtirsak:

$$G \frac{m \cdot M_{\text{yer}}}{R_{\text{yer}}^2} = mg \text{ bo'ladi. Bundan}$$

$$g = G \frac{M_{\text{yer}}}{R_{\text{yer}}^2}$$

ekanligi kelib chiqadi. Bu formuladan oldingi mavzularda qo'yilgan savolga javob kelib chiqadi. Biror balandlikdan erkin tushayotgan jismlarning massasi turlicha bo'lsa-da, ular nima sababdan bir xil tezlanish bilan tushadi?

Chunki erkin tushish tezlanishi faqat o'zgarimas kattaliklar G , M_{yer} va R_{yer} ga bog'liq bo'lib, jism massasiga bog'liq emas. Bu formuladan g ning Yerdagi geografik kenglikka bog'liq holda biroz o'zgarishiga ham javob topiladi. Ma'lumki, Yerning ekvator qismining radiusi qutblarga nisbatan biroz katta.

Shunga ko'ra, maxrajga kirgan R_{yer}^2 ning kattaligi g ga ta'sir qiladi. Tajribalar balandlik ortgan sari g ning qiymati kamayishini ko'rsatadi. Haqiqatan ham, jism Yer sathidan h balandlikda bo'lganda o'zaro tortishish kuchi

$$\vec{F} = G \frac{m \cdot M_{\text{yer}}}{(R_{\text{yer}} + h)^2} \text{ bo'ladi. Bundan}$$

$$g = G \frac{M_{\text{yer}}}{(R_{\text{yer}} + h)^2}$$

Yuqorida keltirilgan g ni topish formulasidan foydalanib $M_{\text{yer}} = g \frac{R_{\text{yer}}^2}{G}$ ni hosil qilamiz.



Ma'lumki, g ning qiymatini birinchi bo'lib Galiley, G ning qiymatini Kavendish aniqlagan. Dilda g'urur ila Sizlarga shuni ma'lum qilamizki, mustaqil ravishda buyuk bobokalonimiz A. Beruniy Hindistondagi Nanda qo'rg'onida istiqomat qilgan davrida yonidagi tog' cho'qqisidan foydalanib R_{yer} — Yer radiusini birinchilardan bo'lib aniqlagan. O'lchash usulini 798-yilda Farg'ona vodiysida tavallud topgan vatandoshimiz al-Farg'oniy o'zining yaqin do'sti va shogirdi, marvlik Mavrudiy bilan birgalikda topgan.

Demak, bu ma'lumotlardan foydalanib Yer massasini hisoblab topish mumkin ekan:

$$M_{yer} = 9,81 \frac{(6,4 \cdot 10^6)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} \text{ kg} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

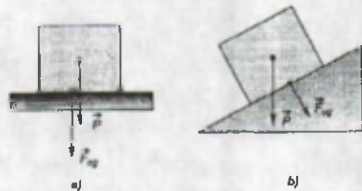
Insonning aql-zakovatiga qoyil qolish kerak. Kosmik fazoda 30 km/s tezlik bilan uchib ketayotgan ulkan kosmik jism — Yerning massasini «tarozida» o'lchash oson ish emas!

Jismga faqat og'irlik kuchi ta'sir etganda edi, u Yer ichiga kirib ketishi kerak edi. Lekin, stol ustida turgan jism stolda ta'sir ko'rsatsa, stol unda aks ta'sir ko'rsatadi. Uning shiftiga osib qo'yilgan qandil osmaga ta'sir qilsa, osma qandilda aks ta'sir qiladi.

25-lavha

Jismning tayanchga yoki osmaga ko'rsatadigan ta'sir kuchiga jismning og'irligi deyiladi.

Ko'pincha, jismning og'irligi bilan og'irlik kuchini chalkashtirishadi. Haqiqatan ham, jism gorizontaal vaziyatdagi qo'zg'almas tayanchda joylashgan bo'lsa, ular bir-biriga teng (109-a rasm) bo'ladi. Agar jism qiya tekislik ustida joylashgan bo'lsa (109-b rasm), og'irlik kuchi va og'irlik



109-rasm.

vektorlarining yo'nalishlari bir xil bo'lmaydi. Bunda og'irlik kuchi og'irlikdan katta bo'ladi. Xuddi shuning singari kundalik turmushda massa bilan og'irlikni ham chalkashtirishadi. Meditsina tarozisida bolani o'lchab, «Og'irligi 52 kg ekan», deyishadi. Aslida tarozida og'irlik emas, bolaning massasi o'lchanadi. Bozorda va magazinda ham mahsulotlarni sotishda og'irligi shuncha kilogramm deb aytishadi. Aslida esa «bolaning massasi» va «mahsulotlarning massasi» degan iboralar ishlatilishi kerak.



1. Agar tayanch yoki osma to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan bo'lsa hamda gorizontaal joylashsa, og'irlik kuchi va og'irlik teng bo'ladimi?
2. Massa va og'irlik bir-biridan nimasi bilan farqlanadi?
3. Oyda erkin tushish tezlanishi Yerdagi bilan bir xil bo'ladimi?
4. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi jism og'irligiga ta'sir ko'rsatadimi?

Og'irlik kuchining tezlanishi sayyoralar va osmon jismlarida turlicha (m/s^2 larda): Plutonda—2, Merkuriy va Marsda—3,7, Venerada—8,9, Uranda—11, Neptunda va Saturnda—12, Yupiterda—26 va Oyda—1,6 ga teng.

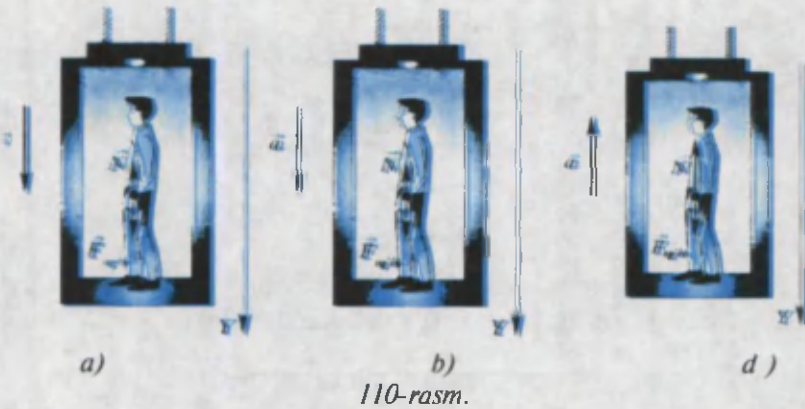


37-MAVZU

VAZNSIZLIK VA ORTIQCHA YUKLAMALAR

Hozirgi kunda ko'pgina ma'muriy binolar, turar joylar ko'p qavatli qilib qurilgan. Yuqori qavatlariga chiqish va tushish uchun liftlardan foydalaniladi. Liftda chiqayotgan va tushayotgan odam harakatini qaraylik.

1. Massasi m bo'lgan odam liftda turibdi. Lift pastga yoki yuqoriga o'zgarmas $g = \text{const}$ tezlik bilan harakatlanayotgan holda (110-a rasm) odamning lift poliga (tayanchga) beradigan og'irligi $\bar{P} = m\bar{g}$ bo'ladi. Boshqacha aytganda, lift o'zgarmas tezlik bilan harakatlanganda jism og'irligi lift tinch holatda turganda qanday bo'lsa, shundayligicha qoladi.



2. Lift pastga tomon \bar{a} tezlanish bilan tushmoqda (110-b rasm). U holda odamning og'irligi $\bar{P}_0 = m\bar{g}$ pastga, jismga \bar{a} tezlanish beruvchi \bar{F} kuch ham pastga yo'nalgan bo'ladi. Jismning natijaviy og'irligi

$$\bar{P} = m\bar{g} - m\bar{a}$$

bo'ladi.

Bundan ko'rinadiki, lift pastga tomon a tezlanish bilan harakatlansa, odamning og'irligi ma ga kamayar ekan. Agar liftni ushlab turuvchi tros uzilib ketsa (faraz) lift pastga tomon $a = g$ tezlanish bilan harakatlanadi va odamning og'irligi

$$\bar{P} = m\bar{g} - m\bar{a} = 0$$

bo'ladi.

Bunda odamning og'irligi yo'qolib, tayanchga kuch bilan ta'sir etmaydi (26-lavha).

26-lavha

Jismning tayanchga ko'rsatadigan kuchi nolga teng bo'ladigan, ya'ni og'irligi yo'qoladigan holatga **vaznsizlik** deyiladi.

Demak, jism vaznsizlik holatiga o'tishi uchun pastga tomon $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanishi kerak. *Bundan jismlar erkin tushayotganda vaznsizlik holatida bo'lishi kelib chiqadi.* Qisman vaznsizlik holati arg'imchoq uchayotganda, sakrashning tushish qismida, qiyalikdan inersiyasi bilan sakragan mototsiklchida kuzatiladi. Bu juda qisqa vaqt davom etadi. Yerning sun'iy yo'ldoshlari, ya'ni orbital stansiyalarda istiqomat qiluvchi kosmonavtlar uzoq muddat vaznsizlik holatida bo'ladi. Bunday paytda inson organizmida qon aylanishi va oziqlanish tizimi buziladi. Orbital stansiyalarda vaznsizlik holatining zararli oqibatlarini tugatish uchun maxsus choralar ko'riladi.

3. Lift yuqoriga tomon \bar{a} tezlanish bilan ko'tarilmoqda (110-d rasm). Bunda odamning lift poli (tayanch)ga ko'rsatadigan og'irligi

$$\bar{P} = m\bar{g} + m\bar{a}$$

ga teng bo'ladi.

Bundan ko'rinadiki, lift yuqoriga tomon tezlanish bilan ko'tarilsa, odamning og'irligi $m\bar{a}$ qiymatga ortadi. Bu holatga **ortiqcha yuklama** deyiladi (27-lavha).

27-lavha

Tezlanuvchan harakatda jism og'irligining ortishi **ortiqcha yuklama** deb ataladi.

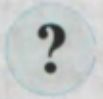
Bu holatda to'la yuklama tayanchga tushadi. Lekin odam gavdasi bo'ylab qisman yuklanishlar hosil bo'ladi. Masalan, odam kallasining og'irligi uning bo'yniga, bosh, bo'yin, yelka va qo'llarning og'irligi esa belga va h. k., oyoqlarga tushadi. Agar liftning tezlanishi $0,3-1 \text{ m/s}^2$ atrofida bo'lsa, inson uni sezmaydi. Lekin tovushdan tez uchuvchi samolyotlarda, raketaning ko'tarilishida tezlanish 100 m/s^2 gacha boradi. Bu holatga tushgan uchuvchilar va kosmonavtlarning aytishicha, og'irlik ularni o'tirg'ichga mahkamlab tashlaydi, qo'llarni ko'tarish uda og'irlik qiladi, qovoqni ko'tarib, ko'zni ochish haddan tashqari mashaqqatli bo'ladi. Ortiqcha yuklamaning ta'sirini kamaytirish uchun ular bu paytda yotgan holda, maxsus kombinezonlarda uchadilar.

Masala yechish namunasi

Lift pastga qarab $4,5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tushmoqda. Undagi jism og'irligi necha marta kamayadi?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$a = 4,5 \text{ m/s}^2$	$F = m(g - a)$	$n = \frac{m \cdot 10 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{m(10 - 4,5) \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} =$
$g = 10 \text{ m/s}^2$	$P = mg; n = \frac{P}{F}$	$= \frac{10}{5,5} = 1,82$
Topish kerak: $n - ?$	$n = \frac{mg}{m(g - a)}$	Javob: 1,82 marta.

1. Samolyotdan sakragan parashutchi: a) parashut ochilgunga qadar erkin tushishda; b) parashut ochilgan lahzada; d) parashutda bir tekisda tushayotgan paytida qanday holatda bo'ladi?
2. Agar yuqoriga ko'tarilayotgan yoki tushayotgan lift tormozlana boshlasa, undagi odam qanday holatda bo'ladi?

**38-MAVZU****TORTISHISH MAYDONIDA HARAKATLANISH**

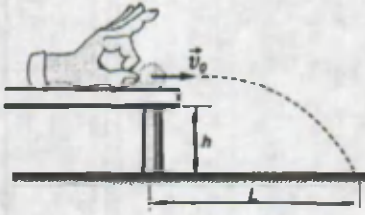
Stol chetiga tennis sharchasini qo'yib, gorizontaal yo'nalishda turtki beraylik (111-rasm). Sharcha stoldan ancha nariga borib tushadi. Bunda sharchaning qancha uzoqlikka borib tushishi nimalarga bog'liq? Bu qo'yilgan savolga javob topish ko'pgina hayotiy masalalarni hal qilishga imkon beradi. Masalan, biror bir yukni falokatga uchragan manzilga samolyot orqali olib borilsa, lekin samolyot qo'nishi uchun yetarli kattalikdagi maydon bo'lmasa, parashut orqali tashlash kerak bo'ladi. Odam ketayotib, yo'lda ariq uchrab qolsa, yugurib kelib sakrab o'tishi zarur bo'ladi va h. k.

Oldingi mavzuda Yer o'z atrofida doimiy tortishish maydoni hosil qilishini va shu maydon orqali ularni o'ziga tortib turishini bilib olgandik. Demak, Yerda bo'ladigan barcha harakatlarga tortishish maydoni o'z ta'sirini ko'rsatadi.

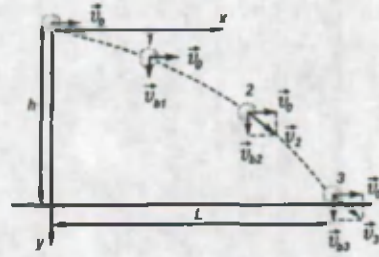
Bu ta'sir natijasini o'rganish uchun 111-rasmdagi tajribani tahlil qilaylik.

Stolning Yerdan balandligini h deb, sharchaning stol asosidan uchib borgan masofasini L deb olaylik. Unda sharchaning turli vaqt lahzalariga to'g'ri kelgan holatini ifodalash uchun x va y o'qlarini 112-rasmda ko'rsatilganidek o'tkazaylik.

Sharchaga gorizontaal yo'nalishda g_0 tezlik berilganda shu yo'nalishda harakat boshlaydi. Lekin tortishish maydonining ta'sirida bir vaqtda pastga qarab tusha boshlaydi. Pastga qarab bo'layotgan harakat erkin tushishdir. Shu sababli, jism



111-rasm.



112-rasm.

bir vaqtda ham gorizontol yo'nalishda, ham vertikal (pastga qarab) yo'nalishda harakatlanadi. 112-rasmda sharchaning turli lahzalardagi (1, 2, 3) holati ko'rsatilgan bo'lib, unda sharcha tezligining gorizontol (\bar{v}_0) va vertikal (\bar{v}_{h1} , \bar{v}_{h2} va \bar{v}_{h3}) tashkil etuvchilari ham aks ettirilgan. Jismning vertikal yo'nalishdagi harakati tekis tezlanuvchan harakat bo'lib, vaqt o'tishi bilan tezligi ortib boradi. $\bar{v}_{h3} > \bar{v}_{h2} > \bar{v}_{h1}$ bo'ladi. Sharchaning gorizontol yo'nalishdagi harakati tekis harakat bo'lganligidan $\bar{v}_0 = \text{const}$. Unga ko'ra, sharchaning natijaviy tezligi

$$\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{v}_b$$

orqali topiladi.

Sharcha erkin tushayotgani uchun tushish (uchish) vaqti $t_y^2 = \frac{2h}{g}$ bilan aniqlanadi. Uchish uzoqligi

$$L_{max} = v_0 \cdot t_y$$

ga teng bo'ladi.

Gorizontol yo'nalishda otilgan jismning boshlang'ich tezligini aniqlash uchun jism otilgan balandlik h va uchish uzoqligi L_{max} ni bilish yetarlidir. Buning uchun L_{max} ni aniqlash formulasiga uchish uzoqligi t_y ning ifodasi qo'yiladi.

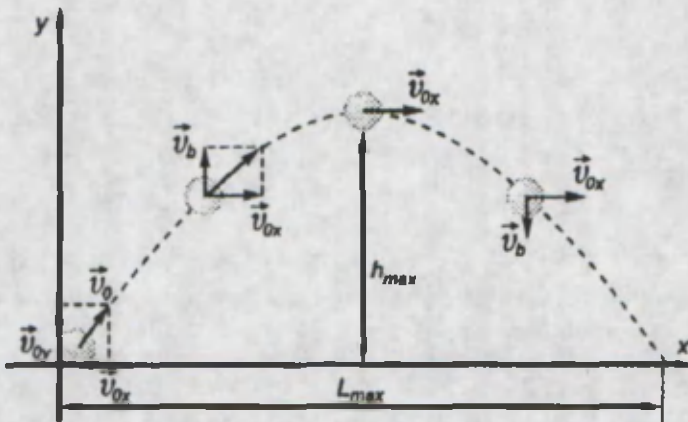
$$v_0^2 = \frac{L_{max} \cdot g}{2h}$$



Yozning issiq kunlarida vodoprovod kraniga rezina shlangni o'rnatib hovliga, o'tlarga suv sepgan bo'lsangiz kerak. Bunda shlang uchini goh ko'tarib, goh pasaytirib, suvni uzoqroq joyga yoki yaqin joyga sepiladi. Demak, bunda jism gorizontga nisbatan biror α burchak ostida v_0 tezlik bilan otilgandagi

harakat bo'ladi. To'pdan otilgan snaryad harakati ham bunday harakatga misol bo'la oladi. Shu harakatni tahlil qilaylik (113-rasm). Jismning tezligi \vec{g}_0 gorizont bilan α burchakni hosil qiladi. U holda \vec{g}_0 vektorni ikkita \vec{g}_{ox} va \vec{g}_{oy} vektorlarning yig'indisidan iborat deb qarash mumkin.

$$\vec{g}_0 = \vec{g}_{ox} + \vec{g}_{oy}$$



113-rasm.

Natijada jism \vec{g}_{ox} tezlik bilan L masofaga uchib boradi hamda \vec{g}_{oy} boshlan-g'ich vertikal tezlik bilan ko'tarilib boradi. Jism gorizont yo'nalishda uchganda tekis harakat qilsa, ko'tarilish qismida tekis sekinlanuvchan, tushish qismida tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Jismning \vec{g}_b tezligi ko'tarilish davrida bir tekis kamayib borib, maksimal h_{max} balandlikka yetganda nolga teng bo'ladi. U nuqtada jismning tezligi $\vec{g}_{min} = \vec{g}_{ox}$ bo'ladi. Tushish vaqtida \vec{g}_b bir tekisda ortib boradi va Yerga urilish vaqtida $\vec{g}_{b\ max} = \vec{g}_{oy}$ bo'ladi. Jismning ko'tarilish vaqti t_k , tushish vaqti t_t , maksimal ko'tarilish balandligi h_{max} va uchish uzoqligi L_{max} lar quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$t_k = t_t = \frac{g_{oy}}{g}$$

$$h_{max} = \frac{g_{oy}^2}{2g}$$

$$L_{max} = g_{ox} \cdot (t_k + t_t)$$

Bu kattaliklarning o'tilish burchagi α ga bog'liqligini matematikadan trigonometriya kursini o'rgangandan so'ng – yuqori sinflarda bilib olasiz.

Masala yechish namunasi

1. Biror balandlikdan 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan otilgan jism 8 s dan so'ng yerga urildi. Jismning uchish uzoqligini va qanday balandlikdan otilganligini aniqlang.

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$v_0 = 20 \frac{m}{s}$	$L_{max} = v_0 \cdot t_y$	$L_{max} = 20 \frac{m}{s} \cdot 8 s =$
$g = 10 \frac{m}{s}$	$h = \frac{gt^2}{2}$	$= 160 m.$
$t = 8 s$		$h = \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot (8 s)^2}{2} = \frac{640}{2} = 320 m$
Topish kerak: $L_{max} = ? h = ?$		Javob: $L_{max} = 160 m, h = 320 m.$

?

1. Jism v_0 tezlik bilan gorizontol otildi. Uning uchish vaqti t_0 ga qanday bog'liq?
2. Gorizontga qiya otilgan jismning uchish uzoqligi qanday kattaliklarga bog'liq?
3. Kundalik turmushdan mavzuga doir qo'shimcha misollar keltira olasizmi?
4. Gorizontga qiya otilgan jism tezligining vertikal tashkil etuvchisi v_y nima sababdan harakat davrida o'zgaradi?
5. Gorizontol yo'nalishda boshlang'ich 10 m/s tezlik bilan otilgan jismning uchish uzoqligi otilish balandligiga teng bo'ldi. Jism qanday balandlikdan otilgan?
6. Samolyot 10 km balandlikda gorizontol yo'nalishda 900 km/soat tezlik bilan uchmoqda. Samolyotdagi bombani nishonga tushirish uchun manzilga qanday masofa (gorizontol yo'nalishda) qolganda tashlash kerak?
7. Gorizontga qiya otilgan jism 12 s davomida uchgan. Jism qanday balandlikka ko'tarilgan?

1

Stol chetiga birorta predmet (rezina o'chirg'ich, tanga, gugurt qutisi)ni qo'yib, chertib yuboring (111-rasm.). Stolning balandligi h , uchish masofasi l ni o'lchab, predmetning boshlang'ich tezligini toping.

39-MAVZU

**BIRINCHI KOSMIK TEZLIK.
YERNING SUN'IY YO'LDOSHLARI**

Oldingi mavzuda h balandlikdan otilgan jismning egri chiziqli trayektoriya bo'ylab harakat qilib tushishini o'rgandik. Unda uchish uzoqligi l , jismning boshlang'ich tezligiga bog'liqligi ko'rsatildi. Faraz qilaylik, tog' cho'qqisiga chiqib, undan gorizontol yo'nalishda v_0 tezlik bilan birorta jismni otaylik. Jism uchib borib A nuqtaga tushadi. Unda uning ko'rinishi Nyuton tomonidan chizilgan 114-rasmga o'xshash bo'ladi.



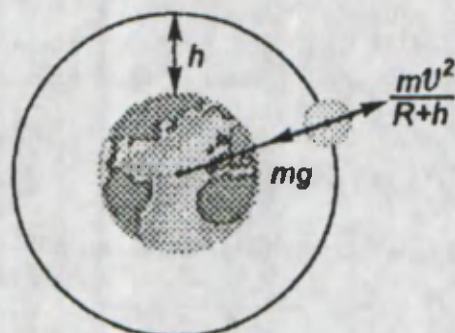
114-rasm.

Jism tezligi oshirib borilsa B va C nuqtalarga tushadi. Tezlikning ma'lum bir qiymatidan boshlab jism Yerga tushmasdan Yer atrofida aylana bo'ylab harakatga keladi. Bu jism endi Yerning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qoladi. Sun'iy yo'ldoshning harakati tortishish maydonidagi harakat bo'ladi. *Nima sababdan yo'ldosh Yerga tushmaydi? Qanday tezlikda bu holat kuzatiladi?* Avvalo, yo'ldoshga ta'sir etayotgan kuchlarni olib qaraylik. Yo'ldoshga doimo Yerning tortish kuchi ta'sir etadi. Bundan tashqari, unga havoning qarshilik kuchi ta'sir etadi. Qarshilik kuchi kam bo'lishi uchun uni atmosfere-

ning eng yuqori qatlamlariga olib chiqish kerak. Amalda Yer yuzasidan 300–400 km balandlikda havoning qarshiligi deyarli yo'q. Demak, bunday balandlikda Yerning tortish kuchini yo'ldoshiga berilgan tezlik tufayli vujudga kelgan markazdan qochma kuch kompensatsiyalaydi (115-rasm). U holda:

$$mg = \frac{m\vartheta^2}{R_{yer} + h} \text{ dan } \vartheta^2 = g(R_{yer} + h).$$

h balandlikni Yer radiusi R_{yer} ga nisbatan hisobga olmasa ham bo'ladigan hol uchun $R_{yer} + h \approx R_{yer}$



115-rasm.

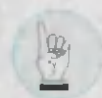
$$\vartheta^2 = g_0 \cdot R_{yer}$$

Uni hisoblash uchun $R_{yer} \approx 6400$ km, $g_0 = 9,8$ m/s² deb olinsa, ϑ ning qiymati:

$$\vartheta = 7,91 \text{ km/s}$$

ga teng bo'ladi.

