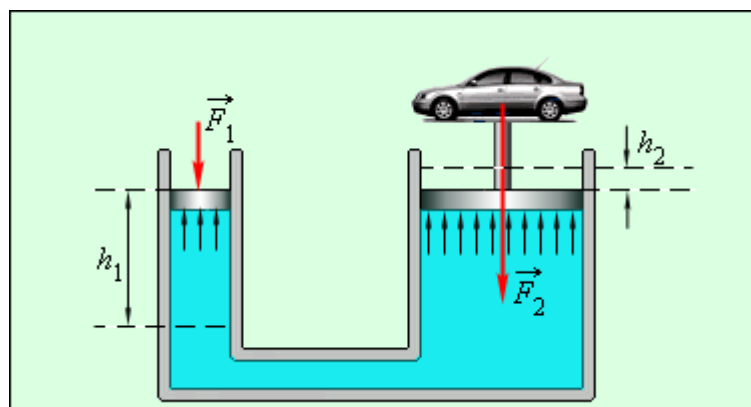


FIZIKA

Oliy o'quv yurtiga kiruvchi abituriyentlar hamda mustaqil o'rganuvchilar uchun.

I



KIRISH

Fizika – jonsiz tabiat haqidagi fandır. U odamlarni o‘rab turgan olamni o‘rganishidagi savollariga javob beradi. Bu bilimlar insoniyat madaniyati va intellektining asosiy qismi hisoblanadi.

Olamda real mavjud bo‘lib, bizni o‘rab turgan hamma narsa: uylar, sanoat inshootlari, mashinalar, qushlar, jonivorlar, baliqlar, o‘simliklar, mikroorganizmlar, suv, havo, yorug‘lik, molekulalar, atomlar, protonlar, elektronlar, radio to‘lqinlar va hokazolar – biz bevosita sezadigan yoki maxsus asboblarda yordamida biladigan hamma narsalar fanda *materiya* deb ataladi.

Materiyaning asosiy xususiyati - uning o‘zgaruvchanligi va harakati dir. Olamdagi barcha o‘zgarishlar - tabiat hodisalari deb ataladi.

Fizika (grekcha physis – tabiat) materiya xususiyatlarini, uning o‘zgarishi (tabiat hodisalari) ni o‘rganadi va hodisalarning o‘zgarishini qonunlar bilan bog‘laydi.

Fizikaning amaliy jihatdan o‘rganilishi, texnikaning rivojlanishiga bu esa insoniyat sivilizasiyasining shakllanishiga olib keldi.

«Mehanika» so‘zi grekcha mechanike so‘zidan olingan bo‘lib, mashinalar qurish haqidagi ta‘limot degan ma‘noni bildiradi.

Mehanika – bu jismlarning o‘zaro ta‘sirlashuvi va harakati haqidagi fandır. Mexanika – fizikaning eng qadimiy bo‘limi xisoblanadi, shuning uchun eng rivojlangan va o‘rganilib bo‘lingan.

Fizika va mexanikaning rivojlanishiga va fan sifatida o‘rganilishiga Aristotel, Arximed, G. Galiley, Ibn Sino, Beruniy, Al Xorazmiylar ulkan xissa qo‘shishgan.

Mexanik harakat va jismlarning o‘zaro ta‘sirlashuvini birinchi bo‘lib ingliz olimi Isaak Nyuton asoslab berdi. Shuning uchun klassik mexanika Nyuton mexanikasi deb ataladi.

Nima uchun mexanikani o‘rganish kerak? Atrofimizni o‘rab turgan olamni o‘rganish uchun: tabiatdagi har qanday hodisa harakat tufayli sodir bo‘ladi; har qanday mexanizmlarning tuzilishi va ishlash prinsiplarini o‘rganish uchun, texnikani rivojlantirish va yangi mashinalar yaratish uchun o‘rganiladi.

KINEMATIKA ASOSLARI

«Kinematika» soʻzi grekcha kinematos – harakat soʻzidan olingan boʻlib, jismning faqat harakatini oʻrganadi. U jismning qanday harakat qilishini va nima uchun jism shunday harakat qilish sabablarini oʻrganmaydi.

Kinematikaning asosiy masalalari quyidagilar:

- a) Jismning harakatlarini matematik formulalar, grafiklar yoki jadvallar yordamida tavsiflash;
- b) Bu harakatni xarakterlovchi kinematic kattaliklarni aniqlash.

Kinematikada harakatlarni tavsiflash uchun maxsus tushunchalar (moddiy nuqta, sanoq sistemasi, traektoriya) va kattaliklar (yoʻl, koʻchish, tezlik, tezlanish) kiritiladi. Bularni bilish faqat kinematikada emas, fizikaning boshqa boʻlimlarida ham muhimdir. Bu tushuncha va kattaliklarni oʻzlashtirib olish kinematikani oʻrganishingizda sizning oldingizda turgan muhim masalalardan biri hisoblanadi. Bundan tashqari siz kinematika usullari bilan tanishishingiz va tushunib olishingiz zarur, kinematika nuqtai nazaridan harakatning bir nechta turlarini oʻrganish va oddiy kinematik masalalarni oʻrganib olish lozim.

MEXANIK HARAKAT

Harakat – materiyaning ajralmas qismidir. Materiyaning asosiy xossalardan biri – harakatdir.

Harakatning eng oddiy turi mexanik harakat boʻlib, bunda bir jism vaqt oʻtishi bilan boshqa jismlarga nisbatan oʻz vaziyatini oʻzgartiradi. Bunday harakatlarga: avtomashinalar, teploxodlar, mototsikllarning harakati, futbol topi va hokkey shaybasining harakati, osmon jismlari, qor va yomgʻir tomchilarining tushishi, samolyot va raketalarning uchishi va hokazolar misol boʻladi. *Vaqt oʻtishi bilan jismning fazodagi vaziyatining boshqa jismlarga nisbatan oʻzgarishi mexanik harakat deb ataladi* (1-rasm).



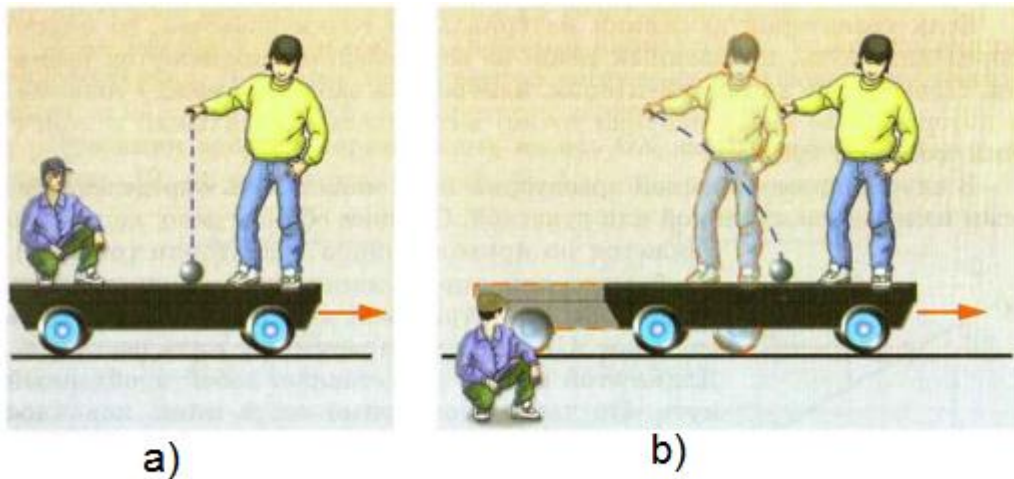
1-rasm

Sanoq sistemasi. Harakatlanayotgan jism vaqt o'tishi bilan boshqa jismlarga nisbatan o'z vaziyatini o'zgartiradi. Qaralayotgan jismning harakati qaysi jismga nisbatan o'rganilayotgan bo'lsa, o'sha jism *sanoq jismi* deb ataladi. Avtomobil ko'cha bo'ylab kelmoqda, deb faraz qilaylik. Bu holda istalgan uy, daraxt, bola, do'konchalar sanoq jismi deb qabul qilinishi mumkin(1-rasm). Harakatlanayotgan boshqa avtomobil yoki mototsikl ham sanoq jismi bo'lishi mumkin.

O'rganilayotgan harakatni tavsiflash uchun vaqt o'tishi bilan jism vaziyatining tanlab olingan sanoq sistemasiga nisbatan qanday o'zgarishinibilish kerak. Buning uchun kordinatalar sistemasi va soat zarur. Kordinatalar boshi sanoq jismiga moslab joylashtiriladi. *Sanoq jismi bilan bog'langan kordinatalar sistemasi va soat sanoq sistemasi deyiladi.*

Sanoq sistemasini tanlash harakatni o'rganayotgan odamga bog'liq.

Har xil sanoq sistemalarda aynan bir xil harakatning traektoriyasi turlichadir. Masalan, harakatlanayotgan platforma (2a-rasm) bilan bog'langan sanoq sistemasida tushayotgan to'pning traektoriyasi – to'g'ri chiziqdan, platformaning yonida (2b-rasm) qo'zg'almas turgan kuzatuvchi bilan bog'langan sanoq sistemasida esa egri chiziqdan iborat.



2-rasm

KINEMATIKANING ASOSIY TUSHUNCHALARI

Moddiy nuqta – bu abstract tushunchadir, uning kiritilishi ko'pgina fizik hodisalarni o'rganishni soddalashtiradi. Biz bu tushunchadan ko'p foydalanamiz, shuning uchun unga ta'rif beramiz.

Qaralayotgan holda o'lchamlari va shaklini hisobga olmasa ham bo'ladigan darajadagi kichik jism moddiy nuqta deb ataladi.

Bu ta'rifni mulohaza qilib ko'raylik. Ta'rifda moddiy nuqta bilan almashtirish mumkin bo'lgan jismlarning absolyut o'lchamlari haqida hech narsa deyilmagan. Bu tasodifiy hol emas: hammasi ular o'lchamlariga va ular orasidagi masofalarga bog'liq.