Bu tezlikni **birinchi kosmik tezlik** deyiladi. Bizning sayyoramizda insoniyat tarixida birinchi marta sobiq SSSRda 1957-yil 4-oktabrda Yerning sun'iy yo'ldoshi uchirildi. Yo'ldosh shar shaklida bo'lib, diametri 58 sm, massasi 83,6 kg edi. Yo'ldosh Yer atrofini 1400 marta aylanib chiqib, umumiy holda 60 million km masofani bosib o'tdi. 1961-yil 12-aprelda inson birinchi marta kosmosga chiqdi. Birinchi kosmonavt Yuriy Alekseyevich Gagarin ham sobiq SSSR fuqarosi edi. Keyinchalik, 1969-yil 20-iyulda amerikalik astronomlar – Neyl Armstrong va Edvin Oldrinlar birinchi bo'lib Oyga qo'nishdi.





Marsga va Veneraga avtomatik tadqiqot qiluvchi qurilmalar tushirildi. Uzoqroq joylashgan Saturn, Yupiter, Neptun kabi sayyoralar atrofidan kosmik tadqiqotchi kemalar uchib o'tdi. Shuni aytib o'tish kerakki, kosmik kemaga birinchi kosmik tezlik berilsa, u faqat Yerning sun'iy yo'ldoshi bo'lib qoladi. Quyosh sistemasiga kiruvchi sayyoralariga borish uchun kosmik kemaga ikkinchi kosmik tezlik berilishi kerak. Uning son qiymati 11,2 km/s ga teng.

Olis yulduzlarga borish uchun esa Quyosh sistemasining tortish kuchini yengib chiqib ketish kerak. Buning uchun kosmik kema uchinchi kosmik tezlikka ega bo'lishi kerak. Uning qiymati 16,7 km/s ga teng.

Kosmosni zabt etgan fazogirlar orasida bizning vatandoshimiz V. Jonibekov hamda o'zbek millatiga mansub S.Sharipov bor.



1. Nima sababdan Yer o'zining atrofida harakatlanayotgan sun'iy yo'ldoshni tortib olmaydi?
2. Oyni ham birinchi kosmik tezlik bilan harakatlanayotgan yo'ldosh deb qarash mumkinmi?
3. Bir mamlakatdan ikkinchi mamlakatga teleko'rsatuvlarni, telefon so'zlashuvlarini olib uzatadigan kosmik stansiyalar bor. Ular Yer yuzidan ma'lum balandlikda doimiy turishi kerak. Ularning harakati haqida nima deyish mumkin?
4. Sun'iy yo'ldoshning Yer yuzidan balandligi ortishi bilan uning tezligi qanday o'zgaradi?
5. Nima sababdan Yerning sun'iy yo'ldoshlari atmosferadan tashqarida harakatlanadi?
6. Sun'iy yo'ldoshlar energiya bilan qanday ta'minlanib turadi?
7. Yerdan Oygacha bo'lgan o'rta masofa 384 000 km ga teng. Yerdan Oyga qarab ikkinchi kosmik tezlik bilan uchgan kosmik kema qancha vaqtda yetib boradi?

II BOBNI YAKUNLASH YUZASIDAN TEST SAVOLLARI

1. «Agar jism ... ta'sirida harakatlansa, u vaznsizlik holatida bo'ladi». Gapni to'ldiring.

- A) ...faqat elastiklik kuchi...; B) ...faqat og'irlik kuchi...;
C) ...elastiklik va og'irlik kuchlari...; D) ... markazga intilma kuch....

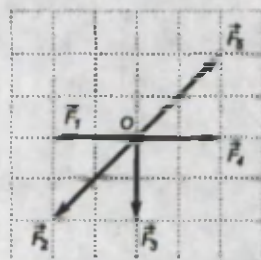
2. Massasi 0,5 kg bo'lgan koptokning og'irlik kuchi taxminan qanchaga teng?

- A) 0,5 N; B) 10 N; C) 5 N; D) 50 N.

3. Massasi 80 kg bo'lgan odam yelkasida massasi 20 kg bo'lgan qopni ko'tarib turibdi. Ularning umumiy og'irligi qancha?

- A) ≈ 800 N; B) ≈ 1000 N; C) ≈ 200 N; D) ≈ 1600 N.

4. Rasmda ko'rsatilgan jismga F_1 , F_2 , F_3 , F_4 va F_5 kuchlar ta'sir qiladi. Natijaviy kuchning kattaligi va yo'nalishi qanday?



- A) 2 birlik bilan o'ngga;
- B) 2 birlik bilan chapga;
- C) 2 birlik bilan pastga;
- D) 0 ga teng.

5. Samolyot gorizontal yo'nalishda 8 km balandlikda 720 km/soat tezlik bilan uchmoqda. Uchuvchi bombani nishonga aniq tushirish uchun unga qancha masofa (gorizontal yo'nalishda) qolganda tashlashi kerak bo'ladi (km)?

- A) 9;
- B) 8;
- C) 4,5;
- D) 4.

6. 1 m/s^2 tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilayotgan liftda 50 kg massali odam turibdi. Odamning og'irligi qanchaga teng (N)?

- A) 50;
- B) 500;
- C) 450;
- D) 550.

7. Avtomobil egrilik radiusi 150 m bo'lgan qavariq ko'prikdan 30 m/s tezlikda o'tayotganda haydovchining og'irligi ko'priknining eng yuqori nuqtasida necha marta kamayadi?

- A) 3;
- B) 5;
- C) 4;
- D) 1,25.

8. «Prujina bikrligi — bu elastiklik kuchining prujina ... ga nisbatidir». Gapni to'ldiring.

- A) ...vazni...;
- B) ... massasi...;
- C) ...uzunligi...;
- D) ...absolut deformatsiyasi kattaligi...

9. Birinchi kosmik tezlik kattaligi nimaga teng?

- A) 9,81 m/s;
- B) 7,91 km/s;
- C) 11,2 km/s;
- D) 6,67 km/s.

10. $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$ gravitatsion doimiyning ma'nosi nima?

A) massalari 1 kg dan bo'lgan jismlarga 1 N kuch ta'sir etganda oladigan tezlanishi;

B) massalari 1 kg dan bo'lgan jismlar o'zaro 1 N kuch bilan ta'sirlashishi uchun minimal yaqinlashish masofasi;

C) massalari 1 kg dan bo'lgan sharsimon jismlarning orasidagi masofasi 1 m bo'lganda tortishish kuchining kattaligi;

D) massalari 1 kg, yuzalari 1 m² bo'lgan jismlarning necha N kuch bilan tortishishi.

11. Elastiklik kuchi formulasini ko'rsating.

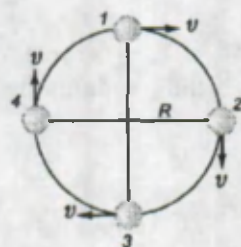
- A) $F = \mu \cdot mg$; B) $F = -k \cdot \Delta l$; C) $F = mg$; D) $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$.

12. Ishqalanish koeffitsiyentining birligi nima?

- A) N/m; B) N.m; C) m/s²; D) birligi yo'q.

13. m massali jism R radiusli aylana bo'ylab vertikal tekislikda aylanmoqda. Tezlik orttirilib borilsa, qaysi nuqtadan o'tayotganda ip uzilib ketishi mumkin?

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



14. Massasi 5 kg bo'lgan jismga F kuch ta'sir etganda 2 m/s² tezlanish oladi. Shunday kuch bilan 2,5 kg massali jismga ta'sir ettirilsa u qanday tezlanish oladi?

- A) 1 m/s²; B) 2 m/s²; C) 3 m/s²; D) 4 m/s².

15. Nyutonning uchinchi qonuni qaysi ta'rifda to'g'ri keltirilgan?

A) Ta'sir har doim aks ta'sirga teng;
B) ta'sir aks ta'sirni vujudga keltiradi, ular bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan;
C) ta'sir aks ta'sirni hosil qiladi, ular bir-biriga teng bo'lib, bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan;

D) ta'sir aks ta'sirni vujudga keltiradi, ular son qiymati jihatidan teng bo'lib, qarama-qarshi yo'nalgan.

16. Massasi 5 kg bo'lgan jismga 15 N kuch gorizontal yo'nalishda ta'sir etadi. Jism bilan yo'l orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,3 ga teng. Jism qanday harakat qiladi?

- A) 1 m/s² tezlanish bilan; B) 0,5 m/s² tezlanish bilan;
C) 1,5 m/s² tezlanish bilan; D) tekis harakat qiladi.

17. Gapni to'ldiring. «Elastik deformatsiya kuzatiladigan holda jismga ta'sir etuvchi tashqi kuchning ... deyiladi».

- A) ...chegaraviy qiymati elastiklik chegarasi...;
- B) ...elastiklik kuchiga nisbati bikrlik...;
- C) ...chegaraviy qiymati plastik defomatsiya...;
- D) ...yo'nalishi absolut uzayishning yo'nalishi....

18. Butun olam tortishish qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating.

- A) $F = \mu \cdot mg$;
- B) $F = -k \cdot \Delta l$;
- C) $F = mg$;
- D) $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$.

19. Yer radiusini o'lchashda Beruniy qo'llagan usulni kim topgan?

- A) Beruniy;
- B) U. Chag'miniy;
- C) al-Farg'oniy;
- D) al-Xorazmiy.

20. Sun'iy yo'ldosh doiraviy orbita bo'ylab harakatlanmoqda. Sun'iy yo'ldoshning tezligini qanday formula yordamida aniqlash mumkin?

- A) $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$;
- B) $g = \frac{GM}{R^2}$;
- C) $g^2 = \frac{GM}{R+h}$;
- D) $g^2 = \frac{GM}{R}$.

21. Agar sun'iy yo'ldoshning aylanish orbitasining radiusi 9 marta orttirilsa uning uchun birinchi kosmik tezligini qanday o'zgartirish kerak?

- A) 3 marta oshirish kerak;
- B) 3 marta kamaytirish kerak;
- C) 9 marta oshirish kerak;
- D) 9 marta kamaytirish kerak.

22. Jism aylana bo'ylab tekis aylanmoqda. Uning chiziqli tezligi 2 marta oshirilsa, markazga intilma kuch qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi;
- B) 2 marta kamayadi;
- C) 4 marta ortadi;
- D) 4 marta kamayadi.

23. Massasi 50 kg bo'lgan o'quvchi liftda yuqoriga ko'tarilmoqda. Liftning tezligi 5 s davomida 1 m/s dan 5 m/s ga o'zgaradi. Bunda o'quvchi lift poliga qanday kuch bilan bosadi?


- A) 0 N;
- B) 460 N;
- C) 500 N;
- D) 540 N.

24. Jism gorizont tekislikda sirpanmoqda. Jismning polga bergan bosim kuchi 8 N, ishqalanish kuchi 2 N. Ishqalanish koeffitsiyentini toping.

- A) 0,16;
- B) 0,25;
- C) 0,75;
- D) 4.

YAKUNIY SUHBAT

Siz yakuniy suhbatda II bobda o'rganilgan mavzularning qisqacha mazmuni bilan tanishasiz.

Kuch	Jism tezligini yoki uning shaklini o'zgartiradigan ta'sir. Birligi $ \vec{F} = 1$ Nyuton (N).
Inertlik	Jismning tinch yoki harakatdagi holatini saqlash qobiliyati. U jismning massasi orqali ifodalanadi. $m = 1$ kg.
Inersiya qonuni (Nyutonning I qonuni)	Agar jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatilayotgan ta'sirlar o'zaro kompensatsiyalangan bo'lsa, u o'zining tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.
Massa	Asosiy fizik kattaliklardan biri bo'lib, moddaning inertlik va gravitatsion xossalari belgilaydi. Massa tushunchasini birinchi bo'lib 1687-yilda I. Nyuton kiritgan.
Nyutonning II qonuni	Jismning olgan tezlanishi qo'yilgan kuchga to'g'ri proporsional, uning massasiga esa teskari proporsional. $a = \frac{F}{m}$.
Nyutonning III qonuni	Ta'sir har doim aks ta'sirni vujudga keltiradi. Ular son qiymati jihatidan teng bo'lib, bir to'g'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan. $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.
Butun olam tortishish qonuni	Har qanday ikki jism massalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional kuch bilan tortishadi: $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$.
Gravitatsion maydon	Har qanday massali jism atrofida hosil bo'ladi. Bir-biridan r masofada turgan jismlar shu maydon orqali tortishadi. U tortishish maydoni deb ham ataladi. Maydonning ta'sir kuchi masofaning kvadratiga teskari proporsional.
Gravitatsion doimiy	Butun olam tortishish qonuniga kiruvchi fundamental fizik doimiy. Son qiymati jihatidan massalari 1 kg dan bo'lgan ikki jism orasidagi masofa 1 m bo'lganda o'zaro tortishish kuchiga teng: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$. Son qiymatini birinchi bo'lib ingliz fizigi G. Kavendish 1798-yilda aniqlagan.
Teng ta'sir etuvchi kuch	Jismga ta'sir etayotgan bir nechta kuchlarning geometrik yig'indisi. M: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$. 

Deformatsiya	Jismlarning tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini o'zgartirishi. Elastik va plastik deformatsiya ko'rinishida namoyon bo'ladi. Turlari: cho'zilish, siqilish, egilish va buralish.
Elastik deformatsiya	Deformatsiyalangan jismning tashqi kuch olinganidan so'ng o'z shakliga qaytishi.
Plastik deformatsiya	Deformatsiyalangan jismning tashqi kuch olinganidan so'ng o'z shakliga qaytmasligi.
Elastiklik chegarasi	Elastik deformatsiya kuzatiladigan holda jismga ta'sir etuvchi tashqi kuchning chegaraviy qiymati.
Guk qonuni	Elastiklik chegarasida deformatsiyalangan jism absolut uzayishi bilan elastiklik kuchi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. $F = -k \cdot \Delta l$. 1660-yilda ingliz olimi R.Guk tomonidan kashf etilgan.
Bikrlik	Jism deformatsiyalanganda qarshilik ko'rsatish qobiliyati. <i>Guk qonuni</i> formulasiga ko'ra $ k = \frac{F_{el}}{\Delta l}$, $ k = 1 \frac{N}{m}$. Bikrlik jism yasalgan materialga, geometrik o'lchamlariga bog'liq.
Elastiklik kuchi	Jism deformatsiyalanganda hosil bo'ladi. Kuch yo'nalishi, deformatsiyalangan jism zaralarining siljishiga teskari bo'ladi.
Ishqalanish kuchi	Bir jismning ikkinchi jism sirtida harakatlanish davrida hosil bo'ladigan kuchga aytildi. Jismlarning tegish yuzasi bo'ylab yo'nalgan bo'lib, doim harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan. M : $F_{ishq} = \mu mg$
Ishqalanish koeffitsiyenti	$\mu = \frac{F_{ishq}}{N}$. F_{ishq} - ishqalanish kuchi, N - tayanchning reaksiya kuchi. μ ning qiymati jism holatlariga bog'liq. Tinch holatdagi ishqalanish koeffitsiyenti μ_s ; sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti μ_d ; dumalab ishqalanish koeffitsiyenti μ_a .
Reaksiya kuchi	Tayanch yoki osmaga og'irlik kuchi ta'sir etganda hosil bo'ladigan aks ta'sir kuchi (R).
Markazdan qochma kuch	Aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jismda hosil bo'ladigan kuch: $F_{m.q.k} = \frac{m\vartheta^2}{R}$
Inersial sanoq sistemalari (ISS)	Tinch holatda turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan sanoq sistemalari.

Og'irlik kuchi	Jismni Yerga tortuvchi kuch $\overline{F} = \overline{P} = m\overline{g}$.
Og'irlik	Jismning tayanchga yoki osmaga ko'rsatadigan ta'sir kuchi. Gorizontol tayanchga joylashgan yoki qo'zg'almas osmada turgan jismning og'irligi bilan og'irlik kuchi teng bo'ladi.
Vaznsizlik	Jismning og'irligi yo'qoladigan holat. Vaznsizlik, jism faqat og'irlik kuchi ta'sirida harakat qilganda bo'ladi.
Ortiqcha yuklama	Tezlanuvchan harakatda jism og'irligining ortishi.
Tortishish maydonida harakatlanish	1. Jismni h balandlikdan gorizontol yo'nalishda g tezlik bilan otilganda, gorizontol yo'nalishda tekis va vertikal yo'nalishda tekis tezlanuvchan harakatning qo'shilish natijasi. 2. Gorizontga nisbatan burchak ostida g tezlik bilan otilgan jism harakati. Trayektoriyasining eng baland nuqtasida tezlikning vertikal tashkil etuvchisi nolga teng.
Birinchi kosmik tezlik	Jism Yerga qaytib tushmasdan, aylana orbita bo'ylab harakatlanishi uchun zarur bo'lgan minimal tezlik. $g_1 = 7,91$ km/s.
Ikkinchi kosmik tezlik	Jism (kosmik kema) ning Yerning tortishish kuchini yengib Quyosh sistemasidagi boshqa sayyoralarga borishi uchun beriladigan minimal tezlik. $g_{II} = 11,2$ km/s.
Ikkinchi kosmik tezlik	Jism (kosmik kema)ning Quyosh sistemasining tortishish kuchini yengib yulduzlarga borishi uchun beriladigan minimal tezlik. $g_{III} = 16,7$ km/s.

II BOBNI TAKRORLASH UCHUN MASALALAR

- Akvariumda 5 dm^3 hajmda suv bor. Uning og'irligini toping.
- 10 N kuch ta'sirida 4 sm ga siqiladigan vagon buferi prujinasining bikrligini toping.
- Deformatsiyalanmagan prujinaning uzunligi 20 sm , bikrligi 50 kN/m . Prujinani 200 N kuch bilan cho'zilsa uning uzunligi qancha bo'ladi? (Javob: 4 mm .)
- Jism og'irligi unga ta'sir etuvchi og'irlik kuchiga teng, katta va kichik bo'ladigan hollarga misollar keltiring.
- Kuchlarni nyutonlarda ifodalang: 240 kN ; 25 kN ; 5 kN ; $0,5 \text{ MN}$.
- Kuchlarni kilonyutonlarda ifodalang: 500 N ; 30000 N ; 200 N ; 10 N .
- Massasi $3,5 \text{ kg}$, 400 g , $1,5 \text{ t}$, 60 g va 500 g bo'lgan jismlarga ta'sir etuvchi og'irlik kuchlarini toping.
- Yer sirtida turgan odamning og'irligi 800 N . Uning massasini aniqlang va rasmda og'irlik kuchini ifodalang.
- Televizor massasi 5 kg , telefonniki 500 g . Qaysi biriga og'irlik kuchi ko'proq ta'sir qiladi va necha marta?

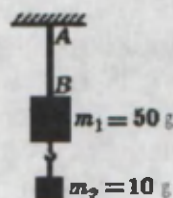
10. Billiard sharining massasi 125 g. Beshta billiard sharining og'irligini toping.

11. Ko'prik qurilishini loyihalaganda nimani muhimroq hisoblashadi? Qurilish detallarining massasini yoki og'irligini.

12. Xonada massasi 100 kg bo'lgan sovitgich ishlab turibdi. Uning og'irlik kuchini va og'irligini hisoblang. Kuchlarni rasmda ifodalang.

13*. Dinamometrda og'irligi 4,5 N bo'lgan yukni osishganda prujinaning uzunligi 8 sm bo'ldi. 3 N kuch osilganda 6 sm bo'ldi. Yuk osilmagan prujinaning uzunligini toping. (Javob: 2 sm.)

14. Massalari 50 g va 10 g bo'lgan ikkita yuk 116-rasmda ko'rsatilganidek ipga osilgan. Ipning AB oralig'ida tarangligi nimaga teng bo'ladi? (Javob: 0,6 N.)



116-rasm.

15. Kattaliklari 800 N va 100 N bo'lgan ikkita kuch bitta nuqtaga qo'yilgan. Ular bitta chiziq bo'ylab, lekin qarama-qarshi yo'nalishga ega. Ularning teng ta'sir etuvchisini toping. Kuchlarni grafik ravishda tasvirlang.

16. Jismga ikkita kuch ta'sir qiladi: 12 N va 16 N. Kuchlar bir xil, qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lgan hollar uchun teng ta'sir etuvchisini aniqlang va grafik ravishda ifodalang.

17. Teng ta'sir etuvchisi kuchlardan biriga teng bo'ladigan hol uchun kuchlar chizmasini chizing.

18. Teng ta'sir etuvchi kuch qanday holda uning tashkil etuvchilaridan kichik bo'ladi?

19. Sportchi parashutda tekis tushmoqda. Parashutchi va parashutga ta'sir etayotgan og'irlik kuchini toping. Havoning qarshilik kuchi 800 N.

20. Jismga o'ng tomonga qarab 60 N, 25 N, 10 N va chap tomonga qarab 75 N, 30 N va 10 N kuchlar bir to'g'ri chiziq bo'ylab ta'sir qiladi. Teng ta'sir etuvchi kuchni toping. (Javob: 20 N.)

21. Massasi 20 kg bo'lgan jismga 6 N kuch ta'sir qiladi. Jism 15 s dan so'ng qanday tezlikka erishadi? (Javob: 4,5 m/s.)

22. Massasi 6 t yuk avtomobili va massasi 1,5 t bo'lgan yengil avtomobil to'qnashib ketdi. Bunda yengil avtomobilga ta'sir etgan kuch 9 kN ga teng bo'ldi. Yuk avtomobiliga ta'sir etuvchi kuchni toping.

23. Oyog'iga konki bog'lagan konkichining massasi 50 kg. U massasi 2 kg bo'lgan sharni 10 N kuch bilan gorizontaal yo'nalishda irg'itadi. Bunda odam qanday tezlanish oladi? (Javob: 0,2 N.)

24. Massalari 80 t dan bo'lgan vagonlar orasidagi masofa 100 m. Ular qanday kuch bilan tortishadilar? (Javob: $4,2 \cdot 10^{-5}$ N.)

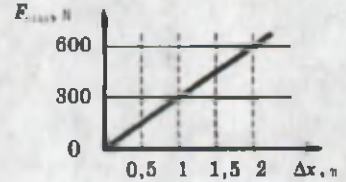
25. Venera sayyorasining massasi $4,88 \cdot 10^{24}$ kg, radiusi $6,1 \cdot 10^6$ m. Sayyorada erkin tushish tezlanishi qanchaga teng bo'ladi? (Javob: $8,65$ m/s².)

26. Yer sirtidan qanday balandlikda erkin tushish tezlanishi 2 marta kam bo'ladi?

27. Massasi 1000 kg bo'lgan avtomobil, egrilik radiusi 40 m bo'lgan qavariq ko'prikdan o'tmoqda. Avtomobildagi yo'lovchilar vaznsiz holatda bo'lishi uchun avtomobil tezligi qanchaga teng bo'lishi kerak? (*Javob: 20 m/s.*)

28. Massasi 40 kg bo'lgan jism gorizontal tekislikda harakatlanmoqda. Ishqalanish kuchi 10 N. Ishqalanish koeffitsiyenti o'zgarmagan holda jism massasi 5 marta kamaysa, ishqalanish kuchi qanday o'zgaradi?

29. 117-rasmda deformatsiyalangan prujinada hosil bo'lgan elastiklik kuchining absolut uzayishga bog'liqligi keltirilgan. Prujina bikrligini aniqlang.



117-rasm.

30. 118-rasmda keltirilgan blok yordamida jism yuqoriga ko'tarilmoqda. Uning harakati qanday bo'ladi? (*Javob: tekis.*)

31. Gorizontal yo'nalishda otilgan jismning uchish uzoqligi otilgan balandlikdan 2 marta kam bo'ldi. Balandlik 80 m. U qanday tezlik bilan otilgan? (*Javob: 10 m/s.*)

32*. Gorizontalga qiya otilgan jismning maksimal balandligi 54 m bo'ldi. Jism uchgan vaqtini aniqlang. (*Javob: ≈ 6,5 s.*)

33. O'zaro tortishayotgan jismlarning massalarini 4 barobardan oshirildi. Tortishish kuchlari qanday o'zgaradi?

34. Yerdan Quyoshgacha borish uchun kerak bo'ladigan vaqtini hisoblang. Yer va Quyosh orasidagi o'rtacha masofani 150 000 000 km, raketaning tezligini ikkinchi kosmik tezlikka teng deb oling.

35. Avtobusdagi odamlar birdaniga o'ng tomonga qiyshaydi. Bunda avtomobil qanday manevr qilgan?

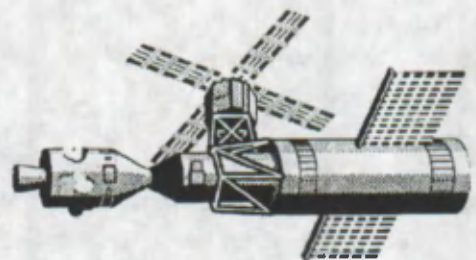
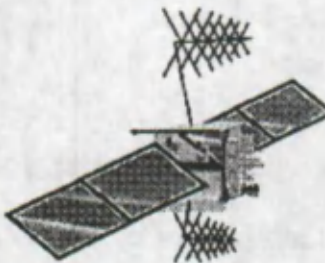
36. Milliy bog'da «Navro'z» bayramini nishonlash uchun kelgan bolalar arg'imchoq uchishmoqda. Arg'imchoq osilgan trossning uzunligi 3 m, bolaning massasi 40 kg. Arg'imchoq pastki holatdan 3 m/s tezlik bilan o'tayotgan bo'lsa, bola o'tirg'ichga qanday bosim kuchi beradi? (*Javob: 52 N.*)

37. Yer yuzidan qanday balandlikda jismning og'irligi 2 marta kamayadi? $R = 6400$ km. (*Javob: 2624 km.*)

38. Massasi 500 g bo'lgan taxtachani tekis siljitish uchun 4 N kuch kerak bo'ldi. Taxtacha ustiga massasi 300 g bo'lgan yuk qo'yilsa, uni tekis siljitish uchun qancha kuch kerak bo'ladi? (*Javob: 6,4 N.*)



118-rasm.

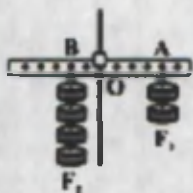
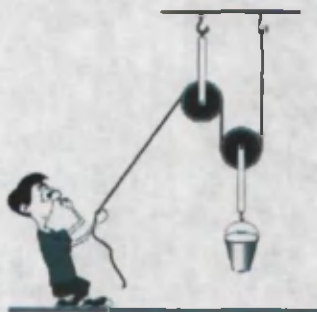


III BOB

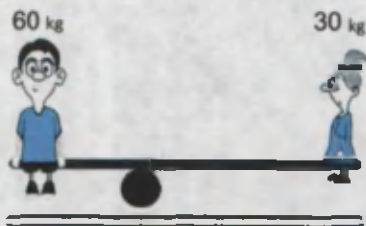
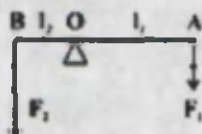
STATIKA

Bu bobda Siz:

- Jismlarning muvozanati, muvozanat turlari;
- aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlarning muvozanati;
- momentlar qoidasi qonuniyatlari bilan tanishasiz.



$$\begin{aligned} F_1 &= l_2 \\ F_2 &= l_1 \end{aligned}$$



KIRISH SUHBATI

Dinamika bo'limida Siz tinch turgan jismga kuch ta'sir etishi natijasida harakatga kelishini bilib oldingiz. Mexanik harakat qilayotgan jismga ta'sir etayotgan kuch uning tezligini o'zgartirib yuborishini ham bilasiz. Shunday holni qaraylik. Stol ustida fizika kitobingiz turibdi. Tog'dagi qoyatosh ustida xarsangtosh turibdi. Uyning shiftida lampochkalar o'rnatilgan qandil osilib turibdi. Ularning har biriga og'irlik kuchi doimiy ravishda ta'sir etib tursa-da, nega ular harakatga kelmaydi? Bunday holatni, jismlar muvozanatda turibdi, deyiladi. Statika bo'limida mana shunday kuchlar ta'siri ostida jism yoki jismlar sistemasining muvozanatda bo'lish holatlari o'rganiladi. Statika – grekcha «*statos*» so'zidan olingan bo'lib, «*qo'zg'almas*» degan ma'noni bildiradi.



6-sinfda Siz statika bo'limiga doir dastlabki tushunchalar bilan tanishgansiz. Richag, qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan bloklar, lebyodka, qiya tekislik va chig'irliq kabi aylanish o'qiga ega bo'lgan oddiy mexanizmlarning muvozanatda bo'lish shartlari hamda qo'llanilishi haqida o'rgangansiz. 7-sinfda esa mazkur mexanizmlarning ishlash tamoyili chuqurroq o'rganiladi.

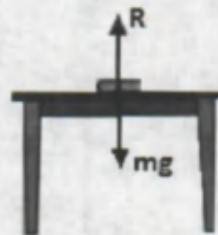
40-MAVZU

JISMLARNING MUVOZANATI

Kirish suhbatida keltirilgan stol ustidagi kitob yoki uyning shiftiga osilgan qandil misolida ularga qo'yilgan kuchlarni qaraylik (119–120-rasmlar).



119-rasm.



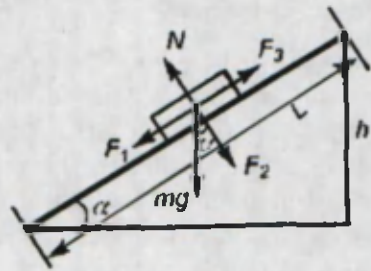
120-rasm.

Buning uchun avvalo 6-sinfda o'rganilgan jismlarning massa markazi haqidagi tushunchani eslaylik. Massa markazi deyilganda jismning barcha massasi mujassam bo'lgan xayoliy nuqta tushuniladi.

Shunga ko'ra jismga ta'sir etayotgan kuchlarni massa markaziga nisbatan olamiz. Lampochkaga pastga yo'nalgan og'irlik kuchi \vec{P} ta'sir qiladi. Natijada uni tutib turuvchi ip tarang bo'lib tortiladi. Ipda hosil bo'lgan taranglik kuch \vec{F} va og'irlik kuchi \vec{P} massa markazidan o'tuvchi to'g'ri chiziqda yotadi va yo'nalishi jihatidan qarama-qarshi bo'ladi. Bu kuchlar son qiymati jihatidan esa teng bo'ladi. Bu kuchlarni qo'shish vektorlarni qo'shish qoidasiga binoan amalga oshirilsa, natijaviy kuch nolga teng bo'ladi. Shunga ko'ra lampochka muvozanatda bo'ladi.

Stol ustida turgan kitob o'z og'irligi \vec{P} bilan stol yuzasiga ta'sir qiladi. Stolda aks ta'sir kuchi hosil bo'lib, kitobga ta'sir qiladi. Uni reaksiya kuch deb ataymiz. Kitobga ta'sir etayotgan reaksiya kuchi \vec{R} va og'irlik kuchi \vec{P} son qiymati jihatidan teng bo'lib, kitobning massa markazidan o'tuvchi to'g'ri chiziqda yotadi. Lekin qarama-qarshi yo'nalganligidan natijaviy kuch nolga teng bo'ladi. Bu holda ham kitob muvozanat holatda qoladi.

Biror bir jism qiya tekislikda muvozanatda turgan holni qaraylik (121-rasm). Bunda jismga qo'yilgan kuchlarni massa markaziga nisbatan qaraylik. Jismga avvalo og'irlik kuchi $m \cdot \vec{g}$ ta'sir qiladi. Bu kuchni \vec{F}_1 va \vec{F}_2 tashkil etuvchilarga ajrataylik. Bunda \vec{F}_1 kuch jismni qiya tekislik bo'ylab pastga sirpantirishga harakat qiladi. \vec{F}_2 kuch qiya tekislik yuzasiga beradigan bosim kuchini hosil qiladi. Bu kuch yuza tomonidan jismga reaksiya kuchi \vec{N} hosil bo'lishiga olib keladi.



121-rasm.

Jism sirpanishiga qarama-qarshi yo'nalishda ishqalanish kuchi \vec{F}_3 ta'sir qiladi.

Bu holda ham jismga ta'sir etayotgan barcha kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'ladi.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{N} + \vec{F}_3 = 0$$

Yuqoridagilardan kelib chiqib quyidagi xulosani chiqarish mumkin:

Aylanish o'qiga ega bo'lmagan jism yoki jismlar sistemasi muvozanatda qolishi uchun unga ta'sir etayotgan kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = 0$$



1. Jismlarning massa markazi deyilganda nimani tushuniladi?
2. Jismlarning massa markazi joylashgan nuqta yo'nalishida kuch ta'sir ettirilsa nima kuzatiladi?
3. Aylanish o'qiga ega bo'lmagan jismlarga ta'sir etayotgan kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa nima kuzatiladi?
4. Jismning qiya tekislikda muvozanatda turish shartini tushuntiring.



Chizg'ichning ustiga gugurt qutisini qo'yib uning bir chekkasidan sekin-ko'taring. Gugurt qutisining harakatga kelish paytida chizg'ichning stol bilan hosil qilgan burchagini aniqlashga harakat qiling.

41-MAVZU

MUVOZANAT TURLARI

Agar biror jism muvozanatda turgan bo'lsa, uni doimo shunday holatda qoladi deb bo'lmaydi. Chunki real sharoitlarda unga tashqaridan tasodifiy turtkilar berilib turiladi. Bunday turtkilardan jismlarni to'la xoli qilishning imkoni yo'q. Muhimi, shunday turtkilardan so'ng jism muvozanatda qoladimi yoki muvozanat buziladimi, shuni bilish kerak. Buning uchun tashqi turtki vositasida muvozanat vaziyatidan chetlashgan jismga ta'sir etuvchi natijaviy kuch yo'nalishini aniqlash kerak. Hosil bo'ladigan natijaviy kuch yo'nalishiga ko'ra muvozanat uch turda bo'ladi.



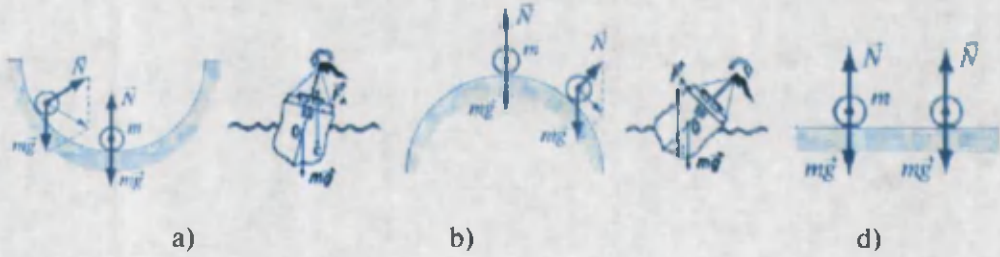
1. Turg'un muvozanat. Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda uni dastlabki vaziyatiga qaytaruvchi kuch hosil bo'ladigan muvozanatga turg'un muvozanat deyiladi (122-a rasm). Bunda yarim sfera ichiga qo'yilgan sharcha muvozanat vaziyatidan chetlashtirilganda unga ta'sir etayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi uni yana muvozanat holatiga qaytaradi.



2. Turg'unmas muvozanat. Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda, uni dastlabki vaziyatidan uzoqlashtiruvchi kuch hosil bo'ladigan muvozanatga turg'unmas muvozanat deyiladi (122-b rasm). Bunda yarim sfera ustiga qo'yilgan sharcha muvozanat vaziyatidan chetlashtirilganda unga ta'sir etayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi uni muvozanat holatidan yana-da chetlashtiradi.

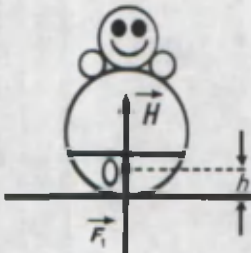


3. Farqsiz muvozanat. Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda uning holatini o'zgartiradigan hech qanday kuch hosil bo'lmasa farqsiz muvozanat deyiladi

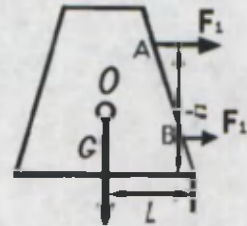
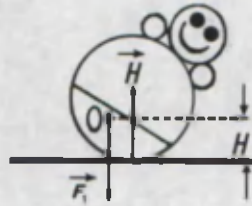


122-rasm.

(122-d rasm). Gorizontaal sirt ustiga qo'yilgan sharchaga tashqi turtki berilganda joyidan siljiydi. Lekin unga ta'sir etayotgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'ladi. 122-rasmga ko'ra jism potensial energiyasi kichik bo'ladigan holatdagi muvozanatga intiladi. Buni yotqizib qo'yilsa yana turib oladigan va ruscha nomi «Ванка-встанка» bo'lgan o'yinchoq misolida ko'rish mumkin (123-rasm). O'yinchoqni qo'l bilan qiyshaytirib qo'yib yuborilsa, u yana oldingi vertikal holatiga qaytadi. Buning sababi quyidagicha: o'yinchoq ichki qismining pastki qismiga og'ir metall yoki loy parchasi yopishtirilgan bo'lganligidan, uning massa (og'irlik) markazi O nuqtada bo'ladi. Uning o'yinchoq tegib turadigan pastki qismidan balandligi h ga teng. O'yinchoqni qo'l bilan qiyshaytirilganda O nuqta h balandlikka ko'tariladi. Bunda $H > h$ bo'ladi. O'yinchoq potensial energiyasi muvozanat holatda $W_p = mgh$ va og'dirilganda $W_p = mgH$ bo'lishi hisobga olinsa potensial energiya minimum bo'lganda muvozanat turg'un bo'lishi kelib chiqadi.



123-rasm.



124-rasm.

124-rasmda keltirilgan jismga og'irlik markazidan quyida joylashgan B nuqtaga F_1 kuch ta'sir ettirilsa ($F_1 > F_{ishq}$, F_{ishq} — ishqalanish kuchi) jism ilgariharakatga keladi. Kuch kattaligini o'zgartirmagan holda uni A nuqtaga ko'chirilsa jism qiyshaya boshlaydi. Og'irlik markazidan pastga yo'nalgan G vektor bilan jism pastki asosi konturining chetki nuqtasi orasidagi masofa l kamaya boshlaydi. Kuch ta'sir ettirish davom etsa G vektor jism asosini chegaralovchi kontur ichidan chiqadi va jism ag'dariladi.

Shunday qilib jismning turg'unligi (barqarorligi):

1. Jism og'irligiga;
2. Jism asosi yuzining kattaligiga;
3. Ag'daruvchi kuchning og'irlik markazidan qanchalik quyiga qo'yilganligiga bog'liq.

$$F_1 = \frac{mgl}{h}$$



1. Muvozanat turlariga turmush va texnikadan misollar keltiring.
2. G'ishtni yotqizilgan holatdan tik holatga o'tkazilsa uning muvozanati qanday o'zgaradi?
3. 124 -rasmdagi jismning ag'darilish shartini yozing.

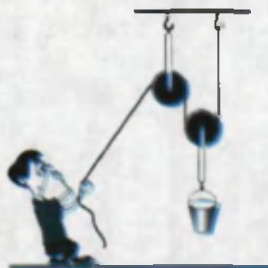
42-MAVZU

AYLANISH O'QIGA EGA BO'LGAN JISMLARNING MUVOZANATI. MOMENTLAR QOIDASI

6-sinfda Siz oddiy mexanizmlardan richag, qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas bloklar, chig'iriq va lebyodka bilan tanishgansiz. Ularning ishlashiga e'tibor berilsa barchasida aylanish o'qlari mavjud bo'ladi (125-rasm).



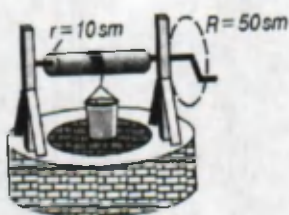
a)



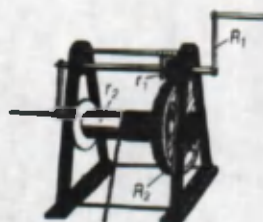
b)



d)



e)



f)

125-rasm.

Bunday jismlarning muvozanatda bo'lishi uchun ularga ta'sir etayotgan kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lishi yetarli emasligi ham aytilgan edi. Bunda kuch qo'yilgan nuqtaning aylanish o'qidan qanday uzoqlikda bo'lishiga ham bog'liq bo'ladi. Shu munosabat bilan kuch momenti tushunchasi kiritilgan edi. Mazkur masalalarni batafsilroq qaraylik.

Kuch qo'yilgan nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan eng qisqa masofa **kuch yelkasi** deb ataladi. Bunda kuch va yelka har doim o'zaro perpendikular bo'ladi.



29-lavha

Kuchning kuch yelkasiga ko'paytmasiga kuch momenti deyiladi.

$$\vec{M} = \vec{F} \cdot L$$

Kuch momenti birligi $[M] = N \cdot m$.

Jism kuch momenti ta'sirida aylanish o'qi atrofida buriladi. Bunda jismga ta'sir etayotgan kuch momenti juft kuch ta'siriga o'xshash bo'ladi. **Juft kuch** deyilganda yo'nalishi qarama-qarshi, lekin bir o'qda yotmaydigan kuchlar tushuniladi.

Bunga misol tariqasida avtomobil rulining burilishini keltirish mumkin (126-rasm). Rulning aylanish o'qi o'rtasida bo'lib, unga juft F_1 kuchlar ta'sir etadi.

Natijaviy kuch momenti rulni bir tomonga burovchi momentlarni o'zaro qo'shib topiladi.

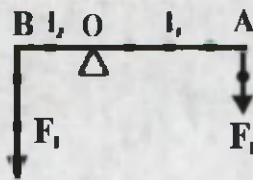
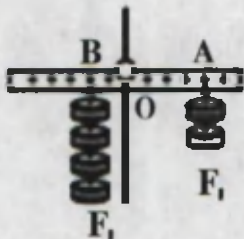


Kuch momenti jufti = $F_1 \cdot d$

126-rasm.

$$M = F_1 \cdot \frac{d}{2} + F_2 \cdot \frac{d}{2} = F_1 d$$

Agar aylanish o'qiga ega bo'lgan jismga bir nechta kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsa, bu kuchlarning momentlarini o'zaro qo'shish orqali natijaviy moment topiladi. Bunda jismni soat strelkasi yo'nalishida aylantiruvchi kuch momentlarini musbat ishorada, soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda aylantiruvchi kuch momentlarini manfiy ishorada olinadi.



127-rasm.

127-rasmda masshtabli chizg'ichning O nuqtasidan shtativga osilib, undan turli uzoqlikda qo'yilgan yuklar keltirilgan. Bunda A nuqtaga osilgan yuklar og'irligi F_1 ga, aylanish o'qidan uzoqligi l_1 ga teng bo'lib, chizg'ichni soat strelkasi yo'nalishida harakatlantiruvchi momentni hosil qiladi. B nuqtaga osilgan yuklar og'irligi F_2 ga, aylanish o'qidan uzoqligi l_2 ga teng bo'lib, chizg'ichni soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda aylantiruvchi kuch momenti hosil qiladi. Natijaviy kuch momentini topish uchun jismga ta'sir etuvchi kuch momentlarining ishorasini hisobga olib qo'shamiz:

$$M = F_1 l_1 + (- F_2 l_2) = F_1 l_1 - F_2 l_2$$

Bundan ko'rinadiki, jism muvozanatda qolishi uchun $M = 0$ bo'lishi kerak. Shunga ko'ra aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlarning muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi (30-lavha):

30-lavha

Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismga ta'sir etayotgan kuch momentlarining vektor yig'indisi nolga teng bo'lganda jism muvozanatda qoladi:

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \dots + \vec{M}_n = 0.$$

Bu qoida Arximed tomonidan topilgan bo'lib, **momentlar qoidasi** deb yuritiladi.



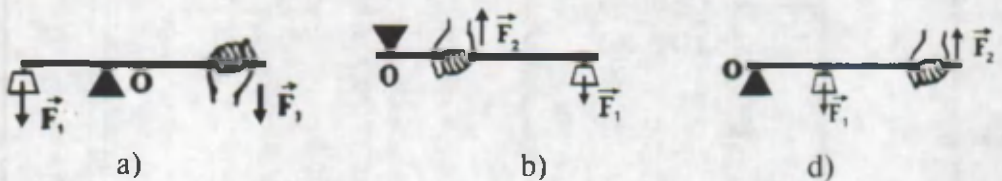
1. Juft kuchlar ta'sirida jism qanday harakatda bo'ladi?
2. Jismga ta'sir etuvchi kuch momentlari qanday qoida asosida qo'shiladi?
3. Kuch yelkasi qanday aniqlanadi?
4. Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismning muvozanatiga doir misollar keltiring.

43-MAVZU

**MOMENTLAR QOIDASIGA ASOSLANIB
ISHLAYDIGAN ODDIY MEXANIZMLAR**

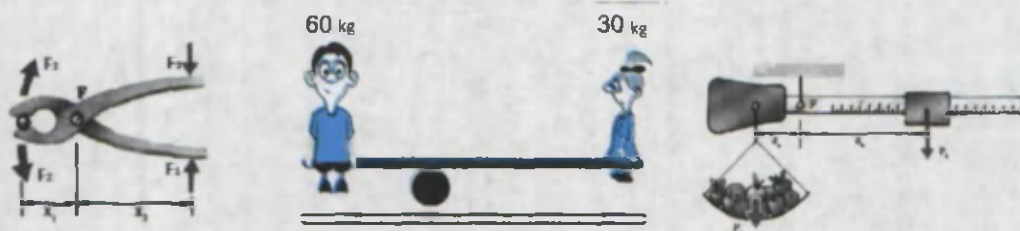
Oddiy mexanizmlardan richag, qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan bloklar, chig'iriq, vint(domkrat)larning ishlash tamoyili momentlar qoidasiga asoslanganidir.

Richag. Amaliyotda richagning uch turi ishlatiladi (128-rasm).



128-rasm.

Ikki yelkali richagda (128-a rasm) tayanch richagning kuchlar qo'yilgan nuqtalari oralig'ida bo'ladi. Ularda kuchlar bir tomonga yo'nalgan bo'lib, muvozanat sharti $F_1 l_1 = F_2 l_2$ bo'ladi. Bunda O – tayanch nuqtasi; F_1 – yuk og'irligi; F_2 – tutib turuvchi kuch. Qaychi, arg'imchoq, shayinli tarozi ularga misol bo'la oladi (129-rasm).



129-rasm.

Bir yelkali richagda (128-b rasm) tayanch richagning bir uchiga joylashtirilgan bo'lib, yukni richagning ikkinchi uchiga qo'yiladi. Tutib turuvchi kuchni tayanch va yuk qo'yilgan nuqtalar oralig'iga joylashtiriladi. Ularda kuchlar antiparallel yo'nalgan bo'ladi. Inson qo'li, yong'oq chaqadigan qisqich ularga misol bo'la oladi (130-rasm).



130-rasm.

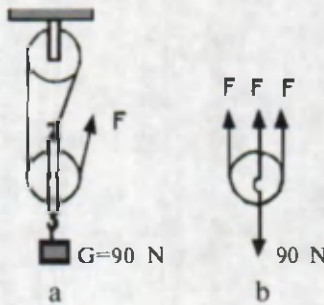
Richagning uchinchi turida (128-d rasm) tayanch richagning bir uchiga joylashtirilgan bo'lib, yukni tayanch va tutib turuvchi kuch qo'yilgan nuqtalar oralig'iga qo'yiladi. Ularda ham kuchlar antiparallel yo'nalgan bo'ladi. Zambilg'altak, otashkurak ularga misol bo'la oladi (131-rasm).



131-rasm.



Bloklar. Turmush va texnikada bloklardan foydalanishda qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan bloklar majmuasidan foydalaniladi. Majmuada bloklarning o'zaro ulanish usuliga ko'ra **darajali polispast** va **differensial bloklar** hosil qilinadi.



132-rasm.



133-rasm.



134-rasm.