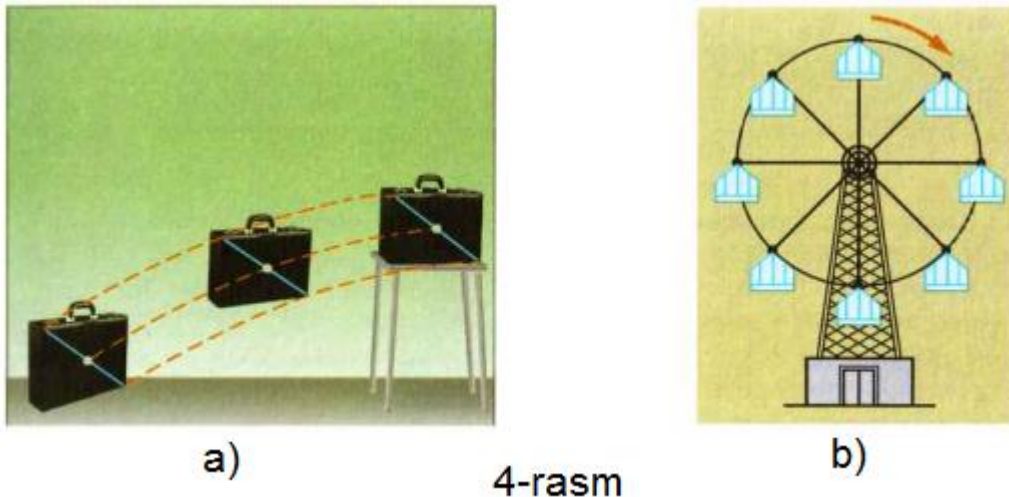
Masalan, Yerning Quyosh atrofida harakatini o'rganayotganda yerni moddiy nuqta deb hisoblash mumkin, chunki Yer bilan Quyosh orasidagi masofa Yerning radiusidan taxminan 25000 marta katta.

Traektoriya deb – jismning xarakati davomida fazoda qoldirgan iziga aytiladi.

Jism harakat boshlangunga qadar uning traektoriyasi ma'lum bo'lishi mumkin. Masalan, temir yo'l izlari poyezdlarning traektoriyasini bildiradi. Ba'zan traektoriyani jismlar harakati haqidagi boshqa ma'lumotlardan aniqlash ham mumkin, masalan, Quyosh sistemasining sayyoralariga uchirilgan kosmik stansiyalarning, Yer sun'iy yo'ldoshlarining harakat traektoriyasi oldindan hisoblab qo'yilgan bo'ladi. 3-rasmda kosmik kemanding Marsga uchishi va Yerga qaytib tushishi mumkin bo'lgan uchish traektoriyalarini ko'rsatilgan. Alohida kattalashtirilgan masshtabda Yer atmosferasining zich qatlamida fazogir joylashgan kabinaning uchish traektoriyasi ko'rsatilgan. Karakat traektoriyaga bog'liq holda to'g'ri chiziqli va egri chiziqli bo'lishi mumkin.



Ilgarilanma xarakat. deb – jismning shunday xarakatiga aytiladiki, unda jismning xamma nuqtalari bir xil traektoriya bo'yicha xarakatlanadi. Masalan, jomadon poldan ko'tarib stol ustiga qo'yilganda; yo'lning to'g'ri chiziqli qismida harakatlanayotgan avtomashina kuzovi; tomosha charxpalagidagi kabina ilgarijanma harakat qiladi.



4-rasm

Ilgarijanma harakatda jismning hamma nuqtalari bir xil traektoriyani tavsiflaydi va bir xil vaqtda birday tezlikda harakatlanib bir xil ko'chadi.

Shuning uchun jismning ilgarijanma harakatini moddiy nuqtaning harakati deb atash mumkin.

Yo'l va ko'chish. Jism (moddiy nuqta) ning harakat traektoriyasi bo'ylab o'tgan masofasi *yo'l* deyiladi. Yo'lni s harfi bilan belgilaymiz.

Jismni boshlang'ich va oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi yo'nalishli to'g'ri chiziq kesmasi *ko'chish* deb ataladi.

Ko'chish \vec{s} harfi bilan belgilanadi va unga harakatning boshlang'ich nuqtasidan oxirgi oxirgi nuqtasiga qarab yo'nalish qo'yiladi.

Ham son qiymati bilan, ham yo'nalishi bilan xarakterlanadigan kattalik vektor kattalik deb ataladi. Demak ko'chish vektor kattalik.

Shunday qilib, *jismning boshlang'ich va oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi vektor ko'chish deb ataladi, u harakatning boshlang'ich nuqtasidan oxirgi nuqtasiga qarab yo'nalgan bo'ladi.*

Yo'nalishga ega bo'lmagan (vektor kattaliklardan farqli ravishda) va faqat son qiymati bilan ifodalanadigan kattaliklar *skalyar kattaliklar* deb ataladi. Skalyar kattaliklarga massa, yuza, vaqt, temperatura, hajm va hokazolar kiradi.

Yo'l va ko'chish tushunchalarini bir-biridan farq qilish kerak. Bu – ikki xil tushunchalardir. Yo'l – skalyar kattalik, ko'chish esa – vektor kattalikdir.

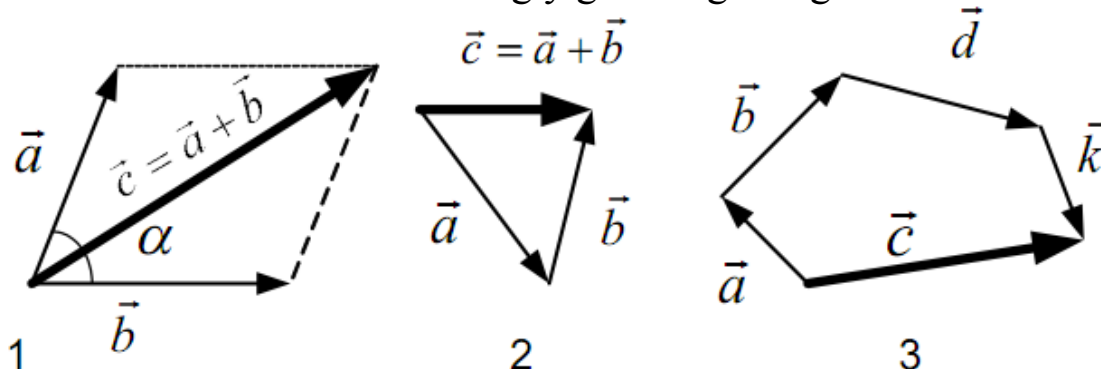
Fizik kattaliklarni bunday guruhlarga bo'lishdan maqsad, skalyar kattaliklar ustida amallar oddiy sonlar kabi bajariladi yoki arifmetik qo'shiladi. Masalan: bir jismning massasi $m_1=5$ kg, ikkinchi jismning massasi $m_2=3$ kg, ikkala jismning birgalikdagi massasi esa $m_1+m_2=8$ kg ga teng.

Vektor kattaliklar yo'nalishga ega bo'lganligi uchun, bunday kattaliklar ustida geometrik amallar bajariladi, ya'ni vektorlarni qo'shish qoidasi orqali hisoblanadi.

VEKTORLAR USTIDA AMALLAR

Vektorlarni qo'shishning ikki usuli mavjud.

1. Parallelogram usuli - \vec{a} va \vec{b} vektorni qo'shish uchun, bu vektorlar yordamida parallelogram xosil qilinadi(5,1-rasm), parallelogramning katta dioganali \vec{a} va \vec{b} vektorning yig'indisiga teng bo'ladi.



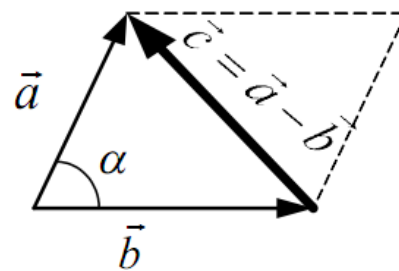
5-rasm

2. Uchburchak usuli - \vec{a} va \vec{b} vektorni uchburchak usuli yordamida qo'shish uchun, birinchi vektorning uchiga ikkinchi vektorni boshini parallel ko'chirib olib kelamiz va birinchi vektor boshidan ikkinchi vektor uchini tutashtiruvchi vektor bu vektorlarning yig'indisiga teng bo'ladi(5,2-rasm). Bu usul bilan bir nechta vektorlarni qo'shish mumkin (5,3-rasm). Bunda $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{d} + \vec{k}$ ga teng.

Vektorlarni qo'shish qoidasi ikki qonunga bo'ysunadi.

1. $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$ o'rin almashtirish.
2. $\vec{c} = (\vec{a} + \vec{b}) + \vec{d} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{d})$ guruhlash qonuni.

Vektorlarni ayirish. \vec{a} vektordan \vec{b} vektorni ayirish uchun, bu vektorlar yordamida parallelogram xosil qilinadi, parallelogramning kichik dioganali \vec{a} va \vec{b} vektorning ayirmasiga teng bo'ladi (6-rasm).



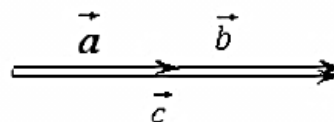
6-rasm

Vektorlarning son qiymati (moduli) kosinuslar teoremasi yordamida aniqlanadi.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$$

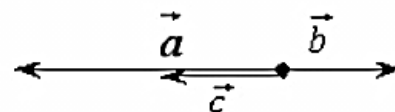
Xususiy hollar

a) **agar** $\alpha = 0^\circ$, $\cos 0^\circ = 1$



$$c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab} = \sqrt{(a + b)^2} = a + b$$

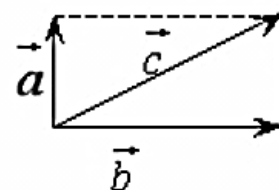
b) **agar** $\alpha = 180^\circ$, $\cos 180^\circ = -1$



$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab} = \sqrt{(a - b)^2} = a - b$$

c) **agar** $\alpha = 90^\circ$, $\cos 90^\circ = 0$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ - Pifagor teoremasi}$$



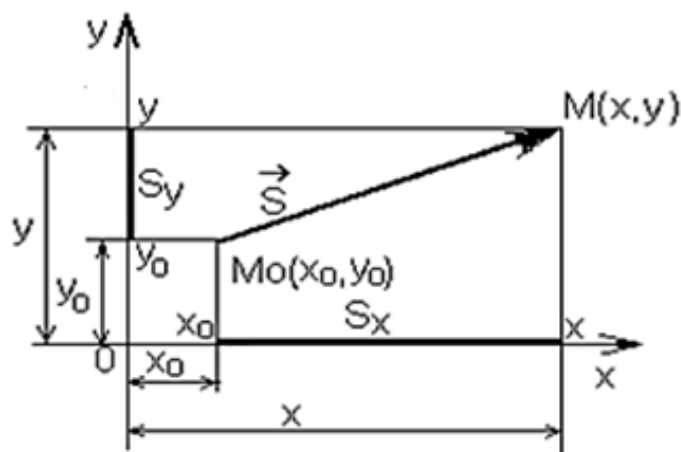
Ko'chish vektori proeksiyasi.