132- va 133-rasmlarda mana shunday darajali polispastlar keltirilgan. Darajali polispastda osilgan yuk og'irligi bloklarga o'ralgan arqonlarga taqsimlanadi. Shunga ko'ra polispastda nechta blok ishtirok etsa, yukni ko'tarish uchun kerak bo'ladigan kuch shuncha marta kam bo'ladi.

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



Differensial bloklarda arqon uchi yopiq sirtmoqni tashkil etadi (134-rasm). Differensial blokdagi qo'zg'almaydigan katta blok radiusini R , qo'zg'almaydigan kichik blok radiusini r , yuk og'irligini F_2 va tutib turuvchi kuchni F_1 bilan belgilansa, muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

$$F_1 = F_2 \frac{R-r}{2R}$$

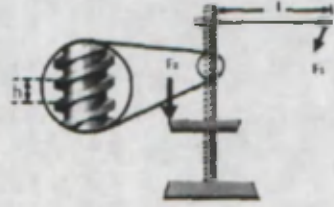


Vint (domkrat). Uning umumiy ko'rinishi 135-rasmda keltirilgan. Unda l uzunlikdagi dastakni F_1 kuch ta'sirida buralganda vint pastki platforma ichidan buralib chiqa boshlaydi. Platforma uchiga yuk qo'yilganda unga F_2 kuch ta'sir qiladi. Bu kuchlarning nisbati

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{2\pi l}{h}$$
 orqali ifodalanadi.

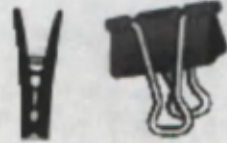
Bunda h — rezba qadami deyiladi. Dastak bir marta burilganda, yuk h balandlikka ko'tariladi. Vintli qurilmalarni sizlar maktab duradgorchilik

ustaxonasidagi dastgohning taxtani mahkamlovchi qismida hamda mashina balonini almashtirish paytida uni ko'taruvchi domkratlarda ko'rgansiz. Uydagi go'sht maydalagichda ham kuch vint orqali kuchaytiriladi.



135-rasm.

1. Rasmdagi qistirgichdagi ta'sir etuvchi kuchlarni va ularning yelkalarini ko'rsating.
2. Domkratda nimaning hisobiga kuchdan yutuqqa erishiladi?
3. Polispastda ko'chmas bloklar soni ortib borsa, uning kuchni orttirib berish kattaligi qanday o'zgaradi?



1. Uyingizda ishlatiladigan qaychi, ombir, kir qistirgich va shu kabi asboblarning kuch yelkalarini aniqlang.

2. Bankalar og'ziga yopiladigan yelim qopqoq yoki baklashkani qirqib, cho'p va iplar vositasida teng yelkali tarozi yasab ko'ring.



44-MAVZU

LABORATORIYA ISHI

JISMLARNING OG'IRLIK MARKAZINI ANIQLASH

To'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan (doira, kvadrat, to'rtburchak, shar kabi) jismlarning og'irlik markazi shu jismlarning geometrik markazlari bilan ustma-ust tushadi. Ixtiyoriy shaklga ega bo'lgan jismlarning og'irlik markazlarini topish uchun amaliyotda ikki usuldan foydalanish mumkin.

Birinchi usulda jismni igna uchiga yoki uchburchakli prizma ustiga qo'yib uning muvozanatda bo'lishiga erishiladi (136-rasm).

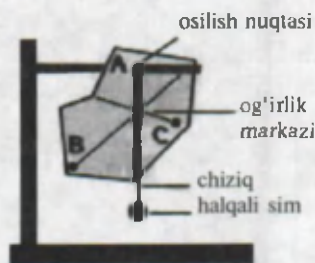
Ikkinchi usulda jismni ikki nuqtasidan osib topiladi (137-rasm). Dastlab jismni A nuqtasidan osilganda og'irlik kuchi yo'nalishi chizib olinadi. So'ngra B yoki C nuqtasidan osib og'irlik kuchi yo'nalishi chizib olinadi. Jismning og'irlik markazi shu chiziqlar kesishgan nuqtada bo'ladi.

Kerakli asboblari. 1. Uchburchak, to'rtburchak, doira va ixtiyoriy shaklga ega bo'lgan karton qog'oz yoki plastmassa bo'laklari. 2. Shtativ, qisqichlari bilan. 3. Uchida halqasi bo'lgan ingichka sim bo'ladi. 4. Mix.

Ishni bajarish. 1. Karton qog'ozdan teng yonli, teng tomonli va ixtiyoriy tomonli uchburchak shakllari qirqib olinadi. Ulardan medianalar o'tkaziladi. Medianalar kesishgan joyda kichik teshik ochiladi. Mediana chiziqlaridan biridagi ixtiyoriy nuqtadan ham teshik ochiladi. To'rtburchak shaklidagi kartonda diagonallari kesishgan nuqtada va ixtiyoriy ikki nuqtasida teshik ochiladi. Ixtiyoriy shakldagi karton bo'lagida ham uchta teshik ochiladi. Doira shaklidagi kartonda esa markazidan tirqish ochiladi.



136-rasm.



137-rasm.

2. Shtativ qisqichiga mixni o'rnatib, unga dastlab doira shaklidagi karton tirgishdan osiladi. Doirani mix atrofida burib uning farqsiz muvozanati kuzatiladi. Bundan doiraning og'irlik markazi uning geometrik markazi bilan ustma-ust tushishiga e'tibor beriladi.

3. Uchburchak shaklidagi karton medianalari kesishgan nuqtasidan osiladi. Karton bilan birga ingichga simni halqasidan osiladi. Bu sim og'irlik kuchi yo'nalishini ko'rsatib turadi. Kartonni mix atrofida burib uning muvozanati kuzatiladi. Mixga kartonni boshqa nuqtalaridan osib, muvozanati kuzatiladi va og'irlik markazi aniqlanadi.

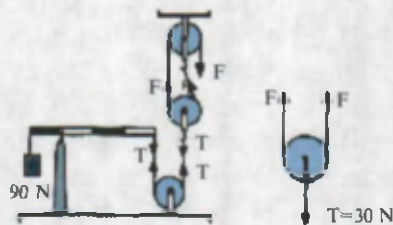
4. Mixga ixtiyoriy shakldagi jismlar osiladi va 137-rasmda keltirilgan usulda og'irlik markazi topiladi.

Masala yechish namunasi

1. Rasmda og'irligi 90 N bo'lgan yuk richagning bir tomoniga osilib, ikkinchi tomondan bloklar tizimi vositasida muvozanatga keltirilganligi ko'rsatilgan. Polispastning ikkinchi uchiga qo'yilgan F kuchni toping.

Y e c h i l i s h i.

Dastlab richagning ikkinchi uchiga qo'yilgan T ipning tarangligini topamiz. Richagning muvozanat shartiga ko'ra



138-rasm.

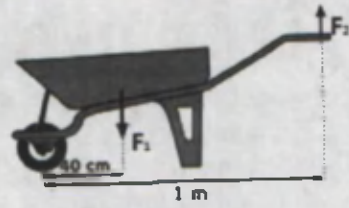
$$P \cdot l = T \cdot 3 \text{ dan } T = \frac{P}{3} = \frac{90}{3} = 30 \text{ N.}$$

Bu kuch qo'zg'almas blokda yo'nalishi o'zgarib polispastga uzatiladi.

Polispastning pastki blokidagi iplarda T kuch ikkita $F = \frac{30}{2} \text{ N} = 15 \text{ N}$

bo'laklarga ajraladi. Polispastning yuqorigi bloki qo'zg'almas bo'lganligidan u faqat yo'nalishni o'zgartirib beradi. Demak, muvozanat saqlanishi uchun qo'yilishi kerak bo'ladigan kuch $F = 15 \text{ N}$.

2. Zambilg'altakning uzunligi 1 m bo'lib, massasi (g'ildiraklarini hisobga olmaganda) 10 kg ga teng. Zambilg'altakka 40 kg yuk ortilgan. Agar g'ildirak va yuk orasidagi masofa 40 sm bo'lsa uni qanday kuch bilan ko'tarish mumkin?



139-rasm.

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$m_1 = 10 \text{ kg}$	$F_2 L_2 = F_1 L_1$	$F_2 = (10 \text{ kg} + 40 \text{ kg}) \cdot \frac{0,4 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 50 \text{ kg} \cdot 0,4 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200 \text{ N}.$
$m_2 = 40 \text{ kg}$	$F_2 = F_1 \frac{L_1}{L_2} = (m_1 + m_2)g \frac{L_1}{L_2}$	
$L_1 = 1 \text{ m}$		
$L_2 = 0,4 \text{ m}$		
Topish kerak: $F_2 = ?$		Javob: 200 N.

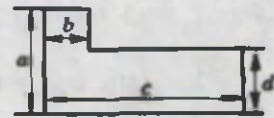
8-mashq.

1. Og'irligi 100 N bo'lgan yukni 20 N kuch vositasida muvozanatda ushlab turish uchun kuchni richagning uzun yelkasiga qo'yish kerakmi yoki qisqa yelkasiga? Bunda richag kuchdan qancha yutuq beradi?

2. Domkrat yordamida massasi 1500 kg bo'lgan avtomobilni ko'tarish kerak. Bunda foydalaniladigan vint qadami 4 sm ga teng. Domkratni burovchi sterjen uzunligi 0,5 m bo'lsa, uni burovchi kuchni toping. (Javob: 19,1 kN.)

3. Nima sababdan eshik tutqichlarini uning o'rta qismiga emas, balki chekkasiga qo'yiladi?

4. Uzunligi 25 sm bo'lgan richagning bir uchiga 80 N, ikkinchi uchiga 400 N kuch ta'sir qiladi. Ikkinchi kuch qo'yilgan nuqta richagning aylanish o'qidan qanday masofada bo'lishi kerak? (Javob: 4,17 sm.)



140-rasm.

5. Bir jinsli sterjen uchidan qanday uzunlikdagi qismi qirqib olinsa uning og'irlik markazi 10 sm ga siljiydi? (Javob: 20 sm.)

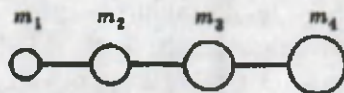
6. Qalam va chizg'ich yordamida 140-rasmda keltirilgan yassi jismning og'irlik markazini aniqlang.

7. Bir xil hajmga ega bo'lgan aluminiy va ruxdan yasalgan sharlar tegish nuqtasida bir-biriga mahkamlangan. Sharlarning og'irlik markazini aniqlang. (Javob: rux shar markazidan 0,55 R masofada.)

8. 141-rasmda keltirilgan sistemaning og'irlik markazini aniqlang. Sterjen uzunligi $l = 1 \text{ m}$, sterjen massasi $m = 1 \text{ kg}$. Sharlar orasidagi masofa bir xil. Sharlar massalari $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, $m_3 = 4 \text{ kg}$, $m_4 = 5 \text{ kg}$.

(Javob: $m_2 l/6 + m_4 l/2 - m_1 l/2 - m_3 l/6$.)

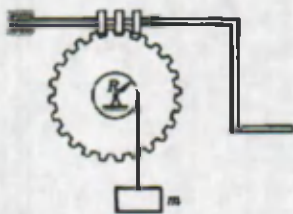
9. Devor yonida turgan odam o'ng oyog'i va o'ng yelkasi bilan devorga suyanib turibdi. Bu paytda u chap oyog'ini ko'tarsa muvozanatini saqlay oladimi?



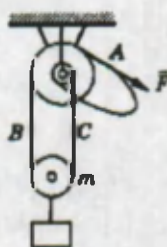
141-rasm.

10. m massali yuk tishli g'ildirakli mexanizm vositasida ko'tarilmoqda (142-rasm). Tishli g'ildirakdagi tishlar soni 30 ta. G'ildirak bilan bir o'qqa mahkamlangan val radiusi R ga teng. Qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti 80%. Yukni ko'tarish uchun dastakka qo'yiladigan kuch momentini aniqlang. (Javob: $mgR/24$.)

11. 143-rasmda differensial blok keltirilgan. Undagi yuqori blok radiuslari $R = 30$ sm va $r = 10$ sm. $m = 60$ kg massali yuk muvozanatda qolishi uchun unga qanday F kuch qo'yilishi kerak? (Javob: 200 N.)



142-rasm.

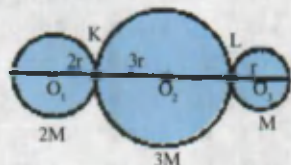


143-rasm.

III BOBNI YAKUNLASH YUZASIDAN TEST SAVOLLARI

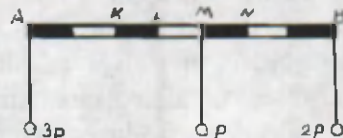
1. Massalari $2M$, $3M$ va M bo'lgan doira shaklidagi jismlar rasmda ko'rsatilganidek o'rnatilgan. Ularning og'irlik markazi qaysi nuqtada joylashgan?

- A) KL nuqtalar orasida;
- B) L nuqtasida;
- C) M nuqtasida;
- D) LM nuqtalar orasida.



2. Tayanchni qaysi nuqtaga qo'yilsa, sistema muvozanatda qoladi?

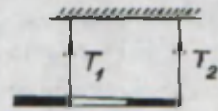
- A) KL nuqtalar oralig'iga;
- B) L nuqtasiga;
- C) M nuqtasiga;
- D) LM nuqtalar oralig'iga.



3. Sterjen og'irligi 200 N ga teng. Iplardagi T_1 va T_2 taranglik kuchlarini (N larda) toping.

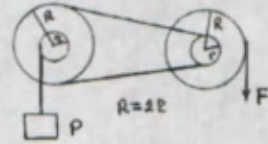
- A) $T_1 = 100, T_2 = 100;$
 C) $T_1 = 120, T_2 = 80;$

- B) $T_1 = 50, T_2 = 150;$
 D) $T_1 = 150, T_2 = 50.$



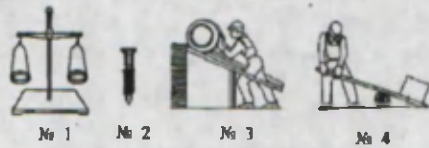
4. Rasmda keltirilgan sistema muvozanatda turibdi. F kuch R ning qancha qismiga teng?

- A) 1/2; B) 1/4; C) 1/8; D) 2.



5. Quyidagilardan qaysi birida richag ishlatilgan?

- A) № 1 va № 4; B) № 1 va № 2;
 C) № 3 va № 4; D) № 2 va № 4.

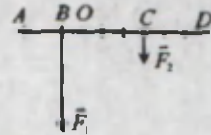


6. Kuch yelkasi – bu...

- A) richag uzunligi;
 B) richagning aylanish o'qidan oxirigacha bo'lgan masofa;
 C) kuch vektori yo'nalishidan aylanish o'qigacha bo'lgan eng qisqa masofa;
 D) richakka ta'sir etuvchi juft kuchlar orasidagi eng qisqa masofa.

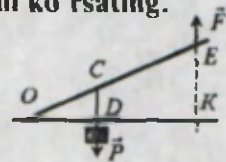
7. Rasmda richakka ta'sir etuvchi \vec{F}_1 va \vec{F}_2 kuchlar keltirilgan. \vec{F}_1 va \vec{F}_2 kuchlarning yelkalarini ko'rsating.

- A) OA, OD; B) BD, CA;
 C) AB, CD; D) OB, OC.



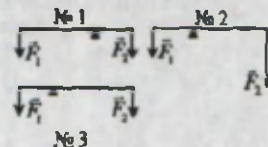
8. Richakka ta'sir etuvchi \vec{P} va \vec{F} kuchlarning yelkalarini ko'rsating.

- A) OC, OE;
 B) CD, EK;
 C) OD, DK;
 D) OD, OK.



9. Rasmda keltirilgan richaglardan qaysi biri muvozanatda bo'ladi?

- A) faqat 1;
 B) faqat 2;
 C) faqat 3;
 D) faqat 1 va 3.



10. Polispast ikkita qo'zg'almas va bitta qo'zgaluvchan blokdan tashkil topgan. Qo'zg'aluvchan blok massasi 3 kg bo'lib, unga massasi 9 kg bo'lgan yuk osilgan. Sistema muvozanatda qolishi uchun arqon uchiga qanday F kuch qo'yilishi kerak?

- A) 40 N;
- B) 45 N;
- C) 50 N;
- D) 60 N.



11. Domkratning ko'tarish kuchi formulasini ko'rsating.

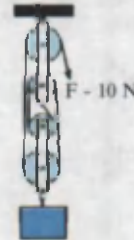
- A) $F = \frac{P}{n}$;
- B) $F_1 = F_2 \frac{R-r}{2R}$;
- C) $F_2 = F_1 \frac{2\pi l}{h}$;
- D) $F_1 = F_2 \frac{l_2}{l_1}$.

12. Kuch momenti qanday birlikda o'lchanadi?

- A) Nyuton · metr (N · m);
- B) Joul (J);
- C) Vatt · sekund (W · s);
- D) Joul/sekund (J/s).

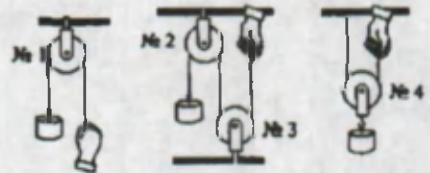
13. Rasmda keltirilgan polispast yordamida qanday og'irlikdagi yukni ko'tarish mumkin?

- A) 10 N;
- B) 20 N;
- C) 30 N;
- D) 40 N.



14. Rasmda keltirilgan bloklardan qaysi birlari qo'zg'almas?

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



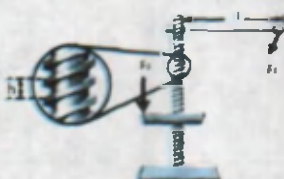


15. Differensial bloklarda ko'tarish kuchi formulasini ko'rsating.

- A) $F = \frac{P}{n}$;
- B) $F_1 = F_2 \frac{R-r}{2R}$;
- C) $F_2 = F_1 \frac{2\pi l}{h}$;
- D) $F_1 = F_2 \frac{l_2}{l_1}$.

YAKUNIY SUHBAT

Massa markazi	Jismning barcha massasi mujassam bo'lgan xayoliy nuqta.
Aylanish o'qiga ega bo'lmagan jism yoki jismlar sistemasining muvozanatda qolishi	Aylanish o'qiga ega bo'lmagan jism yoki jismlar sistemasini muvozanatda qolishi uchun unga ta'sir etayotgan kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = 0$
Turg'un muvozanat	Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda, uni dastlabki vaziyatiga qaytaruvchi kuch hosil bo'ladigan muvozanat.
Turg'unmas muvozanat	Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda uni dastlabki vaziyatidan uzoqlashtiruvchi kuch hosil bo'ladigan muvozanat.
Farqsiz muvozanat	Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda, uning holatini o'zgartiradigan hech qanday kuch hosil bo'lmaydigan muvozanat.
Jismning eng turg'un muvozanatda bo'lish sharti	Jismning potensial energiyasi minimum qiymatga ega bo'lganda uning muvozanati eng turg'un bo'ladi.
Kuch yelkasi	Kuch qo'yilgan nuqtadan aylanish o'qigacha bo'lgan eng qisqa masofa.
Kuch momenti	Kuchning kuch yelkasiga ko'paytmasi. $\vec{M} = \vec{F} \cdot L. \text{ Birliqi } [M] = N \cdot m.$
Juft kuch	Yo'nalishi qarama-qarshi, lekin bir o'qda yotmaydigan kuchlar.
Kuch momentlari ishorasi	Jismni soat strelkasi yo'nalishida aylantiruvchi kuch momentlarini musbat ishorada, soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda aylantiruvchi kuch momentlarini manfiy ishorada olinadi.
Momentlar qoidasi	Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismga ta'sir etayotgan kuch momentlarining vektor yig'indisi nolga teng bo'lganda jism muvozanatda qoladi. $\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \dots + \vec{M}_n = 0.$
Ikki yelkali richag	Tayanch richagning kuchlar qo'yilgan nuqtalari oralig'ida bo'ladi. Ularda kuchlar bir tomonga yo'nalgan bo'lib, muvozanat sharti $F_1 L_1 = F_2 L_2$ bo'ladi. Bunda O – tayanch nuqtasi; F_1 – yuk og'irligi; F_2 – tutib turuvchi kuch.

<p>Bir yelkali richag</p>	<p>Tayanch richagning bir uchiga joylashtirilgan bo'lib, yukni richagning ikkinchi uchiga qo'yiladi. Tutib turuvchi kuchni tayanch va yuk qo'yilgan nuqtalar oralig'iga joylashtiriladi. Ularda kuchlar antiparallel yo'nalgan bo'ladi.</p>
<p>Uchinchi tur richag</p>	<p>Tayanch richagning bir uchiga joylashtirilgan bo'lib, yukni tayanch va tutib turuvchi kuch qo'yilgan nuqtalar oralig'iga qo'yiladi. Kuchlar antiparallel yo'nalgan bo'ladi.</p>
<p>Darajali polispast</p>	<p>Darajali polispastda osilgan yuk og'irligi bloklarga o'ralgan arqonlarga taqsimlanadi. Polispastda nechta blok ishtirok etsa, yukni ko'tarish uchun kerak bo'ladigan kuch shuncha marta kam bo'ladi.</p> $F = \frac{P}{n}$ 
<p>Differensial blok</p>	<p>Arqon uchi yopiq sirtmoqni tashkil etadi. Differensial blokning muvozanat sharti</p> $F_1 = F_2 \frac{R-r}{2R}$ <p>R –qo'zg'almaydigan katta blok radiusi; r –qo'zg'almaydigan kichik blok radiusi , F_2 –yuk og'irligi; F_1 – tutib turuvchi kuch.</p> 
<p>Vint (domkrat)</p>	<p>Unda l uzunlikdagi dastakni F_1 kuch ta'sirida buralganda, vint pastki platforma ichidan buralib chiqa boshlaydi. Platforma uchiga yuk qo'yilganda unga F_2 kuch ta'sir qiladi.</p> <p>Bu kuchlarning nisbati $\frac{F_2}{F_1} = \frac{2\pi l}{h}$</p> <p>orqali ifodalanadi. Bunda h –rezba qadami.</p> 

IV BOB

SAQLANISH QONUNLARI

Bu bobda Siz:

- Impuls va uning saqlanish qonuni;
- reaktiv harakat haqida tushuncha;
- mexanik ish va uning qo'llanilishi;
- potensial va kinetik energiya hamda ularning bir-biriga aylanishi;
- saqlanish qonunlarining qo'llanishi haqidagi tushunchalar bilan tanishasiz.



KIRISH SUHBATI

Siz oldingi mavzularda jismlarning harakatlanish qonunlari, ularning sabablari bilan tanishdingiz. Bunda jismning ba'zi fizik parametrlari mexanik jarayonlar davrida o'zgarishini ham ko'rdik. Masalan, jismning tezligi, tezlânishi va h. k. Lekin shunday bir fizik kattaliklar bo'ladiki, ularning qiymati o'zgarmasdan qoladi. Masalan, jismning yoki jismlar sistemasining massasi to'g'risida fikr yuritadigan bo'lsak, ular uchun saqlanish qonuni o'rinli bo'ladi deyiladi. Kimyo kursida ham bir nechta modda o'zaro reaksiyaga kirishib, boshqa moddalar hosil qilsa-da, reaksiyadan oldingi moddalar massasi reaksiyadan keyingi moddalar massasiga teng bo'lishi kelib chiqadi. Bu qonuniyat fanga massalarning saqlanish qonuni bo'lib kirgan. Shuningdek, bu bobda muhim fizik kattaliklardan jism va jismlar impulsi, ularning energiyalari ham saqlanish qonuniga rioya qilishini o'rganamiz. Bu qonunlar yordamida kinematika va dinamikaning ko'pgina masalalari osongina yechilishini o'rganasiz. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni ochilgunga qadar juda ko'p olimlar, ixtirochilar abadiy, ya'ni hech qanday energiya sarflamasdan, doimiy ravishda ishlab turadigan dvigatelni yaratishga urinib kelganlar. Lekin bu urinishlarning barchasi samarasiz bo'ldi. Chunki bunday dvigatelning ishlash prinsipi energiyaning saqlanish va aylanish qonuniga zid edi. Bu qonun ochilganidan so'ng butun dunyoda abadiy, dvigatel bilan bog'liq ixtirolarni qabul qilish to'xtatiladi.

Keyinchalik bu qonun faqatgina mexanik energiya uchun emas, balki boshqa issiqlik, elektr, yorug'lik va h. k. energiyalar uchun ham o'rinli bo'lishi isbotlandi.

Shu sababli saqlanish qonunlari – fundamental qonunlar sirasiga kiradi.

45-MAVZU

IMPULS. KUCH IMPULSI

Kichkina bir toshchani olib, uni deraza oynasi tomon chertib yuboraylik. Toshcha oynaga tegib ovoz chiqaradi. Endi shu toshchani olib, roqatkaga solib otsak nima bo'ladi? Nima bo'lishi o'zingizga ravshan. Demak, jismning ta'siri uning qanday tezlik bilan urilishiga bog'liq. Kichkina toshcha o'rniga katta toshni bexosdan haligi oynaga tushirib yuborsak, nima bo'ladi? Oqibati ma'lum. Bundan jismning ta'siri faqat uning tezligiga emas, balki uning massasiga ham bog'liq bo'lishi kelib chiqadi. Shunday qilib, ikkala sababni birlashtirsak jismlarning o'zaro ta'siri ularning massasiga va harakatlanish tezligiga bog'liq bo'ladi.

31-lavha

Jism massasining jismning harakatlanish tezligiga ko'paytmasiga teng bo'lgan vektor fizik kattalikka *jismning impuls* deyiladi.

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

SI birliklar tizimida jism impulsining birligi – bir sekunda to'g'ri kelgan kilogramm-metr ($1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$):

$$[p] = [m] \cdot [v] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



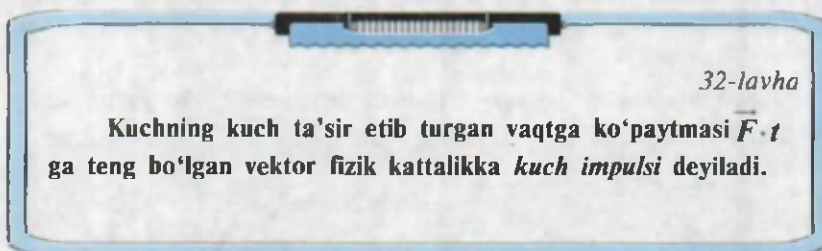
Jism impulsining yo'nalishi uning tezligi yo'nalishi bilan mos tushadi. Impuls so'zi (lot. – *impulsus*) lotinchadan tarjima qilinsa «turtki» ma'nosini bildiradi. Impuls tushunchasini fanga fransuz olimi Rene Dekart (1596–1650) kiritgan. U faqat bu kattalikni «*harakat miqdori*» deb atagan. «Impuls» atamasi keyinchalik paydo bo'ldi.

6-sinfdan sizga ma'lumki, kuchning ta'siri faqatgina uning kattaligiga bog'liq bo'lmasdan, balki qo'yilish nuqtasiga va yo'nalishiga ham bog'liq. Masalan, eshik dastasiga oz miqdorda kuch bilan ta'sir etib uni ochish mumkin. Lekin, shuncha miqdordagi kuchni deraza oshiq-moshig'i yoniga qo'yilsa uni ocholmasligi ham mumkin.

Tajribalar va kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, kuch ta'siri kuchning kattaligidan tashqari uning ta'sir etish vaqtiga ham bog'liq ekan. Shunday tajribani o'tkazaylik. Shtativga biror bir yukni ip vositasida ilaylik. Yukning pastki qismiga xuddi shunday ipni bog'laylik. Pastki ipni sekin tortsak ustki ip uzilib ketadi. Kuch kattaligini o'zgartirmagan holda siltab tortsak, pastkisi uzilib ketadi (144-rasm).



144-rasm.



32-lavha

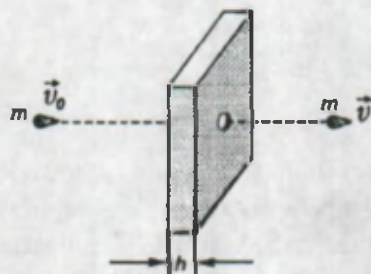
Kuchning kuch ta'sir etib turgan vaqtga ko'paytmasi $\vec{F} \cdot t$ ga teng bo'lgan vektor fizik kattalikka *kuch impuls* deyiladi.

SI birliklar tizimida kuch impulsining birligi nyuton-sekund (1 N·s):

$$[F \cdot t] = 1 \text{ N} \cdot \text{s}$$

Kuch impulsining yo'nalishi kuch vektorining yo'nalishi bilan mos tushadi.

Kuch impulsini bilan jism impulsini orasidagi bog'lanishni aniqlaylik. Aytaylik, m massali o'q \vec{v}_0 tezlik bilan uchib kelib taxtachaga uriladi va taxtachani teshib, undan \vec{v} tezlik bilan chiqib ketadi (145-rasm). O'qning taxtachaning h qalinligidan o'tishi uchun kerak bo'ladigan t vaqtida tezligi \vec{v}_0 dan \vec{v} gacha kamayadi.



145-rasm.

Jism tezligining kamayishi tufayli hosil bo'lgan tezlanish uchun Nyutonning ikkinchi qonunini yozaylik:

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

Bu formulaga tezlanishning $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ ifodasini qo'ysak,

$$\vec{F} = m \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad \text{yoki} \quad \vec{F} \cdot t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$$

Tenglikning chap tomonida kuch impulsini, ikkinchi tomonida esa jism impulsini o'zgarishi turibdi. Shunday qilib, **jism impulsining o'zgarishi kuch impulsiga teng.**

$$\vec{F} \cdot t = \Delta(m\vec{v})$$

Kuch impulsining ahamiyati juda katta.

Masalan, bir xil o'qni stvoli uzun va stvoli kalta miltiqqa solib otib ko'rsak, uzun stvolli miltiqning o'qi uzoqqa boradi. Bunda o'qdagi porox yonganda hosil bo'lgan gazlarning ta'sir kuchlari bir xil bo'lsa-da, ta'sir etib turish vaqti

turlicha bo'ladi. Shunga ko'ra o'qning stvol uchidan uchib chiqish tezligi katta bo'ladi.

Tog'dan sekin oqib chiqayotgan buloq suvi kichik nov orqali birorta tosh yuzasiga tushadigan bo'lib qolsa, ko'p yillardan so'ng toshning suv tushadigan qismi o'yilib qolganligini ko'rgan odamlar bor. Shuningdek, yer ostida kam miqdorda, lekin uzoq muddat oqib turgan jilg'alar ham ayrim joylarda tuproqni yuvib, katta g'orlar hosil qilgan.

Demak, bularning barchasining sababchisi kuch ta'sir etib turgan vaqtning ko'pligidir.

Masala yechish namunasi

1. Massasi 0,05 kg bo'lgan loy parchasi tomning chetidan uzilib yerga tushdi. Bunda uning urilish tezligi 4 m/s ga teng bo'ldi. Loy parchasining yerga ko'rsatgan kuch impulsini nimaga teng?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$m = 0,05 \text{ kg}$	$Ft = m \vartheta_0 - m \vartheta$	$F \cdot t = m \cdot 0 - m \cdot \vartheta = - m \cdot \vartheta$
$\vartheta = 4 \text{ m/s}$		$Ft = - 0,05 \text{ kg} \cdot 4 \text{ m/s} =$
$\vartheta_0 = 0$		$= - 0,2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
Topish kerak:		Javob: $F \cdot t = - 0,2 \text{ N} \cdot \text{s}$.
$F \cdot t = ?$		

1. Kuch impuls birligi $N \cdot s$ ning impuls o'zgarishi birligi $kg \cdot m/s$ ga tengligini ko'rsating.
2. Kuch impuls deganda nimani tushunamiz?
3. Impuls o'zgarishi qanday fizik kattalik?
4. Yuk avtomobilining massasi 10 t, tezligi 36 km/soat. Uning impulsini toping.

?

46. 46-MAVZU

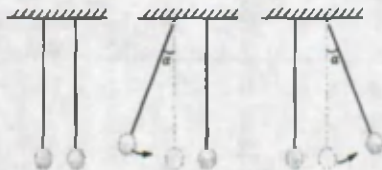
IMPULSNING SAQLANISH QONUNI

Harakatlanayotgan ikkita jism to'qnashganda ularning impulslari o'zgaradi. Quyidagi tajriba vositasida bunga to'liq ishonch hosil qilish mumkin (146-rasm).

146-rasmda massalari teng va ipga osib qo'yilganda bir-biriga tegib turadigan sharchalar ko'rsatilgan. Agar chapdagi sharchani muvozanat vaziyatidan biror α burchakka og'dirib qo'yib yuborilsa, oldingi holati tomon harakatlanadi va ikkinchi sharchaga uriladi. Shunda ikkinchi shar harakatga kelib, o'ng tomonga, ya'ni α burchakka og'adi. Bunda birinchi shar joyida qoladi.

Bundan ko'rinadiki, birinchi shar impulsini to'qnashishdan so'ng ikkinchisiga o'tadi. Agarda ikkita yoki bir necha jismlar faqat o'zaro ta'sirlashayotgan bo'lsa, bu jismlar **yopiq sistemani** hosil qiladi.

Yopiq sistemaga kirgan birorta jismning impulsi qanchaga kamaysa, boshqasini shunchaga ortadi. Buni quyidagi misolda ko'ramiz:



146-rasm.



147-rasm.

Tekis silliq yuzada bir yo'nalishda \bar{v}_1 va \bar{v}_2 tezliklar bilan harakatlanayotgan m_1 va m_2 massali sharlarni olib qaraylik (147-rasm). Birinchi sharning \bar{v}_1 tezligi ikkinchi sharning \bar{v}_2 tezligidan katta bo'lganligi sababli uni quvib yetadi va to'qnashadi. To'qnashishni absolut elastik deb olaylik. Shundan so'ng ular \bar{v}_1' va \bar{v}_2' tezliklar bilan harakatini davom ettiradi. Sharlar to'qnashganda bir-biriga $\bar{F}_{1,2}$ va $\bar{F}_{2,1}$ kuchlar bilan ta'sir qiladi. Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra:

$$\bar{F}_{1,2} = -\bar{F}_{2,1}$$

Bu kuchlar ta'sirida har bir sharcha Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra tezlanish oladi, ya'ni:

$$\bar{F}_{1,2} = m_2 a_2 \text{ va } \bar{F}_{2,1} = m_1 a_1 \text{ bo'ladi.}$$

Tezlanishlarni tezliklar o'zgarishi va to'qnashish vaqti orqali ifodalaymiz:

$$a_1 = \frac{\bar{v}_1' - \bar{v}_1}{t}; \quad a_2 = \frac{\bar{v}_2' - \bar{v}_2}{t}$$

Nyutonning uchinchi qonuni formulasiga kuchlar va tezlanishlar ifodasini qo'ysak:

$$m_2 \frac{\bar{v}_2' - \bar{v}_2}{t} = -m_1 \frac{\bar{v}_1' - \bar{v}_1}{t} \text{ ekanligi kelib chiqadi. Tenglamani ikkala}$$

tomonini t ga qisqartirib, bir xil belgili parametrlarni tenglikning bir tomoniga o'tkazsak:

$$m_1 \bar{g}_1 + m_2 \bar{g}_2 = m_1 \bar{g}'_1 + m_2 \bar{g}'_2$$

ga ega bo'lamiz.

Tenglikning chap tomoni sharlarning to'qnashishdan oldingi impulslari yig'indisini, o'ng tomoni esa to'qnashishdan keyingi impulslari yig'indisini beradi. Bundan quyidagi muhim xulosa kelib chiqadi:

33-lavha

Impulsning saqlanish qonuni

Yopiq sistemaga kirgan jismlarning impulslari yig'indisi ularning o'zaro ta'siri va harakatidan qat'i nazar vaqt o'tishi bilan o'zgar-masligicha qoladi.

Bunga impulsning saqlanish qonuni deyiladi. Bu qonunni ham R. Dekart ochgan edi.

Impulsning saqlanish qonuni to'qnashuvchi jismlarning holatini tahlil qilishda ko'p qo'llaniladi. Masalan, qirg'oq yaqinida turgan qayiqdan bola qirg'oqqa sakrasa, qayiq teskari yo'nalishda impuls olib, orqa tomonga harakatlanadi. Shuningdek, kater matrosi ham uning bir quyrug'idan ikkinchi quyrug'iga qarab yugursa yoki qirg'oqqa tomon sakrasa, tinch turgan kater qarama-qarshi yo'nalishda harakatga keladi (148-rasm).



148-rasm.

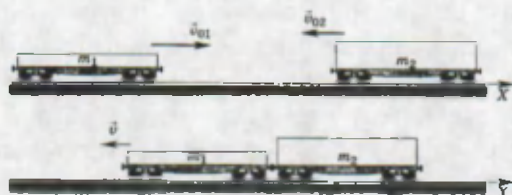
Masala yechish namunasi

Ikki temir yo'l platformasi bir-biriga qarab $0,3 \text{ m/s}$ va $0,2 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanmoqda. Platformalarning massalari mos ravishda 16 va 48 t ga teng. Ular o'zaro ulangandan so'ng qanday tezlik bilan qaysi yo'nalishda harakatlanadi?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$v_{01} = 0,3 \text{ m/s}$	$m_1 \bar{v}_{01} + m_2 \bar{v}_{02} =$	$\bar{v} = \frac{(-16 \cdot 0,3 + 48 \cdot 0,2) \cdot 1000 \text{ m}}{16000 + 48000} =$
$v_{02} = 0,2 \text{ m/s}$	$= -m_1 \bar{v}_{01}^1 + m_2 \bar{v}_{02}^1 =$	$\frac{(-4,5 + 9,6) \cdot 1000 \text{ m}}{64000} =$
$m_1 = 16 \text{ t} = 16000 \text{ kg}$	$\bar{v}_{01}^1 = \bar{v}_{02}^1 = \bar{v}$	$= \frac{4,8 \text{ m}}{64 \text{ s}} = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$m_2 = 48 \text{ t} = 48000 \text{ kg}$	$\bar{v} = \frac{-m_1 \bar{v}_{01} + m_2 \bar{v}_{02}}{m_1 + m_2}$	Javob: $0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

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

Izoh. Platformalarning harakatini chizmada ifodalaylik. OX o'qini ham o'tkazamiz. Demak, platformalar to'qnashganidan so'ng OX o'qiga teskari yo'nalishda harakatini davom ettiradi.



?

- 145-rasmdagi tajribadagi sharlarni ikkita emas, bir nechta qilib olinsa, tajriba natijasi o'zgaradimi?
- Impulsning saqlanish qonuni qo'llanilgan misollarni o'ylab toping.
- Impulsning saqlanish qonunini qo'llashda jismlarning tezlik yo'nalishlarini hisobga olmasa ham bo'ladimi?
- Massasi 180 t bo'lgan elektrovoz 1 m/s tezlik bilan harakatlanayotib, massasi 60 t bo'lgan va tinch turgan vagon bilan to'qnashadi va birgalikda harakatini davom ettiradi. Ular birgalikda qanday tezlik bilan harakatlanadi?
- Massasi 1 kg bo'lgan jism to'g'ri chiziqli harakatlanayotib o'z tezligini 1 m/s dan 10 m/s ga oshirdi. Jism impulsining o'zgarishini toping.
- Massasi 0,2 kg bo'lgan jism boshlang'ich tezliksiz 1 m balandlikdan 8 m/s² tezlanish bilan tushdi. Jism impulsining o'zgarishini toping.
- Massasi 10 kg bo'lgan snaryad to'p og'zidan 600 m/s tezlik bilan otilib chiqdi. Snaryadning to'p stvoli ichida harakatlanish vaqti 0,008 s. Porox yonganda hosil bo'lgan gazlarning o'rta bosim kuchini toping.
- Jismga 10 s davomida 50 N kuch ta'sir etib turdi. Bunda uning tezligi 5 m/s ga o'zgaradi. Jism massasini toping.

9. Massasi 1 t bo'lgan avtomobil 36 km/soat tezlik bilan harakatlanayotib tormozlanadi. Agar tormozlash kuchi 5 kN ga teng bo'lsa, tormozlanish vaqtini toping.
10. Massasi 10 g bo'lgan o'q 600 m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Agar o'qning massasini 2 marta kamaytirilsa, tezligini 1,5 marta oshirilsa uning impulsi necha marta o'zgaradi?

47-MAVZU

REAKTIV HARAKAT

Impulsning saqlanish qonuni o'rinli bo'ladigan bir necha misollarni qaraylik. Puf lab shishiriladigan rezina sharni havo bilan to'ldiraylik. Sharning og'zini bog'lamasdan qo'yib yuborsak, uning ichidagi havo orqa tomonga chiqishi hisobiga shar oldinga tomon harakat qiladi (6-sinf).

34-lavha

Jism bo'lagining bir tomonga otilishi natijasida ikkinchi bo'lagining qarama-qarshi tomonga harakatlanishiga *reaktiv harakat* deyiladi.

Reaktiv harakatni impulsning saqlanish qonuni asosida tushuntiriladi. Buning uchun raketaning eng sodda ko'rinishini olib ko'ramiz. Raketa ichida yoqilg'i yonganda hosil bo'lgan gazlar uning orqasidan \bar{g}_{yo} tezlik bilan otilib chiqa boshlaydi. Buning evaziga raketaning korpusi oldinga tomon \bar{g}_r tezlik bilan harakat qiladi (149-rasm). Unga impulsning saqlanish qonunini qo'llaymiz. Yoqilg'i yonishidan oldin yoqilg'i va korpus tinch holatda bo'lganligi tufayli ular impulslarining yig'indisi 0 ga teng.

$$0 = m_{yo} \bar{g}_{yo} + m_r \bar{g}_r, \text{ bunda } m_r \bar{g}_r = -m_{yo} \bar{g}_{yo}$$

$$\bar{g}_r = -\frac{m_{yo}}{m_r} \bar{g}_{yo}$$

Reaktiv harakatga misol tariqasida suv bosimi katta bo'lgan vodoprovod kraniga rezina shlang ulanganda, suvning otilib chiqishi jarayonida, shlang orqa tomonga siljiganligi 6-sinfda (42-mavzu, 92-rasm) keltirilgan edi.

Maktab laboratoriyasida ko'rsatiladigan *segner g'ildiragi* ham reaktiv harakatga asoslangan (150-rasm).

Chelakka solingan suv egilgan trubalardan otilib chiqqanda chelakning o'zi unga qarama-



149-rasm.



150-rasm.

qarshi yo'nalishda aylana boshlaydi. Ba'zi bir suvda yashaydigan hayvonlarning harakatlanishi shunga asoslangan. Masalan, kalmar va osminoglar o'zlariga suvni yutib, orqaga otadi. Davriy ravishda bajarilgan shu ish tufayli 60–70 km/soat tezlikka erishadilar.

Meduzalar, karakatitsalar va boshqa suv hayvonlari ham xuddi shunday prinsipda harakatlanadi. O'simliklar orasida ham reaktiv harakatga ko'plab misollar uchraydi. Masalan, «quturgan» deb nom olgan bodringning pishgan mevasiga salgina tegib ketilsa, meva uni tutib turuvchi oyoqchalaridan otilib chiqadi. Oyoqchalari o'rnida hosil bo'lgan tirqishdan esa urug'li achchiq suyuqlik otiladi. Bodringning o'zi esa qarama-qarshi tomonga otilib ketadi.



151-rasm.



1. *Reaktiv harakatni Nyuton qonunlari yoki impulsning saqlanish qonunlari yordamida qanday tushuntirish mumkin?*
2. *Raketaning olgan tezligi qanday parametrlarga bog'liq?*
3. *Tinch suvda turgan qayiqdagi odam uning bir uchidan ikkinchi uchiga yurib o'tdi. Qayiq holatida o'zgarish bo'ladimi?*

Masala yechish namunasi

1. Raketa modelining massasi 300 g ga teng. Undagi poroxning massasi 60 g. Agar porox yonganda gazlar 100 m/s tezlik bilan otilib chiqsa, raketa qanday tezlik oladi?

Berilgan:

$$m_r = 300 \text{ g}$$

$$m_p = 60 \text{ g}$$

$$g_{yo} = 100 \text{ m/s}$$

Formulasi:

$$g_r = -\frac{m_p}{m_r} \cdot g_{yo}$$

Yechilishi:

$$g_1 = -\frac{60\text{g}}{300\text{g}} \cdot 100 \text{ m/s} =$$

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

Javob: – 20 m/s

Topish kerak:

$$g_r = ?$$

9-mashq.

1. Massasi 3 kg bo'lgan mushuk stoldan sakrab polga tushdi. Polga tushish lahzasida uning tezligi 2 m/s ga teng bo'ldi. Uning polga urilish lahzasida impulsi qanchaga o'zgardi? (*Javob:* 6 kg · m/s.)

2. Oldingi masalada urilish 0,1 s davom etgan bo'lsa, mushuk polga qanday kuch bilan ta'sir qilgan? (*Javob:* 60 N.)

3. Massasi 50 kg bo'lgan snaryad massasi 20 t bo'lgan tinch turgan qum ortilgan platformaga gorizontal yo'nalishda 500 m/s tezlik bilan uriladi va unda tiqilib qoladi. Platformaning olgan tezligini aniqlang. (*Javob:* 1,25 m/s.)

4. Tezligi 2 m/s bo'lgan qayiqdagi odam massasi 5 kg bo'lgan toshni qayiqning harakat yo'nalishida 8 m/s tezlik bilan otadi. Agar qayiqning massasi odami bilan birgalikda 200 kg bo'lsa, qayiqning keyingi tezligini toping. (*Javob:* 1,8 m/s.)

5. Barmoq uchi bilan bosib eshikni ochish mumkin. Lekin undan ko'ra kuchliroq ta'sir ko'rsatadigan miltiqdan otilib chiqqan o'q bilan eshikni ochib bo'lmaydi. O'q faqat eshikda teshik ochadi. Bunga sabab nima?

6. Atmosferaga katta tezlik bilan kirib kelgan meteorit yonib ketadi. Bunda uning impulsi qayoqqa yo'qoladi?

7. Massasi 100 kg bo'lgan suzuvchi hovuz chetidan 2,5 kN kuch bilan itariladi. Itarilish 0,1 s davom etgan bo'lsa, suzuvchi qanday tezlik olishi mumkin? Suzuvchiga itarilish vaqtini cho'zishni maslahat bersa bo'ladimi? (*Javob:* 2,5 m/s.)

8. Hayvonot bog'ida qafasning ustida o'tirgan olmaxonga bir sho'x bola kichik bir toshcha otadi. Olmaxon uni yong'oq deb o'ylab, uni ilib oladi. Olmaxon massasini 0,5 kg, toshnikini 0,1 kg deb olib, olmaxon ega bo'ladigan tezlikni aniqlang. Tosh tezligi 6 m/s va qafas usti gorizontal silliq yuzaga ega deb qaralsin. (*Javob:* 1,2 m/s.)

9. Oldingi masalada tomida maymun o'tiribdi deb qaraylik. Maymun toshning yong'oq emasligini bilganidan so'ng, darhol toshni qaytarib bolaga gorizontal yo'nalishda 2 m/s tezlik bilan otadi. Maymunning olgan aks tezligini aniqlang. Agar maymun toshni otishdan oldin biror muddat qo'lida ushlab turib otsa, masalaning javobi o'zgaradimi?

10. Massasi 22 kg bo'lgan bola 2,5 m/s tezlik bilan yugurib erkin harakatlanaadigan aravachaga chiqib oldi. Agar aravacha massasi 10 kg bo'lsa, u qanday tezlik bilan harakat boshlaydi? (*Javob:* 1,72 m/s.)

*11. Massasi 12 kg bo'lgan aravani 1,5 s davomida 7,9 N kuch bilan, keyin 1,2 s davomida 4,5 N kuch bilan va nihoyat 2 s davomida 10 N kuch bilan tortiladi. Aravaning tezligi qanchaga o'zgaradi? (*Javob:* dastlab 0,987 m/s ga, so'ngra 0,45 m/s ga, oxirida 1,67 m/s ga ortadi.)