Jismning M_0 nuqtadan M nuqtaga ko'chishini ko'rib chiqamiz (10-rasm). Jismning X o'qi bo'yicha ko'chishi $S_x = x - x_0$ ga teng bo'ladi. Y o'qi bo'yicha ko'chishi esa $S_y = y - y_0$ ga teng. Jismning ko'chishi esa

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

yoki

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



7-rasm

1-mashq

1. Avtomobil uzunligi 109 km bo'lgan aylanma yo'ldan ikki marta marta o'tdi. Avtomobil bosib o'tgan yo'l va uning ko'chishi nimaga teng?
2. Taksida biz pulni yo'lga to'laymizmi yoki ko'chishgami? Samolyotda bir shahardan ikkinchi shaharga uchgandachi?
3. Bola to'pni 1,5 m balandlikdan yerga tashladi. To'p yerga urilib, 0,5 m balandlikka chiqqanida bola uni ilib oldi. To'pning yo'li va ko'chishini toping?
4. Vertolyot gorizontaal ravishda sharq tomon 10 km, so'ngra janub tomonga 8 km, undan keyin g'arb tomonga 12 km, shundan so'ng esa shimol tomonga 8 km uchdi. Vertolyotning yo'li va ko'chishini toping?
5. Quyidagi qaysi hollarda jismni moddiy nuqta deb qarash mumkin?
 - a) Poyezdning bekatga yaqinlashayotganda;
 - b) Poyezdning ikki shahar orasidagi harakatida;
 - c) Odamning honadagi harakatida;
 - d) Qishloq markaziga ketayotgan odamning harakatida;
 - e) To'pning futbol maydonidagi harakatida;
 - f) To'pning diametrini o'lchashda.

TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS HARAKAT

Agar jism (moddiy nuqta) bir xil vaqt oraliqlarida bir xil masofalarni bosib o'tsa bunday harakat **tekis harakat** deb ataladi.

Agarda jism traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa, bunday xarakatga **to'g'ri chizikli xarakat** deyiladi.

To'g'ri chizikli xarakat qilayotgan jism bir xil vaqt oralig'ida bir xil masofani bosib o'tsa bunday xarakatga **to'g'ri chizikli tekis xarakat** deyiladi.

Agar jism (moddiy nuqta) to'g'ri chizikli harakat qilayotgan bo'lsa, bunday harakatni o'rganishimiz uchun bizga shu jismning vaqt birligi ichida bosib o'tgan yo'li muhim bo'ladi, shuning uchun jismning vaqt birligi ichida bosib o'tgan yo'lini aniqlash uchun **tezlik** kiritilgan.

Tezlik deb – vaqt birligi ichida bosib o'tilgan yo'lga aytiladi.

Tezlik vektor kattalik. Demak, tezlik jismning faqat vaqt birligi ichida bosib o'tgan yo'lini emas, u jismning yo'nalishini ham ko'rsatadi. Tezlik vektori yo'nalishi, jismning harakat yo'nalishi bilan mos tushadi. Yuqoridagi mulohazalardan tezlikning quyidagi ta'rifini keltirish mumkin.

Harakatning yo'nalishi va tezkorligi (jadalligi)ni xarakterlovchi fizik vektor kattalikka harakat tezligi deyiladi.

$$\vec{g} = \frac{\vec{S}}{t} \quad (1)$$

Xalqaro birliklar sistemasida tezlik birligi qilib $\frac{m}{s}$ qabul qilingan.

Tezlik $1 \frac{m}{s}$ bo'lganda jism 1s da 1 m masofani bosib o'tadi.

Tezlikning asosiy birligidan tashqari 1 km/soat, 1km/min, 1m/min, 1 km/s va boshqa xosilaviy birliklari qo'llaniladi.

Ko'p xollarda tezlikning xosilaviy birligidan asosiy birligiga o'tishga to'g'ri keladi.

$$1 \frac{km}{soat} = 1 \frac{1000m}{3600s} = \frac{10 m}{36 s} = \frac{1}{3.6} \frac{m}{s}$$

Demak, km/soat dan m/s ga o'tish uchun 3.6 ga bo'lish kerak.

$$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/soat}$$

$$2 \text{ m/s} = 7.2 \text{ km/soat}$$

$$3 \text{ m/s} = 10.8 \text{ km/soat}$$

$$4 \text{ m/s} = 14.4 \text{ km/soat}$$

$$5 \text{ m/s} = 18 \text{ km/soat}$$

$$6 \text{ m/s} = 21.6 \text{ km/soat}$$

$$7 \text{ m/s} = 25.2 \text{ km/soat}$$

$$8 \text{ m/s} = 28.8 \text{ km/soat}$$

$$9 \text{ m/s} = 32.4 \text{ km/soat}$$

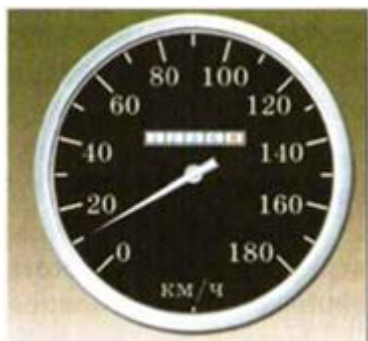
$$10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/soat}$$

$$15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/soat}$$

$$20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/soat}$$

$$25 \text{ m/s} = 90 \text{ km/soat}$$

$$30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/soat}$$



8 -rasm

Tezlikni o'lchash asbobi – tezlikni aniqlash uchun maxsus asbob **spidometr**lar ishlab chiqarilgan, u barcha transport vositalariga o'rnatiladi va harakatlanayotgan tezlikni ko'rsatadi. Bundan tashqari, Davlat yo'l xarakati xavfsizligi inspeksiyasi tomonidan xam harakatlanayotgan avtomobillar tezligini aniqlovchi maxsus asbob ishlab chiqarilgan.

NISBIY XARAKAT

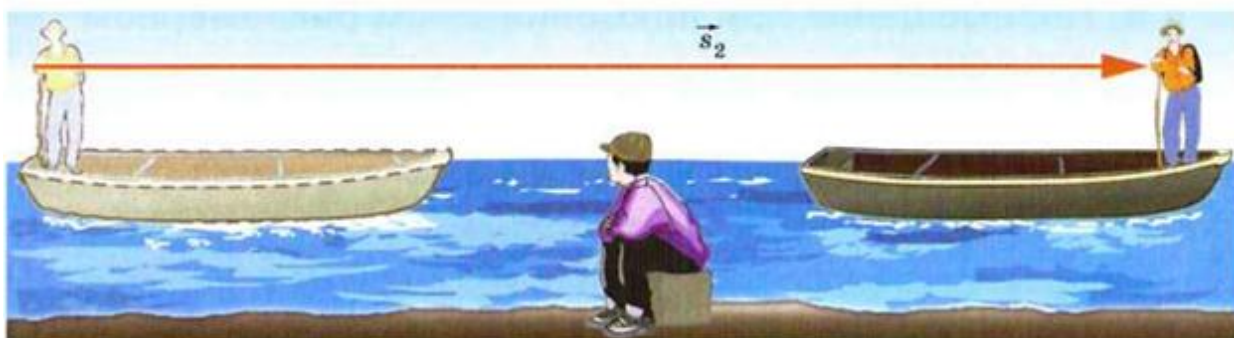
Tabiatdagi barcha xarakatlar nisbiydir. Xar qanday jism boshqa sanoq sistemasiga nisbatan xarakatda yoki tinch bo'lishi mumkin.

Qayiqda turgan odam xarakat boshlab qayiqning quyrug'idan tumshug'iga keldi, shu xarakati davomida qayiqda turgan bolaga nisbatan S_1 masofani bosib o'tdi. Daryo qirg'og'idagi bolaga nisbatan esa S_2 masofani bosib o'tdi. Demak, qayiqdagi odam tezligi qirg'oqdagi bolaga nisbatan tezligi, qayiqdagi bolaga nisbatan tezligidan katta.

Bu misol (traektoriya va ko'chish singari) sanoq sistemasining tanlanishiga bog'liq ekanini ko'rsatadi. Boshqacha aytganda, harakat tezligi – sanoq sistemasining tanlanishiga bog'liq bo'lgan nisbiy kattalidir.



a)



b)

9-rasm

Bir xil sanoq sistemada xarakatlanayotgan ikki jismning bir-biriga nisbatan tezligi quyidagicha:

1. Jismlar bir xil yonalishda xarakatlanayotgan bo'lsa:

$$\mathcal{G}_n = \mathcal{G}_1 - \mathcal{G}_2$$

2. Jismlar qarama – qarshi yo'nalishda xarakatlanayotgan bo'lsa:

$$\mathcal{G}_n = \mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2$$

3. Jismlar bir biriga tik (perpendikulyar) yo'nalishda xarakatlanayotgan bo'lsa:

$$\mathcal{G}_n = \sqrt{\mathcal{G}_1^2 + \mathcal{G}_2^2}$$

4. Jismlar bir biriga nisbatan ixtiyoriy α burchak ostida xarakatlanayotgan bo'lsa:

$$\mathcal{G}_n = \sqrt{\mathcal{G}_1^2 + \mathcal{G}_2^2 - 2\mathcal{G}_1\mathcal{G}_2 \cos \alpha}$$

TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS HARAKATDA KO'CHISH

Ko'chish formulasi. Tezlik formulasidan (1) tekis harakatda jismning ko'chishi harakatlanish vaqtiga to'g'ri proporsionalligi kelib chiqadi.

$$\vec{S} = \vec{g} \cdot t \quad (2)$$

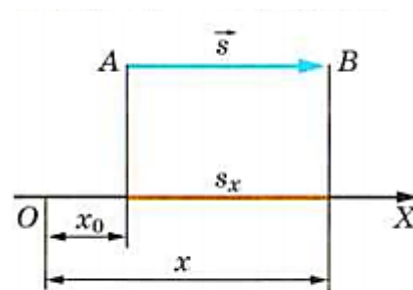
Ko'chish formulasi *harakat tenglamasi* deb ataladi. Hosil qilingan formula – to'g'ri chiziqli tekis harakat tenglamasidir.

Jism X o'qi bo'yicha xarakat qilib x_0 kordinatadan x kordinataga ko'chgan bo'lsa,

Jismning ko'chishi $S=X-X_0$ ga teng bo'ladi. Bundan $X=X_0+S$ tenglik kelib chiqadi. Jismning ko'chishini (2) formula bilan almashtirilsa, to'g'ri chiziqli tekis harakatda yo'l tenglamasi kelib chiqadi.

$$X = X_0 + g \cdot t$$

Bu yerda: X_0 - jismning boshlang'ich kordinatasi
 g - jism tezligi.