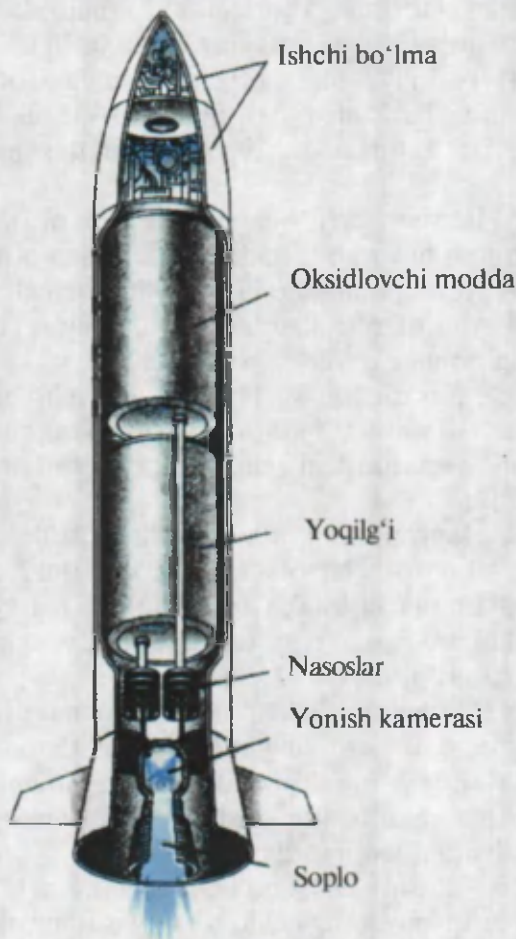
48-MAVZU

RAKETANING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI

Inson hozirgi kunda Yerdan, havoda va suvda bemaolol harakat qilishini yaxshi bilasiz. Endi navbat sayyoralarga borish va ularni bevosita o'rganishga keldi. Lekin Yer bilan sayyora orasida faqat kosmik bo'shliq bor. Unda faqat reaktiv harakatga asoslangan vositalar bilangina harakatlanish mumkin. Yuqorida

aytganimizdek, raketa asosan ikki qismdan iborat: raketa korpusi va yoqilg'isi. Kosmik kema sun'iy yo'ldosh sifatida ishlatilsa, raketaning tezligi kamida birinchi kosmik tezlikka (≈ 8 km/s) ega bo'lishi kerak. Agar Venera, Mars singari qo'shni sayyoralarga borish kerak bo'lsa, uning tezligi 11,2 km/s bo'lishi kerak. Kosmik kema korpusida ilmiy asboblardan, shuningdek, kosmonavtlar ishlashi va yashashi uchun kabinalar bo'ladi. Kosmik kemani orbitaga olib chiqadigan qismi **uchiruvchi raketa** deyiladi (152-rasm). Raketaning bosh qismida ishchi bo'lma bo'lib, unda foydali yuklar bo'ladi. Raketaning ko'p qismini yoqilg'i va oksidlovchi modda egallaydi. Yoqilg'i yonish kamerasiga berilganda, unda kimyoviy reaksiya boradi. Reaksiya davrida hosil bo'lgan gaz yuqori temperaturaga ega bo'ladi. U tashqariga soplo orqali katta tezlikda otilib chiqadi. Natijada raketa oldinga qarab tezlik oladi.

Ko'pincha uchiruvchi raketalar uch bosqichli bo'ladi. Birinchi bosqichdagi dvigatel o'z yoqilg'isini sarflab bo'lgach, ikkinchi bosqich ishga tushadi va birinchi bosqichning dvigateli kemadan ajraladi. Ikkinchi bosqich dvigatelinin yoqilg'isi tugaganidan so'ng u ham kemadan ajraladi va uchinchi bosqich dvigateli ishga tushadi. Uchiruvchi raketaning hozirgi holatiga insoniyat ko'p mehnatlari tufayli erishdi.



152-rasm.

Quyidagi jadvalda raketasozlikning qisqacha rivojlanish tarixi keltirilgan:

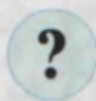
Yillar	Erishilgan natijalar
1000 yillar atrofida	Xitoyliklar poroxli raketalardan mushakbozliklarda foydalanishadi.
1805	Angliyalik Uilyam Kongriv jangovar harakatlarda qo'llaniladigan raketani ixtiro qiladi.
1903	Rus olimi Konstantin Siolkovskiy suyuq yoqilg'ili raketa dvigateligiga ega bo'lgan kosmik kemaning loyihasini ishlab chiqadi.
1926	Amerikalik Robert Goddard suyuq yoqilg'ida ishlaydigan birinchi raketani uchiradi.
1944	Germaniya "Fau-2" tipidagi raketalarni Angliyani bombardimon qilish uchun qo'llaydi.
1957	Sobiq SSSRda raketa Yer orbitasiga birinchi sun'iy yo'ldoshni olib chiqadi.
1981	Kosmik kemalarning ko'p marta ishlatiladiganlari yaratildi.

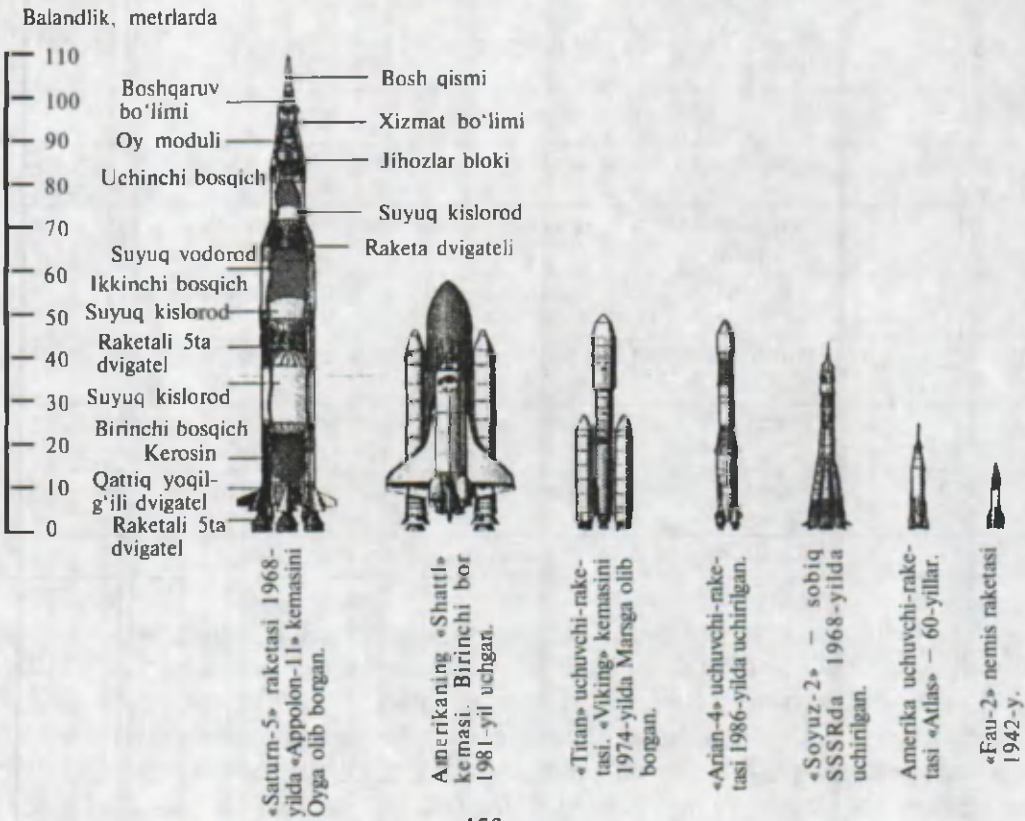
153-rasmda raketa va kosmik kemalarning namunalari keltirilgan.

«Shattl» tipidagi raketa dvigatellari ko'p marta ishlatiladi. Kema uchish oldidan orbital modulga, osma yoqilg'i baklariga va qattiq yoqilg'ida ishlaydigan ikkita raketaga ega bo'ladi. Bu raketalar ishlatilib bo'lingach, otib yuboriladi va parashutda okeanga tushiriladi. Suvdan ko'tarib olinib, qaytadan ishlatiladi. So'ngra yoqilg'idan bo'shagan bak ajraladi va atmosfera qatlamlarida ishqalanib, yonib ketadi. Orbital modul o'z vazifasini bajargandan so'ng samolyot kabi aerodromga qo'nadi.

Hozirgi kundagi barcha raketa dvigatellari kimyoviy yoqilg'idan foydalanadi. Uzoq muddat davom etadigan kosmik uchishlarda foydalaniladigan bo'lsa, bunday yoqilg'i haddan tashqari ko'p miqdorda kerak bo'ladi. Kelajakda bu muammoni yadro yoqilg'isidan foydalangan holda yechish mo'ljallanmoqda. Lekin bunda olimlar uchish vaqtida halokat ro'y bermasligini kafolatlashlari kerak. Fantastik kitoblarda ta'sir sifatida yorug'likdan foydalanib, uning aks ta'sirini kemaga berib uchish g'oyalari ham bor. O'zbekistonda ham kosmik tadqiqotlar bilan shug'ullanadigan ilmiy tadqiqot instituti ishlab turibdi. Hozirgi kunda aloqa vositalari, ob-havo hamda boshqa tadqiqotlar uchun xizmat qiladigan sun'iy yo'ldoshni uchirish uchun tayyorgarlik ishlari ketmoqda.

1. Uchiruvchi raketaning vazifasi nimadan iborat?
2. Raketalar nima sababdan ko'p bosqichli qilib yasaladi?
3. Raketada suyuq yoqilg'i sifatida nimalar ishlatilishi mumkin?
4. O'zbekistonda olib borilayotgan kosmik tadqiqotlar haqida nimalarni bilasiz?
5. Qattiq yoqilg'ili raketalar nega ishlab chiqarilmaydi deb o'ylaysiz?





153-rasm.

49-MAVZU

KUCHNING BAJARGAN ISHI

6-sinfda (26-mavzu) siz ish tushunchasi bilan tanishgansiz. Mexanik ishning mehnatdan farqli bo'lishi ham Sizga ma'lum. Mexanik ishning bajarilish shartlarini eslaylik. Mexanik ish bajarilishi uchun jism tashqi kuch ta'sirida ma'lum bir masofaga siljishi kerak, ya'ni:

$$A = F \cdot S. \quad [A] = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$$

Bu formuladagi tashqi kuchning yo'nalishiga qarab bajarilgan ish musbat yoki manfiy qiymatga ega bo'ladi (154-rasm).

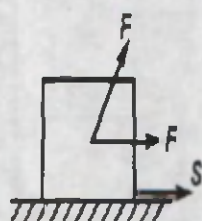
Agar kuch yo'nalishi bilan jismning ko'chish yo'nalishi mos tushsa, bajarilgan ish musbat (154-a rasm) bo'ladi. Agar jism bir necha kuch ta'sirida harakatlanayotgan bo'lsa, bu kuchlardan ayrimlarining yo'nalishi ko'chish yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lsa bu kuchning bajargan ishi manfiy bo'ladi (154-b rasm). Shu kuchlardan qaysi biri ko'chish yo'nalishiga tik yo'nalgan bo'lsa, unday kuchning bajargan ishi nolga teng bo'ladi (154-d rasm).

Oldingi mavzularda og'irlik kuchi, ishqalanish kuchi, elastiklik kuchi, markazga intilma va markazdan qochma kuchlarni o'rgandik.

Quyida shu kuchlarning bajarigan ishlarini qarab chiqamiz.

1. Og'irlik kuchining bajarigan ishi. Massasi m ga teng bo'lgan jism h balandlikda turgan bo'lsin. Uni qo'yib yuborilsa, og'irlik kuchi tufayli pastga tushadi (155-a rasm). Bunda og'irlik kuchi va ko'chish yo'nalishi mos bo'lganligi tufayli bajarilgan ish musbat bo'ladi.

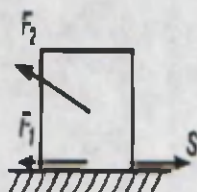
$$A = F \cdot h = mgh$$



$$A > 0$$

Ish musbat

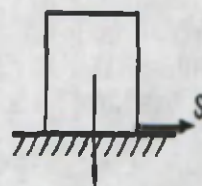
a)



$$A < 0$$

Ish manfiy

b)

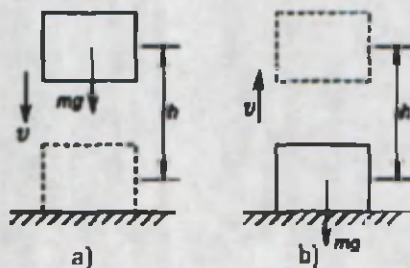


$$F = mg \quad A = 0$$

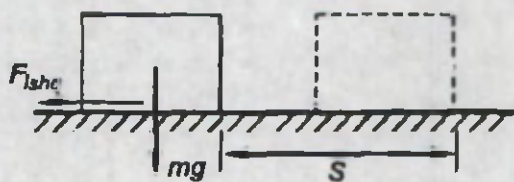
Ish nolga teng

d)

154-rasm.



155-rasm.



156-rasm.

Agar m massali jismni h balandlikka ko'tarsak, og'irlik kuchi pastga, ko'chish yuqoriga yo'nalganligidan ular qarama-qarshi bo'ladi (155-rasm). Bunda bajarilgan ish

$$A = - mgh \quad \text{bo'ladi.}$$

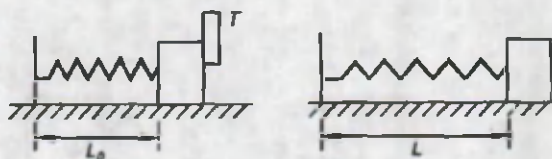
2. Ishqalanish kuchining bajargan ishi. Ma'lumki, ishqalanish kuchi har doim harakat yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi (156-rasm). Shunga ko'ra:

$$A = F_{ishq} \cdot S = \mu mg \cdot S$$

bo'ladi.

3. Elastiklik kuchining bajargan ishi. Buraladigan soatlarda siqilgan prujina soatning sekund, minut va soat millarini yurgizadi. O'yinchoq to'pponchada siqilgan prujina qo'yib yuborilsa, sharchani otib yuboradi. 157-rasmda siqilgan prujina oldiga qo'yilgan yuk ko'rsatilgan. Yukka qo'yilgan T to'siq olib qo'yilsa, prujina kengayib, yukni $\Delta l = l - l_0$ masofaga olib boradi.

Bunda prujina tomonidan yukka ko'rsatiladigan ta'sir kuchi prujina kengayishi davomida kamayib, oxirida nolga teng bo'lib qoladi. Shu sabab bajarilgan ishini hisoblash uchun o'rtacha ta'sir



157-rasm.

kuchi $F_{or} = \frac{F_{max} + F_{min}}{2}$ olinadi.

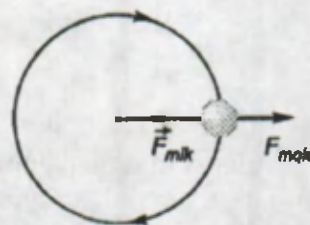
F_{min} — kengayish oxirida nolga teng bo'lganligidan $F_{or} = \frac{F_{max}}{2} = \frac{k \cdot \Delta l}{2}$

$$F_{or} = \frac{k \cdot \Delta l}{2}$$

bo'ladi. U holda $A = \frac{F_{max}}{2} \cdot \Delta l = \frac{k \cdot \Delta l}{2} \cdot \Delta l$ yoki

$$A = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2}$$

4. Markazga intilma yoki markazdan qochma kuchlarning bajargan ishi. Aylanma harakatda bu kuchlar har doim trayektoriyaga tik yo'nalgan bo'ladi (158-rasm). Shu sababli bu kuchlarning bajargan ishi nolga teng bo'ladi. Mexanik ish qanday kuch ta'sirida bajarilishidan qat'i nazar kuch va ko'chishning son qiymatlari ko'paytmasi bilan aniqlanadi. *Mexanik ish skalyar kattalikdir.*



158-rasm.

Masala echish namunasini

Massasi 5 t bo'lgan vertolyot o'zgarmas tezlik bilan ko'tarilmoqda. Vertolyot 50 m ga ko'tarilgan bo'lsa, dvigatelining bajargan ishini toping.

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$m = 5 \text{ t} = 5000 \text{ kg}$	$A = mgh$	$A = 5000 \text{ t} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 50 \text{ m} =$
$h = 50 \text{ m}$		$= 500\,000 \text{ J.}$
Topish kerak: $h = ?$		Javob: 500 kJ.

1. Mexanik ishning ishorasi nimaga bog'liq?
2. Nima sababdan markazga intilma yoki markazdan qochma kuch aylanma harakat davrida ish bajarmaydi?
3. Nima sababdan ishqalanish kuchining bajargan ishi har doim manfiy bo'ladi?
4. Prujinali to'pponchadagi prujina 5 sm ga siqilib, qo'yib yuborilganda o'qni otib yuboradi. Bajarilgan ishini hisoblang. Prujinaning bikrligi 2 kN/sm.
5. Svetoforga yaqinlashayotgan avtomobil bir tekisda tormozlanib to'xtadi. Bunda tormozlanish yo'li 60 m ga teng bo'ldi. Tormozlanishda bajarilgan ish 12 kJ bo'lsa, ishqalanish kuchini toping.

?

50-MAVZU

LABORATORIYA ISHI

JISMNI KO'TARISHDA VA MASOFAGA GORIZONTAL KO'CHIRISHDA BAJARILGAN ISHNI HISOBLASH

Kerakli asboblari. 1. O'lchov lentasi. 2. Dinamometr. 3. Tribometr. 4. Yuklar nabori.

Ishni bajarilishi.

1. Dinamometr ilgagiga brusok osiladi va uning og'irligi o'lchanadi. So'ngra brusokni yuqoriga tekis harakatlantirib, oldindan lenta yordamida o'lchangan tribometr lineykasi balandligiga ko'tariladi. Bajarilgan ishning kattaligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$A = F_1 \cdot s$$

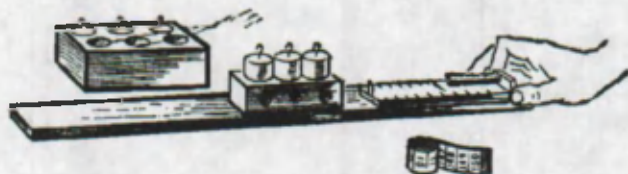
Bu ish og'irlik kuchini yengish uchun sarf bo'lgani qayd qilinadi.

2. Undan so'ng lineykani stolga qo'yib, dinamometr yordamida brusokni lineyka bo'ylab birinchi holdagi masofaga bir tekis ko'chiriladi. Bundan hosil bo'lgan tortish kuchi dinamometrdan aniqlanadi. Tortish kuchi va yo'lga ko'ra yana ish hisoblanadi:

$$A_2 = F_2 \cdot s$$

Bu ish og'irlik kuchini emas, balki ishqalanish kuchini yengishda bajarilganligiga diqqatni jalb qilinadi.

So'ngra brusokka 1 N, 2 N, 3 N yuklarni ortib (159-rasm), tajriba yana 2-3 marta takrorlanadi va har safar tortish kuchining bajargan ishi hisoblanadi. Olingan natijalar taqqoslanib, hammavaqt yukni yuqoriga ko'tarishda bajarilgan ish uni shunday masofaga gorizontal yo'l bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ishdan ancha katta ekanligi to'g'risida xulosa qilinadi.



159-rasm.

51-MAVZU

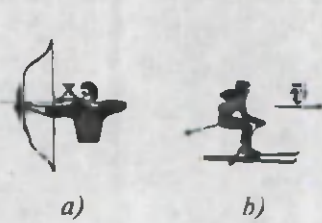
POTENSIAL VA KINETIK ENERGIYA

Buraladigan soatni o'z vaqtida burab turilmasa, to'xtab qoladi. Mashinaga benzin quyilmasa, yurmaydi. Demak, bunday hollarda soat ham, mashina ham ish bajara olmaydi. Qanday jismlar ish bajara oladi? Bu savolga javob 6-sinfda berilgan edi, ya'ni energiyaga ega bo'lgan jismlar ish bajara oladi.

Ertalab turib maktabga ketish oldidan nonushta qilish kerak. Choy qaynashi uchun gaz yonishi yoki elektr tokini ishlatish kerak bo'ladi. O'zingiz ham maktabga borib, darslarni o'zlashtirib, jismoniy tarbiya darslarida yugurganingizdan so'ng ovqat iste'mol qilishingiz kerak. Maktab uzoq bo'lsa, ota-onangiz uydan uzoqroq joyda ishlasa, transport vositasida boriladi. Transport yurishi uchun yoqilg'i sarflanadi. Uy-ro'zg'orda ishlatiladigan kir yuvish mashinasi, elektr go'sht maydalagich, sovitgich (xolodilnik), ventilator kabi asboblardan uchun elektr toki kerak. Yuqoridagilarning barchasida ish bajariladi.

Demak, har qanday mashina, mexanizm va hatto odam ham ish bajarishi uchun nimanidir sarflashi kerak. Bu kattalikni **energiya** deb ataymiz. «Energiya» atamasini 1807-yilda ingliz olimi T. Yung kiritgan. Energiya grekcha (*energeta*) so'z bo'lib, ta'sir yoki faoliyat degan ma'noni bildiradi. Inson kundalik turmushida energiyani ko'pgina turlaridan foydalanadi. Issiqlik, elektr, yorug'lik va mexanik energiyalar shular jumlasidandir. Mexanik energiyani o'zi ikki turda: **potensial** va **kinetik** energiya ko'rinishida bo'lishini Siz 6-sinfdan bilasiz.

Siqilgan prujina, to'g'on bilan to'silgan suv, tarang tortilgan kamon (160-a rasm) potensial energiyaga, biror tezlik bilan harakatlanayotgan chang'ichi (160-b rasm) yoki avtomobil (161-rasm) esa kinetik energiyaga ega bo'ladi. Yerdan biror balandlikda orbita bo'ylab harakatlanayotgan sun'iy yo'ldosh (162-rasm) ham potensial energiyaga, ham kinetik energiyaga ega bo'ladi. Shunga



160-rasm.



161-rasm.



162-rasm.

ko'ra, ularga berilgan ta'riflarni eslatib o'tamiz. Bu ta'riflar bilan bog'liq formulalarni eslab ko'ring.

35-lavha

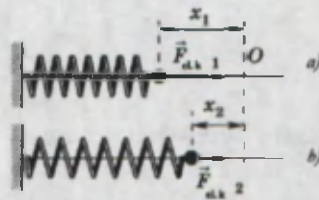
1. Jismning vaziyati tufayli ega bo'lgan energiya *potensial energiya* deyiladi.
2. Jismning tezligi tufayli ega bo'lgan energiyasi *kinetik energiya* deyiladi.

Oldingi mavzuda turli kuchlarning bajargan ishlarini ko'rib chiqdik. Bu ishlar bajarilishi uchun energiya zarur. Shu holatlar uchun jismlarning energiyalarini qarab chiqaylik.

1. Yerdan biror h balandlikka ko'tarib qo'yilgan m massali jism energiyasi (163-rasm).



163-rasm.



164-rasm.

Bu holda jism A nuqtadan B nuqtaga tushishda $A = mgh$ ish bajara oladi. Ish energiya hisobiga bajarilganligi tufayli jism energiyasi bajarilgan ishga teng bo'ladi:

$$E_p = A = mgh$$

Jism vaziyatining (Yerga nisbatan) o'zgarishi tufayli hosil bo'lgan energiya shu jismning potensial energiyasi hisoblanadi. Energiya ham ish kabi joullarda o'lchanadi.