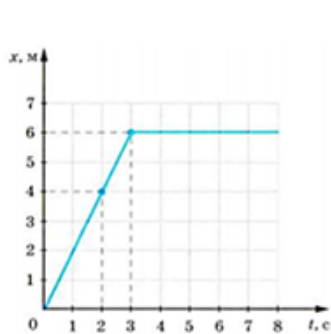
10-rasm

HARAKATNI GRAFIK SHAKLDA TASVIRLASH

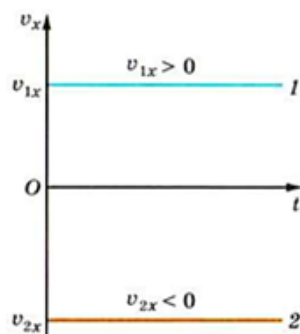
To'g'ri chiziqli tekis xarakatda yo'l grafigi to'g'ri chiziqdan iborat. Agar $x=x(t)$ grafigida, xarakat grafigi gorizontol to'g'ri chiziq bo'lsa, jismning tezligi no'lga teng bo'ladi.

11-rasmdagi grafikda jism xarakatni boshlab 1 sekundda 2 m, keyingi sekundda ham 2 m, uchinchi sekundda ham 2 m masofani bosib o'tdi. Bu jismning birinchi 3 sekunddagi tezligi $2 \frac{m}{s}$. Bu jism 3-sekunddan so'ng to'xtagan shuning uchun tezlik grafigi gorizontol.

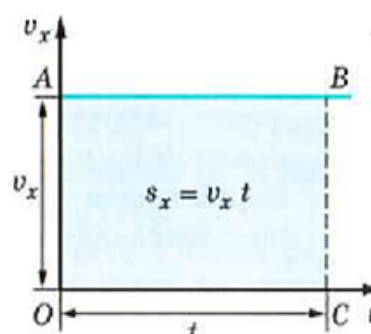
Tekis harakatda tezlik o'zgarmas kattalik bo'lgani uchun tezlik grafigi to'g'ri, vaqt o'qiga parallel (1) bo'ladi (12-rasm).



11-rasm



12-rasm



13-rasm

Jism harakati kordinata o'qining yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'lgan holda tezlik grafigi vaqt o'qidan pastda joylashadi (2).

Tezlik grafigi yordamida jism bosib o'tgan masofani aniqlash mumkin. Biz bilamizki, tekis harakatda jism bosib o'tgan yo'l tezlikni vaqtga ko'paytirilganiga teng: $S=vt$. Bu ko'paytma son jihatdan bo'yalgan (13-rasm) to'g'ri to'rtburchakning yuziga teng, uning tomonlari kordinata o'qi, harakatlanish vaqtiga mos keluvchi tezlik va kordinata grafiklaridan iborat.

2-mashq

1. Samolyotning havoga nisbatan tezligi 800 km/soat. Agar samolyot harakat yo'nalishida esayotgan shamolning tezligi 20 m/s bo'lsa, Yer sirtiga nisbatan qanday tezlik bilan harakatlanadi?
2. Ikki o'zaro perpendicular yo'ldan yuk mashinasi va yengil avtomobil mos ravishda 36 km/soat va 72 km/soat tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Avtomobillar chorrahada uchrashganidan 10 minut o'tgach bir-biridan qanday masofada bo'ladi?

3. Bir-birini 60° burchak ostida kesib o'tuvchi yo'llarda ikkita avtobil bir xil 72 km/soat tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Avtomobillar chorrahada uchrashganlaridan so'ng qancha vaqtdan keyin ular orasidagi masofa 3 km ga teng bo'ladi?
4. Ikkita motorli qayiq daryo bo'ylab bir-biriga qarshi harakatlanmoqda. Oqim tezligi 2 m/s, har bir qayiqning suvga nisbatan tezligi 3 m/s. qayiqlar uchrashganlaridan keyin qancha vaqtdan so'ng ular orasidagi masofa 120 m ga teng bo'ladi? Masalani Yer va qayiqlardan biri bilan bog'langan sanoq sistemasida yeching.
5. Uzunligi 120 m bo'lgan poyezd ko'priki bo'ylab 180 km/soat tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Agar ko'prikning uzunligi 480 m bo'lsa, poyezd qancha vaqtda ko'priknı bosib o'tadi? Bu yerda poyezdni moddiy nuqta deb qarash mumkinmi?

TO'G'RI CHIZIQLI NOTEKIS HARAKAT

Avvalgi mavzuda qarab chiqilgan to'g'ri chiziqli tekis harakat nisbatan kam uchraydi. Jism o'z yo'lining kichik qismidagina tekis va to'g'ri chiziqli harakat qiladi, qolgan qismlarida esa uning tezligi o'zgaradi. *To'g'ri chiziqli notekis xarakat* deb – bir xil vaqt oralig'ida xar xil masofani bosib o'tadigan xarakatga aytiladi.

Yuqoridagi ta'rifdan, Tezligi moduli bo'yicha o'zgaruvchan harakat *notekis harakat* ekanligi kelib chiqadi. Shuning uchun bunday jismlar xarakatini o'rganishda butun xarakat davomidagi o'rtacha tezligini aniqlashni muhim hisoblanadi.

$$\boxed{\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{S_b}{t_b}} \quad (2)$$

S_b – butun bosib o'tilgan yo'l;

t_b - butun yo'lnı bosib o'tish uchun ketgan vaqt;

1. Jism S_1 masofani bosib o'tish uchun t_1 vaqt, S_2 masofani bosib o'tish uchun t_2 vaqt, S_3 masofani bosib o'tish uchun $t_3 \dots$ sarfladi. Bunda butun harakat davomidagi o'rtacha tezlik quyidagicha.

$$\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots}$$

2. Agar jism butun yo'lining yarmini \mathcal{G}_1 tezlik bilan, yo'ning ikkinchi yarmini \mathcal{G}_2 tezlik bilan bosib o'tgan bo'lsa, o'rtacha tezlik quyidagicha aniqlanadi.

$$S_b = S_1 + S_2 = \frac{S}{2} + \frac{S}{2} = S ;$$

$$t_b = t_1 + t_2 = \frac{S}{2\mathcal{G}_1} + \frac{S}{2\mathcal{G}_2} = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1\mathcal{G}_2} \right)$$

$$\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{S_b}{t_b} = \frac{S}{\frac{S}{2} \cdot \left(\frac{\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1\mathcal{G}_2} \right)} = \boxed{\frac{2\mathcal{G}_1\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2}} \quad (3)$$

Demak $S_1=S_2$ bo'lgan barcha xollarda o'rtacha tezlik (3) formula yordamida aniqlanadi.

3. Agar jism harakatlanish vaqtining yarmini \mathcal{G}_1 tezlik bilan, vaqtning ikkinchi yarmini \mathcal{G}_2 tezlik bilan bosib o'tgan bo'lsa, o'rtacha tezlik quyidagicha aniqlanadi.

$$S_b = S_1 + S_2 = \mathcal{G}_1 \frac{t}{2} + \mathcal{G}_2 \frac{t}{2} = \frac{t}{2} (\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2)$$

$$t_b = \frac{t}{2} + \frac{t}{2} = t$$

$$\mathcal{G}_{o'rt} = \frac{S_b}{t_b} = \frac{\frac{t}{2} (\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2)}{t} = \frac{\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2}{2} \quad (4)$$

Demak, harakat vaqtlari teng ($t_1 = t_2$) bo'lgan barcha hollarda o'rtacha tezlik (4) formula bilan aniqlanadi.

Notekis xarakatda tezlik o'zgarib turganligi uchun, butun yo'ldagi o'rtacha tezlikdan tashqari, xarakat traektoriyasining malum bir qismidagi tezligini aniqlashga to'g'ri keladi, shuning uchun oniy tezlik tushunchasi kiritilgan.

Oniy tezlik deb – jism yoki moddiy nuqta xarakat traektoriyasining malum bir nuqtasidagi yoki juda qisqa vaqt oralig'idagi tezligiga aytiladi.

$$g_{oniy} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (5)$$

Δt - juda xam qisqa vaqt oralig'i yoki traektoriyaning malum nuqtasini bosib o'tish uchun ketgan vaqt

ΔS - Δt vaqtda bosib o'tilgan yo'l;

Oniy tezlik jismning butun xarakati xaqida malumot bermaydi, faqat qaralayotgan nuqtadagi tezlikni ifodalaydi.

TO'G'RI CHIZIQLI TEKIS O'ZGARUVCHAN HARAKAT

Notekis harakatning keng tarqalgan ko'rinishlaridan biri – tekis o'zgaruvchan harakatdir.

Jism tezligining o'zgarishi vaqt birligi ichida miqdor jihatdan bir xil ortishi yoki kamayishi mumkin, u holda jism xarakati *tekis o'zgaruvchan xarakat* deyiladi.

Tezlanish – vektor kattalik bo'lib, vaqt birligi ichida jism tezligining o'zgarishiga aytiladi.

$$a = \frac{g - g_0}{t} \quad (6)$$

a - tezlanish;

g - jismning oxirgi tezlanishi;

g_0 - jismning boshlang'ich tezligi;

t – jismning tezligi g_0 dan g gacha o'zgarishi uchun sarflangan vaqt;

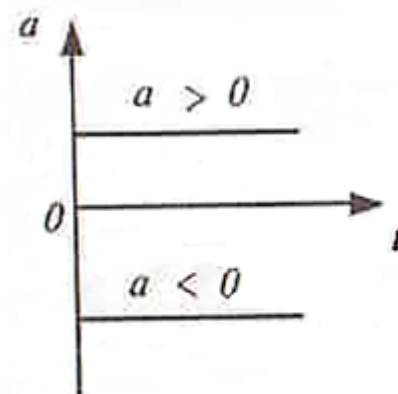
Tezlanish o'lchov birligi xalqaro birliklar sistemasida; 1m/s^2 – bo'lib shunday tezlanish bilan xarakatlangan jism tezligi 1 s da 1 m/s ga o'zgaradi.

($a > 0$, $a = \text{const}$) Tekis tezlanuvchan harakat grafigi (14-rasm).

($a < 0$, $a = \text{const}$) Tekis sekinlanuvchan harakat grafigi.

Tekis o'zgaruvchan harakat tezligi vaqt birligi ichida ortib borsa, teklik yo'nalishi (g) bilan tezlanish yo'nalishi (a) *bir xil bo'ladi*.

Agar tezlik kamayib borsa, tezlik va tezlanish yo'nalishlari *qarama-qarshi bo'ladi*.



14-rasm

Tekis o'zgaruvchan harakatda tezlik.

Tezlanish formulasi (6) dan quyidagi formulalar kelib chiqadi.