2. Bikrligi k ga teng bo'lgan prujina $\Delta l = x_1 - x_2$ masofaga siqilganda (ya'ni vaziyati o'zgarganda) hosil bo'ladigan energiyasi (164-rasm). Bu holda, prujinaning potentsial energiyasi E_p prujinani siqish uchun bajarilgan ish bilan belgilanadi:

$$E_p = A = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2}$$

3. Jism tezligi tufayli ega bo'ladigan kinetik energiya formulasini chiqaraylik. Massasi m bo'lgan jism tashqi F kuch ta'sirida tezligini noldan (tinch holatdan) g kattalikkacha o'zgartirsin. Bu tezlikka erishish uchun t vaqt mobaynida S masofa bosib o'tiladi.

$$A = F \cdot S = ma \cdot S; a = \frac{g - 0}{t} = \frac{g}{t}; S = \frac{g \cdot t}{2}$$

$$E_k = A = m \frac{g}{t} \cdot \frac{g \cdot t}{2} = \frac{m \cdot g^2}{2}$$

Demak, m massali jism g tezlik bilan harakatlanayotganda ega bo'lgan kinetik energiyasi:

$$E_k = \frac{m \cdot g^2}{2}$$

Masala yechish namunasi

Massasi 2 t bo'lgan avtomobil joyidan qo'zg'alib, 72 km/soat tezlikka erishdi. Avtomobil qanday energiyaga ega bo'ldi?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$m = 2 \text{ t} = 2000 \text{ kg}$ $g = 72 \text{ km/soat} =$ $= 20 \text{ m/s.}$	$E_k = \frac{m \cdot g^2}{2}$	$E_k = \frac{2000 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m/s})^2}{2} =$ $= \frac{2000 \cdot 400}{2} \text{ J} = 400000 \text{ J.}$
Topish kerak: E_k -?		Javob: 400 kJ.

1. Qanday jismlar ish bajara oladi?
2. Energiyaning qanday turlarini bilasiz va kundalik turmushda ulardan qaysilaridan ko'p foydalanasiz?
3. Jismning vaziyati nimaga nisbatan o'zgarganda potentsial energiyaga ega bo'ladi?
- 4*. Aylanma harakat qilayotgan jism qanday energiyaga ega bo'lishi mumkim?



Odam turli ishlarni bajarayotganda sarflaydigan o'rtacha energiyasi quyidagicha bo'ladi (Joullarda): dars tayyorlaganda $5,4 \div 6,7$; jismoniy tarbiya mashqlarini bajarganda $14 \div 18$; suzishda $- 30$; tekis yo'lda yurganda $- 14 \div 18$; uxlaganda $- 3,8$. Inson iste'mol qiladigan mahsulotlar beradigan taxminiy energiyasi (100 g mahsulot / Joullarda ifodalanadi): sabzi $- 170$; olma $- 200$; kartoshka $- 380$; qand $- 1720$; qaymoq $- 1480$; bug'doy noni $- 890$; mol go'shti $- 750$; tuxum $- 690$; sut $- 280$; muzqaymoq $- 750$.



52-MAVZU

MEXANIK ENERGIYANING SAQLANISH VA AYLANISH QONUNI

Biror H balandlikka ko'tarib qo'yilgan m massali jismni o'lib qaraylik (165-rasm). Birinchi holatda jism faqat potentsial energiyaga ega bo'ladi.

$$E_p = mg \cdot H = E_{to'la}$$

Jism qo'yib yuborilsa, u pastga qarab harakatlanadi.

Jism balandligi kamayib, tezligi ortib boradi. Ikkinchi holatda jism Yerdan h balandlikda bo'lib, g tezlikka ega. Bu holatda jism ham potentsial energiyaga, ham kinetik energiyaga ega bo'ladi.

Bu tushunchani 1847-yilda 26 yoshli nemis olimi G. Gelmgols kiritgan.

36-lavha

Jismning potentsial va kinetik energiyalari yig'indisiga *to'la energiya* deyiladi.

$$E_{to'la} = E_{p11} + E_{K11}; E_{p11} = mgh; E_{K11} = \frac{m \cdot g^2}{2}$$

Jism harakatlanish davrida, qandaydir momentda $h_1 = H - h$ balandlikkacha pasayadi. Bunda jism tezligining kvadrati $g^2 = 2g(H-h)$ ga teng.

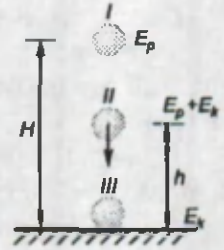
$$E_{K11} = \frac{m}{2} \cdot 2g(H - h) = mgH - mgh$$

bo'ladi.

$$E_{to'la} = mgh + mgH - mgh = mgH$$

Demak, ikkinchi holatda jismning to'la energiyasi birinchi holatidagi qiymatiga teng bo'ladi. Uchinchi holatda jism balandligi nolgacha kamayib, o'zining maksimal tezligiga erishadi.

Bunda jismning to'la energiyasi faqat kinetik energiyadan iborat bo'ladi.



165-rasm.

$$E_{to'la} = E_{K11} = \frac{m g_{max}^2}{2}$$

Jismga ko'rsatiladigan havoning qarshiligi hisobga olinmasa (erkin tushish)

$$g_{max}^2 = 2gH \text{ bo'ladi.}$$

Bundan

$$E_{to'la} = \frac{m}{2} \cdot 2gH = mgH$$

ekanligi kelib chiqadi.

Demak, uchinchi holatda ham to'la energiya qiymati ikkinchi va birinchi holatdagi energiya qiymatiga teng ekan. Bundan quyidagi muhim xulosa kelib chiqadi:

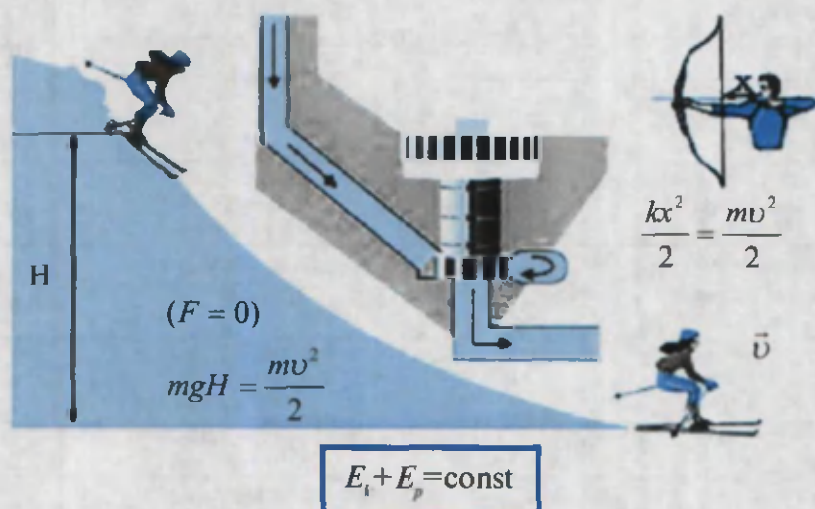
37-lavha

Mexanik energiyaning saqlanish qonuni
Yopiq sistemadagi jismning to'la mexanik energiyasi uning harakati davomida o'zgarmasdan saqlanadi.

Sizning xayolingizga jism yerga urilganidan so'ng tezligi ham, balandligi ham bo'lmaydi. Unda mexanik energiya qayerga yo'qoldi, degan savol keladi, albatta. Shar urilgan joyga shu zahoti barmoqlaringizni tekizib ko'rsangiz, u joyning biroz isib qolganligini sezasiz. Bunda jismning to'la mexanik energiyasi issiqlik energiyasiga aylanib ketadi. Bir bo'lak temir parchasini temir sandon (katta tosh) ustiga qo'yib, bolg'a bilan urib ko'rsangiz ham bunga ishonch

hosil qilasiz. Temir parchasi qo‘l kuyadigan darajada qizib ketadi. Bunda ham bolg‘aning mexanik energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi. Balandligi H bo‘lgan tepalikdan sirpanib tushayotgan chang‘ichining tepalik boshida ega bo‘lgan mgH potensial energiyasi, tepalik oxirida ishqalanishni hisobga olinmasa, kinetik energiyaga, tarang tortilgan kamondagi potensial energiya kamond o‘qining kinetik energiyasiga aylanadi (166-rasm). Xuddi shunday to‘g‘onga to‘plangan suvning potensial energiyasi mos ravishda oqib tushishda kinetik energiyaga va undan generatorda elektr energiyasiga aylanadi.

Bu misollardan mexanik energiyaning saqlanish qonuni tabiatdagi umumiy qonun energiyaning saqlanish va aylanish qonunining bir qismi sifatida namoyon bo‘lishi kelib chiqadi.



166-rasm.

38-lavha

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni

Energiya bordan yo‘q bo‘lmaydi, yo‘qdan bor bo‘lmaydi. U faqat bir turdan ikkinchi turga aylanadi, xolos.

Quyidagi jadvalda fizik hodisalar va obyektlarning mexanik energiyalari keltirilgan:

IV bob. Saqlanish qonunlari

Fizik obyekt, hodisalar	Energiya, J	Fizik obyekt, hodisalar	Energiya, J
Xona temperaturasidagi havo molekulası	10^{-21}	Atom bombasi	10^{14}
Atomdagi elektron	10^{-18}	Bo'ron	10^{15}
Uran yadrosining bo'linishi	10^{11}	100 MVt li vodorod bombasi	10^{17}
Sakrayotgan burga	10^{-7}	Rixter shkalasi bo'yicha 8 balli yer qimirlashi	10^{18}
Kompyuter klavishi	10^{-2}	Vulqon otilishi	10^{19}
Yurak urishi	0,5	Yil davomida yerga Quyoshdan tushgan nurlanish	10^{25}
1 m balandlikdan tushgan olma	1		
Yonib turgan gugurt	10^3	Yeming o'z o'qi atrofida aylanishi	10^{29}
1 soat yugurgan odam, 1 kg trinitrotoluol portlashi	10^6	Quyosh atrofida yeming aylanishi	10^{33}
1 l benzin yonishi	10^7	1 yilda Quyoshning nurlanishi	10^{34}
1 m ³ o'tin yonishi	10^9	Yangi yulduz portlashi	10^{44}
Chaqmoq chaqishi	10^{10}	Radiogalaktika nurlanishi	10^{55}
Kosmik raketa	10^{11}	Koinot yaratilishi	10^{68}

?

1. Mexanik energiyaning saqlanish qonuniga kundalik turmushdan misollar keltira olasizmi?
2. Osmonda uchib ketayotgan samolyot qanday energiyaga ega?
3. Futbol maydonida tepilgan to'pning turli holatlarida qanday energiyaga ega bo'lishini tushuntiring.
4. Mexanik energiyaning boshqa tur energiyalariga va, aksincha, aylanishiga misollar keltiring.

Masala yechish namunasi

1. H balandlikdan erkin tushayotgan jism Yerdan qanday balandlikda bo'lganda uning potensial va kinetik energiyalari o'zaro teng bo'ladi?

Berilgan	Formulasi:	Yechilishi:
$E_k = E_p$	$E_k = \frac{m\mathcal{G}^2}{2}$	$\frac{m\mathcal{G}^2}{2} = mgh$
Topish kerak:	$E_p = mgh$	$h = \frac{\mathcal{G}^2}{2g} = \frac{2g(H-h)}{2} = H-h$
$h = ?$		$2h = H$ va $h = \frac{H}{2}$.
		Javob: $h = \frac{H}{2}$.

2. Bikrligi 500 N/m bo'lgan prujina 2 sm ga cho'zildi. 100 g massali toshni qanday balandlikka ko'tarsak prujinani cho'zish uchun sarflangan ishga teng energiyaga ega bo'ladi?

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$k = 500 \text{ N/m}$	$A = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2}$	$h = \frac{500 \cdot (0,02)^2}{2 \cdot 0,1 \cdot 10} = 0,1 \text{ m.}$
$\Delta l = 2 \text{ sm} = 0,02 \text{ m}$	$E_p = mgh; A = E_p$	
$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$	$h = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2mg}$	
Topish kerak: $h = ?$		Javob: 0,1 m.

10-mashq.

1. Boysun – Toshguzar temir yo'li ishga tushgach, yuk tashiladigan yo'l 190 km ga qisqaradi. Tortish kuchi 100 kN bo'lgan teplovozda qancha energiya tejraladi? (Javob: 19000 MJ.)

2. Yerdan 3 m balandlikda daraxt shoxida osilib turgan 150 g lik olmaning potensial energiyasini hisoblang. (Javob: 15 J.)

3. Kinetik energiyasi 2000 J bo'lgan jism 72 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda Uning massasi nimaga teng? (Javob: 10 kg.)

4. Massasi 10 g bo'lgan o'q 500 m/s tezlik bilan yuqoriga tik otiladi. Qanday balandlikda uning kinetik energiyasi ikki baravar kamayadi? (Javob: 6250 m.)

5. Bikrligi 500 N/m prujina 4 sm ga siqilsa, kengayganda qancha ish bajara oladi? (Javob: 0,4 J.)

6. 2 sm ga cho'zilgan prujina 4 J potensial energiyaga ega bo'ldi. Prujinaning bikrligini aniqlang. (Javob: $2 \cdot 10^4 \text{ J.}$)

7. Yukning massasi 6 marta oshirildi va uning ko'tarilish balandligini 2 marta kamaytirildi. Yukning potensial energiyasi qanday o'zgardi? (Javob: 3 marta ortdi.)

8. Massasi 100 g bo'lgan chumchuq 2 m balandlikda 18 km/soat tezlik bilan uchmoqda. Chumchuqning to'la mexanik energiyasini aniqlang. (Javob: 7 J.)

9. Massasi 3 kg bo'lgan jism 5 m balandlikdan tushmoqda. Jism yer sathidan 2 m balandlikda bo'lganida kinetik energiyasi qanchaga teng bo'ladi? (Javob: 90 J.)

10. Jism 20 m balandlikdan yuqoriga tik otildi. Uning boshlang'ich tezligi 10 m/s. Qanday balandlikda jismning potensial energiyasi uning kinetik energiyasiga teng bo'ladi. (Javob: 12,5 m.)

11. Jism 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Qanday balandlikda jismning kinetik energiyasi dastlabki energiyasiga nisbatan 5 marta kamayadi? (Javob: 4 m.)

12. Suv havzasi tubidan havo pufakchasi ko'tarilmoqda? Qanday energiya hisobiga uning potensial energiyasi ortadi? Kinetik energiyasi-chi?

53-MAVZU

LABORATORIYA ISHI

MEXANIK ENERGIYANING SAQLANISH VA AYLANISH QONUNINI O'RGANISH

Kerakli asboblari. 1) Prujinali dinamometr; 2) 50 g massali yuk; 3) o'lchov lentasi (yoki chizg'ich); 4) shtativ, qisqichlari bilan.

Ishning bajarilishi.

1. Dinamometr 167-rasmda ko'rsatilgandek qilib shtativga mahkamlanadi, uning pastki ilmog'iga yukka bog'langan ipning ikkinchi uchi bog'lanadi va yuk T taglikka qo'yiladi (birinchi holat).

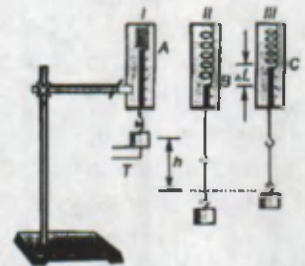
2. T taglik olinib yuk tashlab yuboriladi. Shunda yuk pastga tushib g tezlikka erishadi va uning kinetik energiyasi $E_k = \frac{mg^2}{2}$ ga teng bo'ladi.

3. Bog'langan ip toshning bundan keyingi tushishiga to'sqinlik qiladi va dinamometr prujinasi cho'zilib, uning ko'rsatkichi B nuqtaga kelib, orqaga qaytadi (ikkinchi holat).

4. Prujina orqaga qaytganda C nuqtada to'xtaydi. C nuqtada prujinada hosil bo'lgan elastiklik kuchi yukning og'irlik kuchiga teng bo'ladi.

5. C va B nuqtalar oralig'idagi Δl farq – yukning kinetik energiyasi prujinaning potensial energiyasiga (E_{pot}) aylanishi hisobiga yuzaga keladi. Shu sababli, yukning kinetik energiyasi prujinaning potensial energiyasiga tengligi tekshiriladi.

6. Dinamometr ko'rsatkichi A nuqtada juda kichik vaqt davomida bo'lganligi uchun tajribani diqqat bilan o'tkazish hamda bir necha marta takrorlash zarur.



167-rasm.

7. Yukning kinetik energiyasi E_k ni topish uchun uni E_p – yukning potensial energiyasiga tenglashtiriladi. $E_k = E_p = mgh$. Bunda h – ipning uzunligi.

8. Prujinaning bikrligi ma'lum bo'lmasa, dinamometrqa massasi aniq bo'lgan yuk osilib, shu orqali topiladi, ya'ni: $mg = k \cdot \Delta l_1$ dan $k = \frac{mg}{\Delta l_1}$.

9. Natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba №	Yukning massasi, g	$\Delta l, m$	$E_k = mgh, J$	$E_p = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2}, J$	$ E_k - E_p , J$
1					
2					
3					

Eslatma. Agar $E_k \approx E_p$ bo'lmasa, tajribada prujinaning va uning ilmoqlarining taxtachaga ishqalanishiga yo'l qo'yilmaydigan qilib bajaring.

1. Tajribada qanday turdagi energiyalarning bir-biriga aylanishi tekshiriladi?
2. Prujina ko'rsatkichi C nuqtaga kelib to'xtaganda yukning kinetik energiyasi qancha bo'ladi?



IV BOBNI YAKUNLASH YUZASIDAN TEST SAVOLLARI

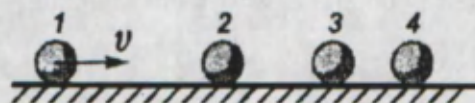
1. Prujinaga osilgan yuk massasi oshirilganda uning absolut uzayishi 4 marta ortdi. Prujinaning potensial energiyasi qanday o'zgaradi?

- A) 4 marta ortadi; B) 4 marta kamayadi;
 C) 16 marta kamayadi; D) 16 marta ortadi.

2. Jism impulsining birligi qanday nomlanadi?

- A) Nyuton; B) Joule; C) Nyuton/sekund; D) Nyuton · sekund.

3. Rasmdagi 2, 3- va 4-sharchalar tinch holatda turganda 1-sharcha 9 tezlik bilan kelib 2-sharchaga urildi. To'qnashuvlardan so'ng 4-sharchaning tezligi qanday bo'ladi? Sharchalar bir xil.



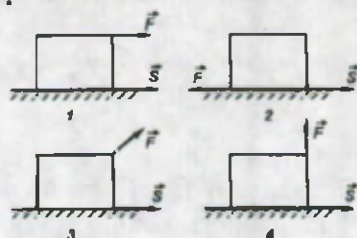
- A) $\frac{g}{4}$; B) $\frac{g}{2}$; C) $\frac{g}{3}$; D) g .

4. Massasi 200 g bo'lgan jism 50 m/s boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga tik otildi. Trayektoriyasining eng baland nuqtasida uning potensial energiyasi nimaga teng bo'ladi?

- A) 150 J; B) 200 J; C) 160 J; D) 250 J.

5. Rasmda jismga ta'sir etayotgan kuch yo'nalishlari keltirilgan. Qaysi holatda kuchning bajargan ishi manfiy bo'ladi?

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

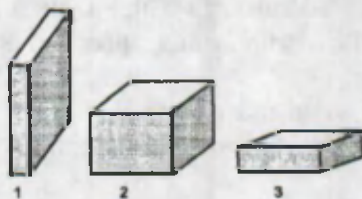


6. Quyidagi tenglamalardan qaysi biri jism kinetik energiyasini ifodalaydi?

- A) $\frac{m\vartheta^2}{2}$; B) $\frac{k \cdot \Delta l^2}{2}$; C) mgh ; D) $N \cdot t$.

7. Stol ustiga g'ishtni uch xil holatda qo'yildi. Ularning potensial energiyalarini solishtiring.

- A) $E_1 > E_2 > E_3$;
B) $E_1 < E_2 < E_3$;
C) $E_1 = E_2 = E_3$;
D) $E_1 < E_2 = E_3$



8. 100 g massali jism 20 m/s boshlang'ich tezlik bilan tekis sekinlanuvchan harakatlanadi. Ma'lum vaqtdan so'ng uning tezligi 10 m/s ga teng bo'ldi. Shu vaqtda ishqalanish kuchlari bajargan ishni toping.

- A) 15 J; B) 10 J; C) -15 J; D) -10 J.

9. 10 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan 0,5 kg massali jismning yarim yo'ldagi potensial energiyasini aniqlang.

- A) 2 J; B) 5 J; C) 25 J; D) 50 J.

10. Prujinasi 4 sm ga siqilgan pistoletdan otilgan o'qning kinetik energiyasi necha joulga teng? Prujinaning bikrligi 100 N/m.

- A) 0,08; B) 0,04; C) 0,02; D) 0,16.

11. 10 m/s tezlik bilan gorizontal harakatlanayotgan 200 g massali koptok vertikal devorga urilib qaytdi. Urilish mutlaq elastik bo'lsa, koptok impulsining o'zgarishi qanday bo'ladi?

- A) 4 kg · m/s; B) 2 kg · m/s; C) 1 kg · m/s; D) 0,5 kg · m/s.

12. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuniga berilgan to'la ta'rifni ko'rsating.

A) Yopiq sistemaga kirgan birorta jismning energiyasi qanchaga kamaysa, boshqasini shunchaga ortadi;

B) jismning potensial va kinetik energiyalari yig'indisi to'la energiya deyiladi;

C) yopiq sistemadagi jismning to'la mexanik energiyasi uning harakati davomida o'zgarmasdan saqlanadi;

D) energiya bordan yo'q bo'lmaydi, yo'qdan bor bo'lmaydi. U faqat bir turdan ikkinchi turga aylanadi, xolos.

13. Gapni to'ldiring: «Yopiq sistemaga kirgan jismlarning impulslari yig'indisi, ularning o'zaro ta'siri va harakatidan qat'i nazar, vaqt o'tishi bilan ...»

A) ...o'zgarib turadi;

B) ... o'zgarmasligicha qoladi;

C) ...ortib boradi;

D) ...kamayib boradi.

14. Impulsning saqlanish qonunini kim ochgan?

- A) G. Galiley; B) I. Nyuton; C) R. Dekart; D) G. Gelmgols.

15. Tinch holatdagi og'irligi 3 N bo'lgan jism 5 N kuch bilan 5 m balandlikka ko'tarilganda bajarilgan ishni (J) toping.

- A) 0; B) 5; C) 15; D) 25.

16. 2 m balandlikdan erkin tushayotgan 3 kg massali mushukning yerdan 1 m balandlikdagi potensial va kinetik energiyalari yig'indisini toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A) 15 J; B) 6 J; C) 30 J; D) 20 J .

17. Prujinasi 4 sm ga siqilgan pistoletdan otilgan o'qning kinetik energiyasi 0,08 J bo'lsa, prujinaning bikrligini (N/m) aniqlang.

- A) 32; B) 50; C) 100; D) 128.

18. 10 m balandlikdan erkin tushayotgan 2 kg massali jismning yarim yo'ldagi kinetik energiyasini toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A) 200 J; B) 100 J; C) 50 J; D) 20 J.

19. Qanday kuch jismni 0,2 m masofaga ko'chirganda 100 J ish bajaradi?

- A) 200 N; B) 500 N; C) 20 N; D) 250 N.

20. Jismga ta'sir etayotgan kuch kattaligi 4 marta ortsa, ta'sir etish vaqti 2 marta kamaysa, kuch impulsi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta ortadi; B) 2 marta kamayadi;
C) 8 marta ortadi; D) 8 marta kamayadi.

21. Yuqoriga tik otilgan M massali jism H balandlikka ko'tarilib, so'ng pastga tushdi. Jism og'irligining butun yo'l davomidagi bajargan ishi nimaga teng?

- A) $A = -mgh$; B) $A = 2 mgh$; C) $A = -2 mgh$; D) $A = 0$.

22. Agar prujinani 1 sm ga cho'zish uchun 2 J ish bajarilgan bo'lsa, 4 sm ga cho'zish uchun qancha (J) ish bajarish kerak?

- A) 32; B) 16; C) 8; D) 4.

23. Massasi 2 kg bo'lgan yuk ta'sirida 2 sm ga cho'zilgan prujinaning potensial energiyasini toping (J).

- A) 4; B) 1; C) 0,4; D) 0,2.

24. 10 m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan 0,5 kg massali jismning yarim yo'ldagi kinetik energiyasi (J) nimaga teng?

- A) 100; B) 50; C) 25; D) 10.