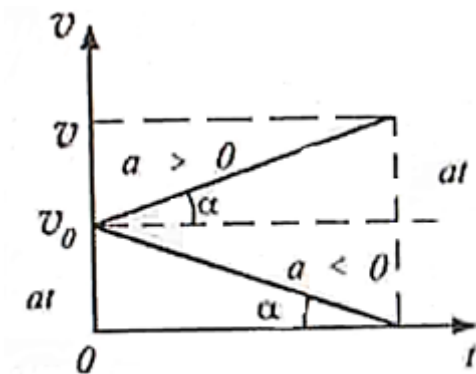
$$\text{Jismning boshlang'ich tezligi} - \mathcal{G}_0 = \mathcal{G} - at \quad (7)$$

$$\text{Jismning oxirgi tezligi} - \mathcal{G} = \mathcal{G}_0 + at \quad (8)$$

$$\text{Vaqt} - t = \frac{\mathcal{G} - \mathcal{G}_0}{a} \quad (9)$$

(8) formula tekis tezlanuvchan harakatda *tezlik tenglamasi* deyiladi.

Tekis o'zgaruvcha harakatda tezlik grafigi.



15-rasm

$a > 0$ tekis tezlanuvchan harakatda tezlik grafigi (15-rasm).

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 + at$$

$a < 0$ tekis sekinlanuvchan harakatda tezlik grafigi.

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 - at$$

$$tg\alpha = \frac{at}{t} = a \quad - \text{demak, tezlanish}$$

qancha katta bo'lsa, α burchak ham shuncha katta bo'ladi.

Tezlik grafigidan quyidagilarni aniqlash mumkin:

- 1) Har qanday vaqt momentidagi t jism tezligini \mathcal{G} ;
- 2) Tezlanishni a ;
- 3) Ko'chishni \vec{s} ;
- 4) Tezlik $\vec{\mathcal{G}}$ va tezlanish \vec{a} yo'nalishlarini.

JISMNI TEKIS O'ZGARUVCHAN HARAKATIDA BOSIB O'TGAN YO'LI.

Tekis o'zgaruvchan xarakatda jism tezligi vaqt birligi ichida bir xil miqdorda ortadi yoki kamayib boradi, shuning uchun tekis o'zgaruvchan xarakatda o'rtacha tezlikni quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$g_{o'rt} = \frac{g_0 + g}{2} \quad (10)$$

(2') formula yordamida tekis o'zgaruvchan xarakatda yo'l formulasini aniqlaymiz.

$$S = g_{o'rt} \cdot t = \frac{g_0 + g}{2} \cdot t \quad (11)$$

$$S = g_{o'rt} \cdot t = \frac{g + g_0}{2} \cdot \frac{g - g_0}{a} = \boxed{\frac{g^2 - g_0^2}{2a}} \quad (12)$$

$$S = g_{o'rt} \cdot t = \frac{g_0 + at + g_0}{2} \cdot t = (g_0 + \frac{at}{2})t = \boxed{g_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}} \quad (13)$$

(2'); (11); (12); (13); formulalar tekis o'zgaruvchan xarakatda yo'l formulalari hisoblanadi.

Tekis o'zgaruvchan harakat tenglamasi.

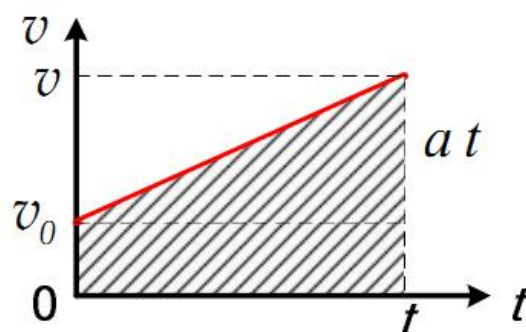
Grafikdagi shakl (uchburchak yuzi + to'rtburchak yuzi) yuzi son jihatdan jismning **ko'chishiga** (bosib o'tilgan yo'lga) teng bo'ladi (16-rasm).

Ko'chish formulasi

$$S = g_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

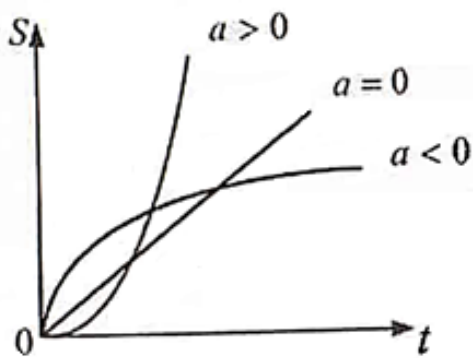
$$x = x_0 + S_x \Rightarrow x = x_0 + g_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

Ushbu ifoda, tekis o'zgaruvchan harakat tenglamasi deb tataladi.



16-rasm

Yo'l grafigi.



17-rasm

$a > 0$ tekis tezlanuvchan harakat yo'l grafigi (17-rasm);

$$S = \mathcal{G}_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$a = 0$ tekis harakat yo'l grafigi;

$$S = \mathcal{G}t$$

$a < 0$ tekis sekinlanuvchan harakat yo'l grafigi;

$$S = \mathcal{G}_0 t - \frac{at^2}{2}$$

Tekis o'zgaruvchan harakat asosiy formulalari.

$a > 0$		$a < 0$
$\mathcal{G}_0 \neq 0$	$\mathcal{G}_0 = 0$	$\mathcal{G}_0 \neq 0$
$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 + at$	$\mathcal{G} = at$	$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 - at$
$S = \mathcal{G}_0 t + \frac{at^2}{2}$	$S = \frac{at^2}{2}$	$S = \mathcal{G}_0 t - \frac{at^2}{2}$
$x = x_0 + \mathcal{G}_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$	$x = x_0 + \frac{a_x t^2}{2}$	$x = x_0 + \mathcal{G}_{0x} t - \frac{a_x t^2}{2}$
$2aS = \mathcal{G}^2 - \mathcal{G}_0^2$	$2aS = \mathcal{G}^2$	$-2aS = \mathcal{G}^2 - \mathcal{G}_0^2$

JISMLARNING ERKIN TUSHISHI

Jismlarning erkin tushishi va yuqoriga tik otilgan jismning harakati to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatga yaqqol misol bo'ladi. Jismlarning bunday harakatini Italiya olimi *Galileo Galilei* (1564-1642) XVI asr oxirida o'rgangan.

Galiley erkin tushayotgan jismning harakati tekis tezlanuvchan harakat ekanini aniqlagan. U Piza minorasidan jismni tashlab, uning yerga tushish vaqtini va minora balandligini o'lchash orqali tushish tezlanishini hisoblab topgan (18-rasm). Uning hisoblariga ko'ra, balandlikdan tashlangan jism $9,81 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan yerga tushadi.

Qo'limizdagi toshni qo'yib yuborsak, u yerga erkin tushadi. Lekin qog'oz parchasi yoki qush patina qo'yib yuborsak, ular yerga tez tushmaydi, ya'ni havoda biroz uchib, sekin-asta yerga tushadi. Qog'oz va qush patining yerga tushishiga havo qarshilik qiladi (19a-rasm).

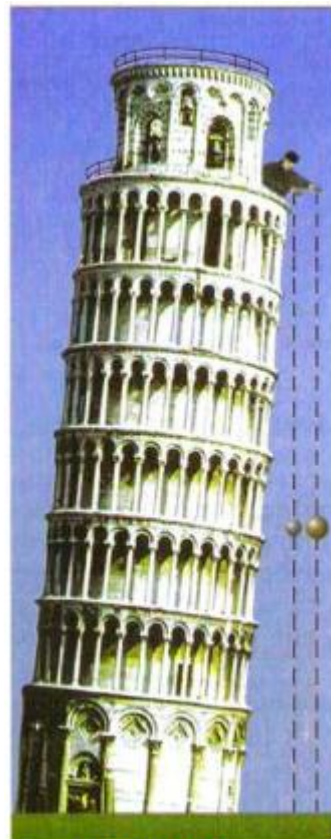
Jismning havosiz joyda faqat Yerning tortishi ta'siridagi harakati **erkin tushish** deb ataladi (19v-rasm).

Zichligi katta bo'lgan tosh, metal sharcha kabi jismlarning tushishida havoning qarshiligini hisobga olmasa ham bo'ladi. Ularning tushishini erkin tushish deb hisoblash mumkin.

Erkin tushayotgan jismning tezlanishi o'zgarmas kattalik bo'lib, bu kattalik **erkin tushish tezlanishi** deb ataladi va g harfi bilan belgilanadi:

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

Real olib qaralganda jismlarga havoning qarshiligi ta'sir qiladi, va har xil massali va hajmli jismlar xar xil vaqtda tushadi.



18-rasm



19-rasm

Erkin tushish tezlanishi g nimalarga bog'liq?

- 1) Geografik kenglikka ($g_{qutb} > g_{ekvator}$. Shaharning kengligiga shimolda $g=9,80665 \text{ m/s}^2$);
- 2) Yerdan qanday balandligiga (H balandlikda g kamayadi);
- 3) Yer zichligiga;
- 4) Sayyoraga (sayyoralarda g har xil).

Erkin tushish va yuqoriga tik otilgan jism harakatining asosiy formulalari:

Vertikal harakatda ham tekis o'zgaruvchan harakat formulalari o'rinli bo'ladi, faqat vertikal harakat tezlanishi $a=g$ ga teng bo'ladi, bosib o'tgan yo'li $S=H$ esa balandlikka teng bo'ladi.

Erkin tushishda		Yuqoriga tik otilganda
$v_0 \neq 0$	$v_0 = 0$	$v_0 \neq 0$
$v = v_0 + gt$	$v = gt$	$v = v_0 - gt$
$S = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$	$S = \frac{gt^2}{2}$	$S = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
$y = y_0 + v_{0,y} t + \frac{gt^2}{2}$	$y = y_0 + \frac{gt^2}{2}$	$y = y_0 + v_{0,y} t - \frac{gt^2}{2}$
$2gH = v^2 - v_0^2$	$2gH = v^2$	$-2gH = v^2 - v_0^2$

EGRI CHIZIQLI XARAKAT

H balandlikdan gorizont otilgan jism xarakati(20-rasm).

Jism ikkita xarakatda ishtirok etadi.

1. X o'qi bo'yicha gorizont tekis xarakat qiladi.
2. Y o'qi bo'yicha erkin tushadi.

Xarakat traektoriyasi parabladan iborat bo'ladi. Tezlik yo'nalishi esa traektoriyaning har bir nuqtasida urinma bo'ladi.

Jismning x o'qi bo'yicha gorizont harakati esa bu yo'nalishda hech qanday kuch ta'sir etmaganligi uchun boshlang'ich tezligi bilan tekis harakat qiladi. $\mathcal{G}_x = \mathcal{G}_0$

Jismning y o'qi bo'yicha vertikal harakati tekis tezlanuvchan bo'ladi, chunki jismga Yerning tortish kuchi ya'ni og'irlik kuchi ta'sir qiladi va u quyidagicha aniqlanadi. $\mathcal{G}_y = gt$

Tezlikning haqiqiy qiymati esa gorizont va vertikal tashkil etuvchilar orqali quyidagich bo'ladi.

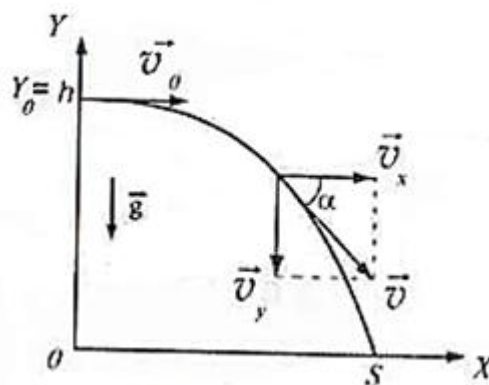
$$\mathcal{G} = \sqrt{\mathcal{G}_x^2 + \mathcal{G}_y^2}; \text{ bundan } \mathcal{G} = \sqrt{(gt)^2 + \mathcal{G}_0^2}$$

Tezlikning gorizont bilan xosil qilgan burchagi α :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{gt}{\mathcal{G}_0} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{\mathcal{G}_0} \Rightarrow \mathcal{G}_0 = \frac{gt}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Uchish vaqti:
$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

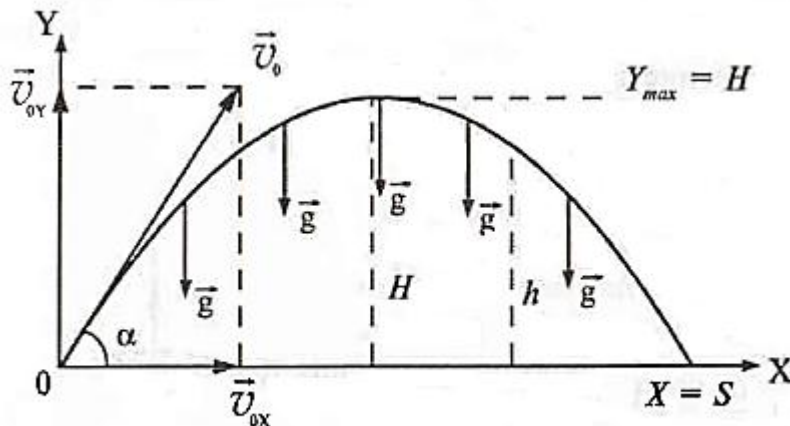
Uchish uzoqligi:
$$S = \mathcal{G}_0 \cdot t = \mathcal{G}_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



20-rasm

Gorizontga α burchak ostida otilgan jism xarakati:

Jism xarakati murakkab bo'lib ikkita xarakatda ishtirok etadi (21-rasm). Xarakat traektoriyasi paraboladan iborat bo'ladi.



21-rasm

1. X o'qi bo'yicha gorizonttal uchadi.
2. Y o'qi bo'yicha yuqoriga ko'tariladi.

Shuning uchun jism xarakatini o'rganishda tezlik vektorini ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz.

$\mathcal{G}_x = \mathcal{G}_0 \cos \alpha$ - gorizonttal tashkil etuvchisi;

$\mathcal{G}_y = \mathcal{G}_0 \sin \alpha$ - vertikal tashkil etuvchisi.

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning vertikal harakati yerni tortish kuchi ta'sirida, ko'tarilishda tekis sekinlanuvchan, traektoriyaning eng baland nuqtasida nolga teng, tushishda esa tekis tezlanuvchan bo'ladi. Shuning uchun maksimal ko'tarilish balandligi va uchish uzoqligini aniqlashda tekis o'zgaruvchan harakat formulalaridan foydalaniladi.

Ko'tarilish balandligi:
$$H = \frac{\mathcal{G}_v^2}{2g} = \frac{\mathcal{G}_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Ko'tarilish vaqti:
$$t_{ko'tarilish} = \frac{\mathcal{G}_v}{g} = \frac{\mathcal{G}_0 \sin \alpha}{g};$$

To'la uchish vaqti esa:
$$t = 2 \cdot t_{ko'tarilish} = \frac{2\mathcal{G}_0 \sin \alpha}{g}$$

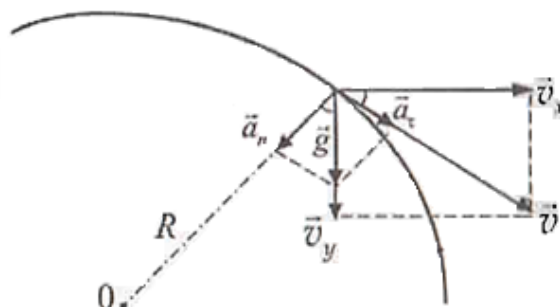
Gorizontga burchak ostida otilgan jismning gorizont harakati tekis bo'ladi. Garizontal uchish uzoqligini tekis harakatda yo'l formulasidan aniqlaymiz:

$$\text{Uchish uzoqligi: } S = \mathcal{G}_g \cdot t = \mathcal{G}_0 \cdot t \cos \alpha = \mathcal{G}_0 \cos \alpha \frac{2\mathcal{G}_0 \sin \alpha}{g} = \boxed{\frac{\mathcal{G}_0^2 \sin 2\alpha}{g}}$$

EGRI CHIZIQLI TRAEKTORIYA RADIUSI.

Egri chiziqli traektoriyaning ixtiyoriy nuqtasining egrilik radiusini ko'rib chiqamiz. Bunday traektoriya bo'ylab harakat qilayotgan jismning tezlanishi g ga teng va vertikal pastga yo'nalgan, uni ikkita tashkil etuvchi a_n va a_τ ga ajratamiz.

Qaralayotgan nuqtadagi tezlik esa traektoriyaga urinma bo'lib, tezlikning ham ikki v_x va v_y tashkil etuvchisi mavjud(22-rasm).



22-rasm

Tezlik va tezlanish vektorlaridan uchburchaklar xosil qilamiz, va bu uchburchaklar o'xshashligidan quyidagi munosabatlar kelib chiqadi.

$$\frac{a_n}{g} = \frac{v_x}{v}; \quad \text{bundan } a_n = \frac{v^2}{R} \text{ ekanligini xisobga olib, } \frac{v^2}{Rg} = \frac{v_x}{v} \text{ tenglikni}$$

hosil qilamiz. Yuqoridagi tenglikdan R ni aniqlasak: $R = \frac{v^3}{v_x g}$.

Traektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi tezlik $v=v_x$ ga teng. Shuning uchun, traektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiusi: $R = \frac{v_x^2}{g}$.

3-mashq

1. Avtomobil joyidan qo'zg'aldi va tog'ri chiziq bo'ylab tekis tezlanuvchan harakat qilib 15 s dan so'ng 54 km/soat tezlikka erishdi. Avtomobilning harakatlanish tezlanishini va u bosib o'tgan masofani aniqlang.
2. Avtomobil 72 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Haydovchi chorrahada sariq chiroqni ko'rib, tormoz tepkisini bosdi. Avtomobil 5 s dan so'ng to'xtaydi. Avtomobilning tormoz yo'lini va uning harakatlanish tezlanishini hisoblang.
3. Jism 20 m/s tezlik bilan yuqoriga vertikal otiladi. U qanday eng yuqori balandlikka ko'tariladi va necha sekunddan so'ng Yerga qaytib tushadi?
4. Raketa otib signal beruvchi to'pponchadan raketa yuqoriga vertikal 200 m/s tezlik bilan uchib chiqadi. Raketa moduli $g=10 \text{ m/s}^2$ bo'lgan tekis sekinlanuvchan tezlanish bilan ko'tariladideb hisoblab, uning maksimal ko'tarilish balandligini aniqlang. Havoning qarshiligini hisobga olmang.
5. Yuqoriga vertikal otilgan jism deraza yonidan 18,9 m/s tezlik bilan o'tib ketdi. Shu jism pastga qaytib tushyotganda deraza yonidan qanday qanday tezlik bilan o'tadi? (Tezlik vektori yuqoriga vertikal yo'nalgan deb xisoblang).
6. Tosh gorizontol yo'nalishda 15 m/s tezlik bilan otilgan. 0,30 s dan keyin tosh tezligining gorizontol va vertikal tashkil etuvchilari qanday bo'ladi? Qancha vaqtda so'ng tosh tezligi gorizontga nisbatan 45° burchak ostida yo'nalgan bo'ladi? Erkin tushish tezlanishini 10 m/s^2 ga teng deb hisoblang.
7. Uchish uzoqligi tushish balandligiga teng bo'lishi uchun jismni H balandlikdan qanday tezlik bilan gorizontol otish kerak?

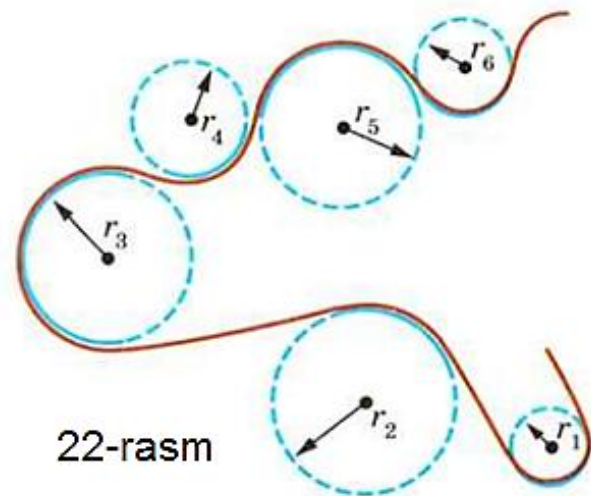
AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKAT.

Yuqoridagi mavzularda to'g'ri chiziqli tekis xarakat, notekis xarakat va egri chiziqli xarakat turlari xaqida malumotlarga ega bo'ldingiz.

Navbatdagi xarakat turi aylana bo'ylab xarakat, bu xarakat turi xam egri chiziqli xarakatning bir turi xisoblanadi. Aylana bo'ylab xarakat inson xayotida xam muhim ahamiyatga ega. Chunki barcha xarakatlanuvchi vositalar (avtomobillar, poyezdlar, velosiped mototsikl ...) ning xarakati aylana xaraki tufayli vujudga keladi. Shunday ekan aylana bo'ylab xarakatni o'rganish juda muhim ahamiyatga ega.