25. Tosh yuqoriga tik ravishda 30 m/s tezlik bilan otildi. Necha metr balandlikda toshning kinetik energiyasi uning potensial energiyasining yarmiga teng bo'ladi?

- A) 60; B) 45; C) 30; D) 15.

YAKUNIY SUHBAT

Bunda Siz III bobda o'rganilgan mavzularning qisqacha mazmuni bilan tanishasiz.

Impuls	Jism massasining tezligiga ko'paytmasi $m\vec{v}$ – vektor kattalik bo'lib, $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ larda o'lchanadi. Fanga birinchi bo'lib fransuz olimi R. Dekart «harakat miqdori» atamasi bilan kiritgan.
Kuch impulsi	Kuchning ana shu kuch ta'sir etib turgan vaqtga ko'paytmasi, $\vec{F} \cdot t$ – vektor kattalik bo'lib, N · s larda o'lchanadi. Kuch impulsi, impuls o'zgarishiga teng. $\vec{F} \cdot t = m\vec{v}_0 - m\vec{v}$
Impulsning saqlanish qonuni	Yopiq sistemaga kirgan jismlarning impulslari yig'indisi ularning o'zaro ta'siri va harakatidan qat'i nazar vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladi. $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$
Reaktiv harakat	Jism bo'lagining bir tomonga otilishi natijasida ikkinchi bo'lagining qarama-qarshi tomonga harakatlanishi $\vec{v}_1 = m_2 / m_1 \cdot \vec{v}_2$, m_1 va m_2 – jism bo'laklarining massalari. \vec{v}_1 va \vec{v}_2 – jism bo'laklarining tezliklari.
Uchiruvchi raketa	Kosmik kemani orbitaga olib chiqadigan raketa. Uch bosqichgacha bo'ladi. Suyuq yoqilg'ida ishlaydi.
Kuchning bajargan ishi	Kuch ta'sirida jismning biror masofaga siljishi. $A = F \cdot S$. A – skalyar kattalik bo'lib, birligi Joul. Mexanik ish ta'sir etuvchi kuch bilan ko'chish orasidagi burchakka ko'ra, manfiy va musbat yoki nolga teng bo'lishi mumkin.
Markazga intilma (qochma) kuchning bajargan ishi	Kuch trayektoriyaga perpendikular bo'lganligidan bajarilgan ish nolga teng bo'ladi.
Energiya	Jismlarning ish bajara olish qobiliyati. Energiya ham ish kabi joularda o'lchanadi. Mexanik, elektr, issiqlik, yorug'lik, atom va h.k. turlari mavjud.
Potensial energiya	Mexanik energiya turi. Jismning vaziyati tufayli ega bo'lgan energiyasi. Yerdan h balandlikda turgan m massali jismning potensial energiyasi: $E_p = mgh$. Birligi k bo'lgan prujinani Δl ga siqilganda (cho'zilganda) potensial energiyasi: $E_p = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2}$.
Kinetik energiya	Mexanik energiya turi. Jismning tezligi tufayli ega bo'lgan energiyasi: $E_k = \frac{mv^2}{2}$.
Mexanik (barcha turdagi) energiyaning saqlanish va aylanish qonuni	Energiya bordan yo'q bo'lmaydi, yo'qdan bor bo'lmaydi. U faqat bir turdan ikkinchi turga aylanadi, xolos.

O'QUV LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH TEXNOLOGIYASI

Fizikadan laboratoriya ishlarini bajarish juda katta ta'limiy va tarbiyaviy ahamiyatga ega. Laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida fizik qonunlarning to'g'riligiga ishonch hosil qilinadi va fizikadan ilmiy tadqiqotlar o'tkazish usullari bilan tanishtiriladi. To'g'ri tashkil etilgan laboratoriya ishlari o'quvchilarni faol fikrlashga undaydi va qo'yilgan masalaga javob topishga o'rgatadi. Laboratoriya mashg'ulotlarida quyidagi o'quv vazifalari amalga oshiriladi:

- O'rganilayotgan qonunlarning to'g'riligini namoyish qilish. Masalan, tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jism tezlanishini aniqlash;
- fizik kattaliklarni o'lchash usulini o'rganib olish. Masalan, og'irlik yoki ishqalanish kuchini o'lchash;
- fizik kattaliklar orasidagi bog'lanish va hodisalar orasidagi qonuniyatlarni topish. Masalan, kuch bilan bosim orasidagi bog'lanish;
- o'lchov asboblardan foydalanish: dinamometr, tarozi, turli manometrlar, termometr va h.k.;
- fizik asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish;
- konstruktorlik va texnik yechimlarni qidirish qobiliyatini rivojlantirish.

Odatda, fizikadan laboratoriya ishlari ikkita shaklda o'tkaziladi: frontal laboratoriya ishlari va fizik amaliyot.

Frontal laboratoriya ishlari bitta mavzuga doir bo'lib, uni sinfdagi barcha o'quvchilar bajaradilar. Dasturda keltirilgan barcha laboratoriya ishlari shu usulda bajarishga mo'ljallangandir. Bunda maktabga faqatgina bir komplekt asboblardan berilgan bo'lsa, shunga o'xshashlarini mustaqil ravishda maktab ustaxonasida tayyorlab olishlari mumkin. Masalan: dinamometr, qiya tekislik, turli moddalardan tayyorlangan brusoklar, shayinli tarozi va h.k.

Fizik amaliyotda o'quvchilar kichik guruhlariga bo'linib, har bir guruh alohida mavzuga bag'ishlangan ishlarni bajaradilar.

Uyda bajariladigan amaliy ishlar da o'quvchilar murakkab bo'lmagan ishlarni uy sharoitida tayyor uy-ro'zg'or buyumlari yoki qo'lda yasalgan asboblardan yordamida bajaradilar.

Frontal laboratoriya ishlarini tashkil etish va o'tkazish

Laboratoriya ishlarini bajarishga oldindan tayyorgarlik ko'rish lozim. Frontal ravishda bajariladigan ishlar uchun kerak bo'ladigan asboblarni majmua shaklida iloji bo'lsa alohida qutilarga solib qo'yish kerak. Qutidagi asboblarni o'quvchi (guruh)larga tarqatish qulay bo'lib, vaqtni tejash imkonini beradi. Ularni bajarish bo'yicha alohida tavsifnoma yozish shart emas. Chunki darslikda uni bajarish tartibi batafsil yoritilgan. Laboratoriya ishini bajarish ketma-ketligi quyidagi tartibda borishi mumkin: kirish suhbat; tajribani o'tkazish va o'lchash natijalarining hisob-kitoblarini chiqarish; ishga yakun yasash.

Kirish suhbat o'quvchilarni laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorlash maqsadida o'tkaziladi. Bunda qisqacha ishning maqsadi va bajarilishida e'tibor

qaratiladigan jihatlari to'g'risida suhbat o'tkaziladi. Asboblardan qanday ishlar va hisobot yozish o'rgatiladi. Kirish suhbatida fizik kattaliklarni o'lchash texnikasi hamda asboblarning o'lchash aniqligiga, xavfsizlik texnikasiga o'quvchilarning e'tibori qaratiladi.

O'quvchilardan tomonidan tajribani bajarish. Tajribani bajarish har bir o'quvchi tomonidan asboblardan bilan tanishishdan boshlanadi. So'ngra, o'lchash ishlarini bajarishga kirishadilar. O'lchash aniqligini oshirish maqsadida aynan bitta kattalikni bir necha marta o'lchab o'rtacha kattaligi topiladi. O'qituvchi aylanib yurib o'quvchilarning ishini kuzatadi va maslahatlarini beradi. O'lchash ishlarini bajarishda ko'pgina o'quvchilardan bir xatolikka yo'l qo'ysalar, masalan, tarozi toshlarini tarozi pallasiga mo'ychinak bilan emas, balki qo'l bilan ushlab qo'ysalar, o'qituvchi barcha o'quvchilarning diqqatini shu masalaga qaratib, uni qanday bajarish kerakligini ko'rsatadi.

Masalan: **2-laboratoriya ishi. Prujina bikrligini aniqlash** nomli ishni bajarishda xatoliklar quyidagicha topiladi.

Tajribalar orqali hisoblab topilgan bikrliklar k_1 , k_2 va k_3 dan o'rtacha $k_{o'rt}$ topiladi:

$$k_{o'rt} = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3}$$

So'ngra har bir o'lchashning absolut xatoligi hisoblanadi:

$$\begin{aligned} \Delta k_1 &= |k_{o'rt} - k_1| = \\ \Delta k_2 &= |k_{o'rt} - k_2| = \\ \Delta k_3 &= |k_{o'rt} - k_3| = \end{aligned}$$

O'rtacha absolut xatolikni quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\Delta k_{o'rt} = \frac{\Delta k_1 + \Delta k_2 + \Delta k_3}{3}$$

Laboratoriya ishi yakunida o'lchash aniqligini baholash maqsadida nisbiy xatolik topiladi:

$$E = \frac{\Delta k_{o'rt}}{k_{o'rt}} \cdot 100\%$$

Hisobotlarni tekshirish va o'quvchilarning laboratoriya ishlarini bajarishganliklarini baholash. Har bir bajarilgan laboratoriya ishi uchun o'quvchilarning daftarlariga qisqacha hisobot yozadilar. Bu hisobotlarni o'qituvchi mazmun jihatidan va yozilish sifatidan sinchiklab tekshirishi kerak. Barcha bajarilgan ishlar baholanishi kerak. Baholashda o'quvchining ishni guruhda bajarishda

qo'shgan hissasi, o'lchangan fizik kattaliklarning aniqligi, hisoblashlarning bajarilish sifati, hisobotiga e'tibor beriladi. Bunda o'quvchining texnika xavfsizligiga rioya qilganligi ham hisobga olinadi.

Ishga yakun chiqarish. Dars yakunida yoki keyingi darsda o'quvchilar daftarlari tekshirib bo'linganidan so'ng, ishlar natijasi muhokama qilinadi. Olingan natija jadvallarda berilgan kattaliklarga albatta mos kelmasligi o'quvchilarga tushuntiriladi. Buning sababi maktablarda ishlatiladigan fizik asboblarning o'lchash aniqligi yuqori bo'lmasligi, o'quvchilarda o'lchash ishlari bo'yicha malaka yetishmasligi, fizik qonuniyatlarni o'rganish bo'yicha tanlangan tajriba turining mukammal emasligi bilan tushuntiriladi.

QIZIQARLI TAJRIBALAR

Qalamdagi qalamtarosh. Birorta qalamni olib uni uchlik tomoni bilan tik holatda muvozanatda turadigan holda qo'yishga harakat qilaylik. Juda ko'p urinishlardan so'ng natija chiqmaganligi sababli hafsalangiz pir bo'lishi mumkin. Lekin uni tik



holatda turishga majbur qiladigan osongina usuli mavjud. Buning uchun qalamtaroshning uchini qalamga kiritamiz. Qalamtaroshni yarim ochiq holda qoldirib, uni tik holda turishiga ishonch hosil qilamiz (rasmga qarang). Qalamtaroshni ko'proq yoki kamroq ochib, uni faqat tik holatda emas, balki og'ma holatda ham ushlab mumkin. Qalamni ustidan salgina turtilsa biroq qiyshayadi, lekin yana muvozanat holatiga qaytadi. Nima sababdan qalamning o'zi uchlik tomoni bilan turmaydi-yu, lekin pichoq bilan birgalikda turadi? Har ikkala holda ham tayanch nuqtasi qalamning uchi

hisoblanadi. Birinchi holda qalamning og'irlik markazi tayanch nuqtasidan yuqorida, ikkinchi holda esa qalam qalamtarosh tizimining og'irlik markazi tayanch nuqtasidan pastda bo'ladi. Shunga ko'ra, qalam qiyshaymoqchi bo'lsa, pichoq va umumiy og'irlik markazi yuqoriga ko'tariladi. Demak, tizimning umumiy potensial energiyasi ortadi. Darslikning statika bo'limida aytilganidek, turg'un muvozanatga tizimning minimal potensial energiyaga ega bo'lganida erishiladi. Pichoqning og'irligi qalamnikidan ko'p bo'lganligidan uni yana pastga, oldingi, ya'ni minimal potensial energiya holatiga qaytaradi.

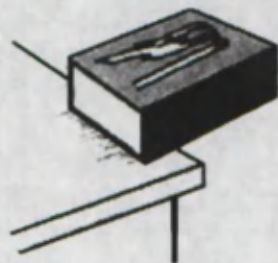
Qiyalik bo'ylab yuqoriga. Darslikning statika bo'limida ayrim jismlarning og'irlik (massa) markazini topish usullari keltirilgan edi. Shunga ko'ra turli jismlarni uchratganimizda ularning massa markazi qaysi joyida joylashganini chamalashimiz mumkin. Shunday bir tajribani o'tkazaylik. Qalin qog'ozdan qaychi va yelim yordamida halqa yasaylik. Uning ichki tomonidagi bitta nuqtasiga yog'och bo'lagi, plastilin yoki saqich bo'lagini yopishtirib qo'yaylik. Ular ko'rinmasligi uchun halqaning ikkala tomonini qog'oz bilan berkitaylik. Qiziqroq bo'lishi uchun unga qosh, ko'z, burun va og'iz chizaylik. Bunda og'iz

yopishtirilgan narsalar ustida bo'ladigan qilib chiziladi. Endi uni stol ustiga qo'yilsa, sizga to'g'ri qarab turadigan holda turadigan bo'ladi. Uni «oyog'i osmondan» qilib qo'yilsa ham yana oldingi holatiga kelib qoladi. Uni, shuningdek, rasmda ko'rsatilganidek qilib kitob chetiga qo'yilgan chizg'ich ustiga qo'yilsa pastga qarab emas, balki yuqoriga tomon harakatlanishi mumkin. Buning uchun uni chizg'ich ustiga — «o'ng ko'zi»ga to'g'ri kelgan nuqtasidan rasmda ko'rsatilganidek qo'yish kerak.

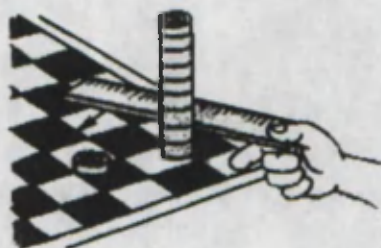


Suv yuqoriga «to'kiladi». Salqin ichimlikdan bo'shagan «baklashka»ni olib, uning tubidan kichik bir tirqishni mix yordamida oching. Teshikka cho'p tiqib undan suv chiqmaydigan qilib berkiting. Hovliga chiqib unga yarim qilib suv soling. Baklashkani bo'ynidan ushlab cho'pni sug'urib oling-da, uni vertikal tekislikda qo'l bilan aylantiring. Bunda baklashkaning yuqori holatdan o'tayotganida suv uning ochiq og'zidan to'kilmasdan, balki tor tirqishdan yuqoriga otilib chiqqanligini kuzatish mumkin. Buning sababi nimada? Buning sababi ham baklashkaning aylanishida. Aylanish davrida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch 33-mavzuda tushuntirilganidek, suvning pastga to'kilishiga yo'l qo'ymaganidek, uni favvora singari otilishiga sababchi bo'ladi.

Sovg'asi so. quticha. Gugurt qutisini olib, uning ichiga og'ir gaykani solib qo'ying. Gaykani iloji boricha quti ichida chetroqqa surib qo'ying. Gugurtni stol chetiga rasmda ko'rsatilganidek qo'ysangiz pastga tushib ketmaydi. Buning sababi nimada? Sababi shundaki, quti gayka tizimining massa markazi tayanch nuqtasidan yuqorida joylashgan. Quti qulay boshlasa, gayka ko'tarila boshlaydi. Shunga ko'ra massa markazi ham ko'tariladi va muvozanat tiklanadi. Mazkur tamoyilga asoslangan holda, ko'p qavatli uylarning ayvon(balkon)lari, xiyobonlardagi haykallar, ko'tarma kranlar va shunga o'xshash narsalar muvozanatda turadi.



Shashka donalari qulab tushmaydi. Shashka donalarini ustma-ust qalab ustuncha hosil qiling. Chizg'ichni olib uning qirrasi bilan eng ustki shashka donasining chetiga uring. Shashka donasi stol ustiga tushadi. Ustunchaning pastki qismi joyida qoladi. Xuddi shunday, navbat bilan keyingi donachalarni ham urib tushirish mumkin.



Tajribani o'zgartiraylik. Shashka donalarini yana ustuncha holda taxlaylik. Chizg'ich qirrasi bilan ustunchaning o'rta qismida turgan shashka donasiga uraylik. Agar zarba

yetarli darajada tez va kuchli bo'lsa, faqat zarba yegan donagina uchib chiqib, qolganlari joyida qoladi.

Shashka donalari bilan yana bitta tajriba. Shashka donalarini stol ustiga bir-biriga tegadigan qilib qator joylashtiraylik. So'ngra eng chetki shashka donasiga gorizontal yo'nalishda chizg'ich bilan keskin zarba beraylik. Siz nima deb o'ylaysiz: narigi chekkasidan nechta shashka donasi uchib ketadi?

Javob. Faqat bittasi uchib ketadi. Sababini tushuntiramiz. Chizg'ich bilan shashka donasiga urilganda unga ma'lum bir miqdorda impuls va energiya beriladi. Bu shashka donasi olgan energiyasini keyingi ikkita shashka donasiga berganida edi, ularning har birining tezligi dastlabki shashka donasi tezligidan kvadrat ildizdan chiqarilgan miqdoricha kam bo'ladi (kinetik energiya formulasini eslang). Agar shashka donasi o'zining impulsini berganida edi, keyingi ikkitaning tezligi dastlabki shashka donasining tezligidan ikki barobar kam tezlikka ega bo'lar edi (jism impulsini formulasini eslang). Ko'rayotibsizmi? Energiyaning saqlanish qonuni bo'yicha topilgan tezlik bilan impulsning saqlanish qonuni bo'yicha topilgan tezliklar o'zaro mos tushmaydi. Lekin ikkala qonun ham bir vaqtda bajarilishi zarur bo'lganligidan, ikkita shashka donasi uchib chiqa olmaydi.

MUNDARIJA

Tayyorgarlikni tekshirish	5
I BOB. Kinematika asoslari	7
Kirish suhbatı	8
1-mavzu. Mexanik harakat	9
2-mavzu. Fazo va vaqt	10
3-mavzu. Skalyar va vektor kattaliklar va ular ustida amallar	13
4-mavzu. To'g'ri chiziqli tekis harakatda bosib o'tilgan yo'l va tezlik	15
5-mavzu. To'g'ri chiziqli tekis harakatda ko'chish	18
6-mavzu. Mexanik harakatning nisbiyligi	19
7-mavzu. Harakatni grafik ravishda ifodalash	22
8-mavzu. Notekis harakatda tezlik	24
9-mavzu. To'g'ri chiziq bo'ylab tekis o'zgaruvchan harakat	28
10-mavzu. Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlanish	30
11-mavzu. Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlik	33
12-mavzu. Notekis harakatda bosib o'tilgan yo'l	35
13-mavzu. Jismlarning erkin tushishi	37
14-mavzu. Yuqoriga tik otilgan jism harakati	39
15-mavzu. Erkin tushishda tezlik. Jismlarning havoda tushishi	41
16-mavzu. Laboratoriya ishi. Tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan jism tezlanishini aniqlash	43
17-mavzu. Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakati	44
18-mavzu. Burchak tezlik. Burchak tezlik va chiziqli tezlik orasidagi bog'lanish	47
19-mavzu. Aylana bo'ylab tekis harakatlanuvchi jism tezlanishi	49
I bobni yakunlash yuzasidan test savollari	52
I bobni takrorlash uchun masalalar	55
Yakuniy suhbat	58
II BOB. Dinamika asoslari	61
Kirish suhbatı	62
20-mavzu. Jismlarning o'zaro ta'sir natijasida harakatga kelishi	63
21-mavzu. Jismlarning inertligi. Massa	65
22-mavzu. Nyutonning birinchi qonuni	67
23-mavzu. Nyutonning ikkinchi qonuni	69
24-mavzu. Laboratoriya ishi. Jism tezlanishining massaga va qo'yilgan kuchga bog'liqligini o'rganish	72
25-mavzu. Nyutonning uchinchi qonuni	74

26-mavzu. Tabiatda kuchlar. Jismning bir nechta kuchlar ta'siridagi harakati	77
27-mavzu. Elastiklik kuchi. Guk qonuni	80
28-mavzu. Elastiklik chegarasi	82
29-mavzu. Laboratoriya ishi. Prujina bikrligini aniqlash	84
30-mavzu. Ishqalanish turlari. Ishqalanish kuchi. Reaksiya kuchi	85
31-mavzu. Tabiatda va texnikada ishqalanish	88
32-mavzu. Laboratoriya ishi. Sirpanish ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash	90
33-mavzu. Nyuton qonunlarining aylana bo'ylab harakatga tatbiqi	92
34-mavzu. Butun olam tortishish qonuni	96
35-mavzu. Tortishish maydoni	98
36-mavzu. Og'irlik kuchi. Og'irlik	100
37-mavzu. Vaznsizlik va ortiqcha yuklamalar	103
38-mavzu. Tortishish maydonida harakatlanish	105
39-mavzu. Birinchi kosmik tezlik. Yerning sun'iy yo'ldoshlari	108
II bobni yakunlash yuzasidan test savollari	110
Yakuniy suhbat	114
II bobni takrorlash uchun masalalar	116
III BOB. Statika	119
Kirish suhbatii	120
40-mavzu. Jismlarning muvozanati	120
41-mavzu. Muvozanat turlari	122
42-mavzu. Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlarning muvozanati. Momentlar qoidasi	124
43-mavzu. Momentlar qoidasiga asoslanib ishlaydigan oddiy mexanizmlar	126
44-mavzu. Laboratoriya ishi. Jismlarning og'irlik markazini aniqlash	129
III bobni yakunlash yuzasidan test savollari	132
Yakuniy suhbat	135
IV BOB. Saqlanish qonunlari	137
Kirish suhbatii	138
45-mavzu. Impuls. Kuch impulsi	138
46-mavzu. Impulsning saqlanish qonuni	141
47-mavzu. Reaktiv harakat	145
48-mavzu. Raketaning tuzilishi va ishlash prinsipi	148
49-mavzu. Kuchning bajarigan ishi	150
50-mavzu. Laboratoriya ishi. Jismni ko'tarishda va masofaga gorizontaal ko'chirishda bajarilgan ishni hisoblash	153
51-mavzu. Potensial va kinetik energiya	154
52-mavzu. Mexanik energiyani saqlanish va aylanish qonuni	157
53-mavzu. Laboratoriya ishi. Mexanik energiyani saqlanish va aylanish qonunini o'rganish	162
IV bobni yakunlash yuzasidan test savollari	163
Yakuniy suhbat	167
O'quv laboratoriya ishlarini bajarish texnologiyasi	168
Qiziqarli tajribalar	170

Turdiyev N.Sh.

Fizika. Fizika fani chuqur o'rganiladigan umumta'lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. – Toshkent: G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2012. – 176 b.

ISBN 978-9943-03-475-4

**УДК 53(075)
КБК 22.3ya72**

Turdiyev Narziquil Sheronovich

FIZIKA 7

**Aniq fanlarga ixtisoslashtirilgan Davlat umumta'lim
maktablarining 7-sinfi uchun darslik**

Muharrir Ma'suda Yo'ldosheva
Badiiy muharrir Shuhrat Mirfayozov
Texnik muharrir Tatyana Smirnova
Musahhah Dona To'ychiyeva
Kompyuterda sahifalovchi Umida Valijonova

Nashr. lis. № 154. 14.08.09. Bosishga 04.12.12-y.da ruxsat etildi. Bichimi 70x100 ¹/₁₆.
Times TAD garniturasi. Ofset bosma. 14,19 shartli bosma toboq. 10,02 nashr toboq'i.
Adadi 5905 nusxa. 517 raqamli buyurtma. Bahosi shartnoma asosida.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining
G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi.
100128. Toshkent, Shayxontohur ko'chasi, 86.

Telefon: (371) 241-25-24, 241-48-62, 241-83-29
Faks: (371) 241-82-69

www.gglit.uz, e-mail: iptd gulom@sarkor.uz, info@gglit.uz