Egri chiziqli harakatlarning hamma turlarini o'rganish mumkin emas, mumkin bo'lganda ham zarurat yo'q: deyarli istalgan egri chiziqli harakatni aylana yoylari bo'yicha sodir bo'layotgan harakatlar ketma-ketligi kabi tasavvur qilish mumkin (22-rasm).

Shuning uchun biz oldin moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatini o'rganamiz. Olingan qonuniyatni esa (agar mumkin bo'lsa) egri chiziqli harakatlarning boshqa turlariga qo'llaymiz.



22-rasm

MODDIY NUQTANING AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATI.

Soat millarining harakatini, tekis harakat qilayotgan velosiped yoki avtomobil g'ildiragining harakatini aylanma tekis harakat deyish mumkin.

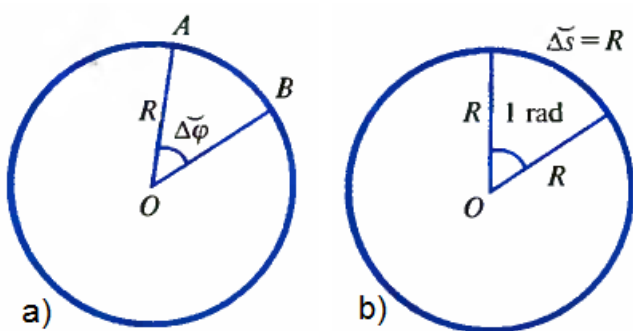
Agar moddiy nuqta aylana bo'ylab ixtiyoriy vaqtlar orasida teng yoylarni bosib o'tsa, bunday harakat aylanma tekis harakat deyiladi.

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakati deganda aylanma harakat qilayotgan jismning biror nuqtasi ko'zda tutiladi. Masalan, soat milining ma'lum bir nuqtasini, aytaylik uchini moddiy nuqta deb qarash mumkin. Velosiped yoki avtomobil g'ildiragining o'qidan ma'lum bir uzoqlikdagi nuqtasini ham moddiy nuqta deb olsa bo'ladi. Bunda

g'ildirakning aylanma harakati yerga nisbatan emas, balki velosiped yoki avtomobil korpusiga nisbatan qaraladi.

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakatlanishini xarakterlash uchun ikkita maxsus kattalik kiritilgan: chastota va aylanish davri.

Faraz qilaylik, moddiy nuqta aylana bo'ylab tekis harakatlanib, t_1 paytda A vaziyatda (23a-rasm), t_2 paytda esa B vaziyatda bo'lsin. Aylana markazidan moddiy nuqtaga o'tkazilgan radius, bu vaqtda φ burchakni chizadi, bu *burchakli ko'chish* deb ataladi.



23-rasm

Xalqaro birliklar sistemasida burchakli ko'chish radianlarda ifodalanadi.

Radian – aylananing ikki radiusi orasidagi markaziy burchagi bo'lib, ular orasidagi yoy uzunligi – radius uzunligiga teng. Uning qisqacha belgilanishi – 1rad (23b-rasm).

Moddiy nuqtaning aylanish markazi atrofida bir sekund ichidagi aylanishlar soni aylanish chastotasi deyiladi. Aylanishlar chastotasini grekcha ν (nyu) harfi bilan belgilash qabul qilingan:

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

Bunda: N – t vaqtda bo'lib o'tgan aylanishlar soni.

Xalqaro birliklar sistemasida chastota birligi qilib sekindiga bir marta aylanish qabul qilingan. U qisqacha $1s^{-1}$ ko'rinishida belgilanadi.

Nuqtaning aylana bo'ylab bir marta aylanib chiqishiga ketgan vaqt aylanish davri deb ataladi. Davr T harfi bilan belgilanadi:

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

Xalqaro birliklar sistemasida davr birligi qilib sekund – 1s qabul qilingan.

Davr va chastota – o'zaro teskari bo'lgan kattaliklar ekanligini sezish qiyin emas:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad \text{va} \quad T = \frac{1}{\nu}$$

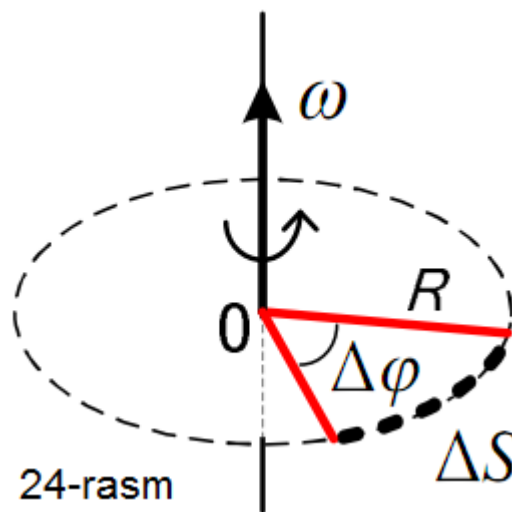
Aylana bo'ylab harakatning boshqa harakat turlaridan farqi shundaki, bu harakatda moddiy nuqta vaqt o'tishi bilan aylana yoyi

bo'ylab qandaydir masofani bosib o'tishdan tashqari, $\Delta\varphi$ burchakka buriladi(24-rasm). *Moddiy nuqtaning vaqt birligi ichida burchakli ko'chishiga (burilish burchagiga) burchakli tezlik deb ataladi.*

Burchakli tezlikni ω (omega) harfi bilan belgilash qabul qilingan:

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

Xalqaro birliklar sistemasida burchakli tezlik birligi qilib, shunday aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jismning tezligi qabul qilinganki, bunda har bir sekundda 1 radian burchakli ko'chish sodir bo'ladi. Burchakli tezlikning bu



birligini sekundiga radian deyiladi va $[1 \frac{rad}{s}]$ ko'rinishida belgilanadi.

Jismning φ burchakli ko'chishi T davr ichida 2π ga teng. Shuning uchun burchakli tezlik $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va $T = \frac{1}{\nu}$ ni hisobga olib $\omega = 2\pi\nu$ ni hosil qilamiz.

Aylana bo'ylab tekis harakatda moddiy nuqtaning burchakli tezligi o'zgarmas ($\omega = \text{const}$) bo'ladi.

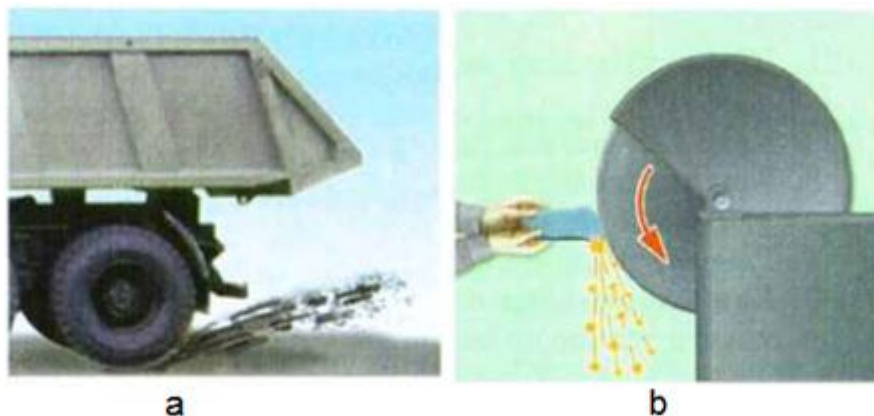
AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATLANAYOTGAN JISMNING CHIZIQLI TEZLIGI.

Jism aylanma harakatda ma'lum Δt vaqt davomida ΔS uzunlikdagi yoyni bosib o'tadi.

Aylanma tekis harakat qilayotgan jismning vaqt birligida bosib o'tgan yoy uzunligi bilan o'lchanadigan kattalik chiziqli tezlik deb ataladi:

Moddiy nuqta aylana bo'ylab harakatida oniy tezlik aylananing istalgan boshqa nuqtasida urinma bo'yicha yo'nalgan. Bunga aylanayotgan charx toshga po'lat buyumning ichini tekizib ishonch hosil qilish mumkin. Toshdan ajralib chiqayotgan va ajralish vaqtida erishgan tezlik bilan uchuvchi toblangan zarralar uchqun ko'rinishida ko'rinadi. Uchqunlarning uchish yo'nalishi har doim aylanaga buyum toshga tekkan nuqtadan o'tkazilgan urinma yo'nalishi bilan mos keladi

(25a-rasm). Joyidan qimirlamay sirpanib aylanayotgan avtomobil g'ildirigidan sachratmalar ham aylanaga urinma bo'ylab otiladi (25b-rasm).



25-rasm

Shunday qilib, aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning chiziqli tezligi moduli bo'yicha o'zgarmay, yo'nalishi bo'yicha uzluksiz o'zgaradi va har qanday nuqtada traektoriyaga urinma bo'ylab yo'nalgan.

Chiziqli tezlik moduli bo'yicha o'zgarmas bo'lsa, u holda uni $\mathcal{G} = \frac{S}{t}$ formula bo'yicha aniqlash mumkin, jism bir marta aylanganda ($t=T$) aylana uzunligi $S=2\pi R$ ga teng bo'lgan masofani bosib o'tadi. Shuning uchun

$$\mathcal{G} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi \nu R$$

Burchak tezlik va chiziqli tezlik orasidagi munosabat esa quyidagicha:

$$\mathcal{G} = \omega \cdot R \quad \text{va} \quad \omega = \frac{\mathcal{G}}{R}$$

JISMNING AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATIDA TEZLANISH.

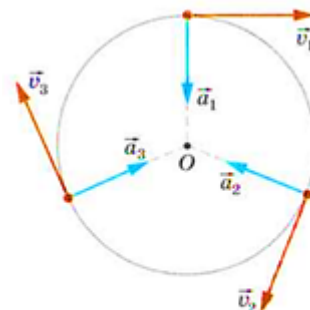
Jismning aylana bo'ylab tekis harakatida uning chiziqli tezligi moduli bo'yicha o'zgarmas qolib, yo'nalishi o'zgaradi. Biroq tezlikning yo'nalish bo'yicha o'zgarishi shu haqda ma'lumot beradiki, bunda jismning aylana bo'ylab tekis harakatida tezlanish mavjud bo'lib, bunga tezlik yo'nalishining uzluksiz o'zgarishi sabab bo'ladi. Bu tezlanish

markazga intilma tezlanish deb ataladi. Chunki tezlanish yo'nalishi har doim markazga tomon yo'nalgan bo'ladi (26-rasm).

Jism (moddiy nuqta) aylana bo'ylab tekis harakatlanganda tezlanish traektoriyaning istalgan nuqtasida harakat tezligiga perpendikulyar va aylana markaziga tomon yo'nalgan bo'ladi. Uning moduli chiziqli tezlik kvadratining aylanish radiusiga bo'linganiga teng.

Ko'pincha markazga intilma tezlanishni normal (ya'ni, tezlikka perpendikulyar) tezlanish deb ataladi.

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



26-rasm

Markazga intilma tezlanishning aylanish davri, aylanish chastotasi va burchak tezligi orqali quyidagicha bog'lanishga ega:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = 4\pi^2 v^2 R = \omega^2 R = \omega v$$

Markazga intilma tezlanish jismning aylana bo'ylab harakatida chiziqli tezligining o'zgarishi natijasida vujudga kelishini bilib oldik.

AYLANA BO'YLAB NOTEKIS HARAKAT

Agar jism aylana bo'ylab harakati davomida bir xil vaqtlar orasida xar xil masofalarni bosib o'tsa, bunday harakatga *notekis harakat* deb ataladi.

Aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning burchak tezligi ham mavjud bo'ladi. Burchak tezligining o'zgarishi natijasida esa *burchak tezlanishi* deb ataluvchi 31ector kattalik paydo bo'ladi. Burchak tezlanishi ε harfi bilan belgilanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi.

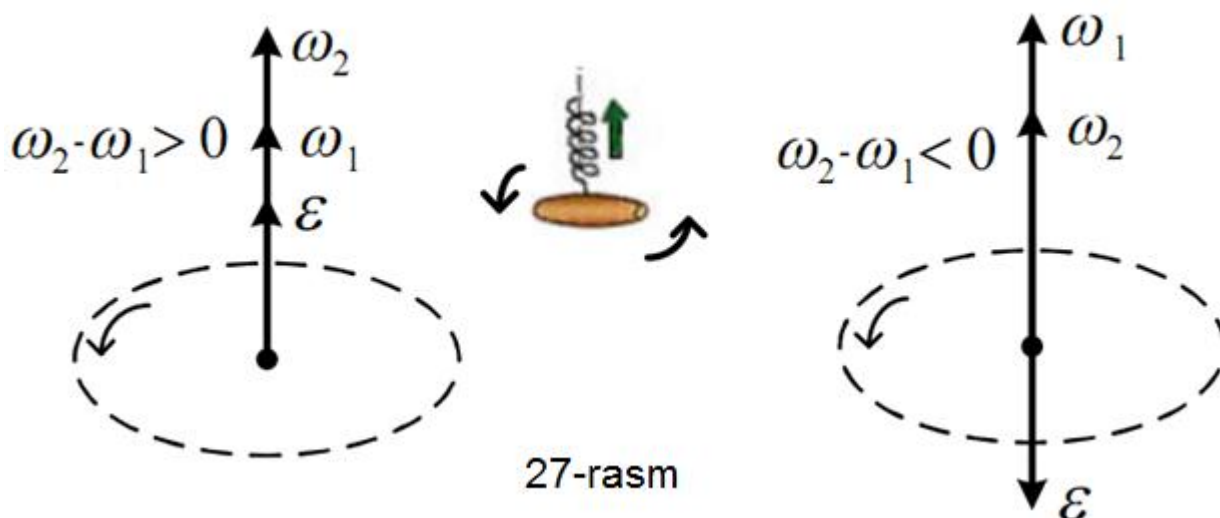
$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{t} \quad \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right]$$

Yuqoridagi formuladan burchak tezligini ifodalasak:

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

Burchak tezlanishi yo'nalishi burchak tezligi yo'nalishi bilan parallel bo'ladi faqat $(\omega_2 - \omega_1 > 0)$ shart bajarilganda. Agar burchak tezligi

kamayib borsa ($\omega_2 - \omega_1 < 0$), burchak tezlanishi yo'nalishi burchak tezligi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'naladi (27-rasm).

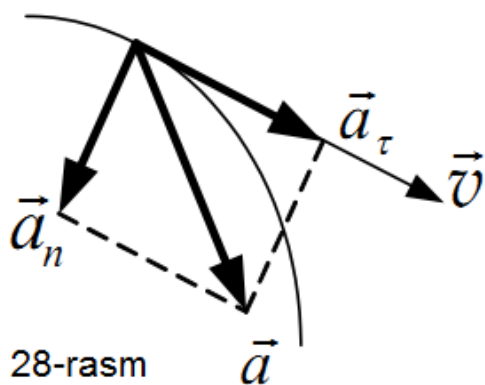


27-rasm

Notekis harakatda burilish burhagi, burchak tezligi va burchak tezlanishi bilan quyidagicha bog'langan:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\epsilon t^2}{2} \quad \text{yoki} \quad \varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \epsilon}$$

Notekis harakat qilayotgan jismning tezligi vaqt birligi ichida o'zgarib turadi va buning natijasida a_τ tangensial tezlanish paydo bo'ladi (28-rasm).



28-rasm

Tangensial tezlanish yo'nalishi chiziqli tezlik yo'nalishi bilan mos tushadi.

$$a_\tau = \epsilon \cdot R$$

Jismning to'la tezlanishi esa, normal (markazga intilma) va tangensial tezlanishlarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi.

To'la tezlanishni tashkil etuvchilari normal va tangensial tezlanishlar har doim bir-biriga tik yo'nalishda bo'ladi.

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

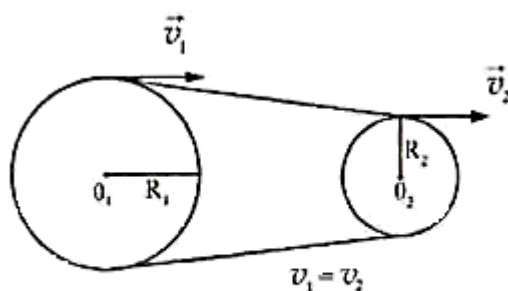
Ilgarlanma va aylanma harakatlar bog'liqligi:

<i>Ilgarlanma harakat</i>	<i>Aylana bo'ylab harakat</i>
Tekis harakat	
$S = v t$ $v = const$ $a = 0$	$\varphi = \omega t$ $\omega = const$ $\varepsilon = 0$
Tekis o'zgaruvchan harakat	
$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $v(t) = v_0 + at$ $a = const$	$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$ $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ $\varepsilon = const$

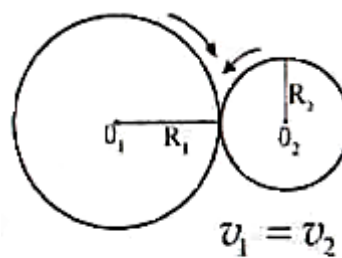
AYLANMA HARAKATNI UZATISH

Tasmali uzatish:

Tasmali uzatishda aylanuvchi disklar tasma yordamida ulanadi, tasmaning va disklar chetki nuqtalarining chiziqli tezliklari o'zaro teng bo'ladi, diskarning aylanish yo'nalishi bir xil bo'ladi(29-rasm):



29-rasm



30-rasm

$$\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Burchak tezliklar nisbati, radiuslar nisbatiga teskari proporsional.

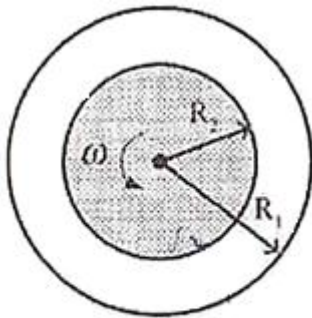
Friksion uzatish:

Friksion uzatishda (harakatni ishqalanish yordamida uzatadigan qurilmalar friksion mexanizmlar deb ataladi) disklar bir-biriga qattiq

siqilgan holda tekkiziladi, ularning aylanish yo'nalishlari xar xil bo'ladi. Bu ikki holda ham aylana harakatni uzatish tenglamalari bir xil(30-rasm):

Bir – biriga bikt mahkamlangan disklar harakati:

Umumiy markazli bir-biriga mahkamlangan diskning aylanish davrlari, chastotalari va burchak tezliklari bir-xil bo'ladi(31-rasm):



$$T_1 = T_2 \quad v_1 = v_2 \quad \omega_1 = \omega_2$$

$$\frac{\vartheta_1}{R_1} = \frac{\vartheta_2}{R_2} \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}$$

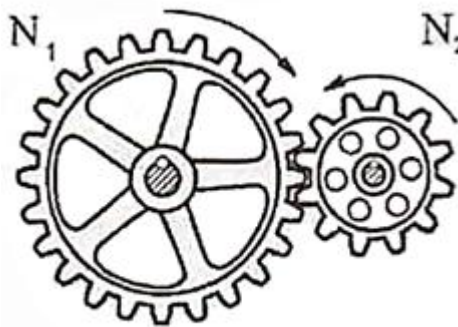
32-rasm

Chiziqli tezliklar nisbati, radiuslar nisbatiga to'g'ri proporsional:

Tishli g'ildirak yordamida uzatish:

Aylana harakatni tishli g'ildiraklar yordamida uzatishda, N_1, N_2 – tishli g'ildiraklarning tishlar soni.

Tishli g'ildiraklar tishlari orasidagi masofa bir xil bo'ladi $d_1 = d_2$.



33-rasm

Tishlar orasidagi masofa $d_1 = \frac{2\pi R_1}{N_1}$ va

$d_2 = \frac{2\pi R_2}{N_2}$ munosbatga ega, bu

bog'lanishdan quyidagi tenglik kelib chiqadi:

$$\frac{2\pi R_1}{N_1} = \frac{2\pi R_2}{N_2} ,$$

Bundan $\frac{R_1}{N_1} = \frac{R_2}{N_2}$. Tishli uzatishda ham $\vartheta_1 = \vartheta_2$ tenglik o'rinli bo'ladi, xuddi tasmali uzatish kabi, shuning uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Burchak tezliklarning nisbati, tishlar soniga teskari proporsional.

4-mashq

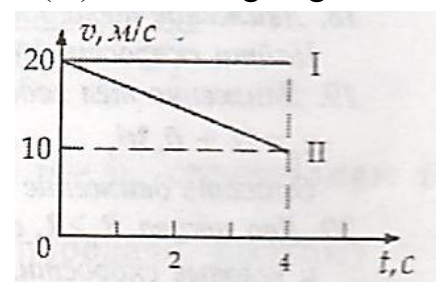
1. Samolyot sho'ng'ishdan chiqib, pastki qismida radiusi 800 m bo'lgan aylanma traektoriya yoyi bo'ylab harakatlanadi. Agar samolyotning tezligi 720 km/soat bo'lsa, uning aylana yoyi bo'yicha harakat tezlanishini hisoblang.
2. Yo'ldosh 630 km balandlikda doiraviy orbita bo'ylab harakatlanadi. Yo'ldoshning aylanish davri 97,5 min. uning chiziqli tezligini va markazga intilma tezlanishini aniqlang. yerning radiusi 6370 km.
3. Jism radiusi 50 m bo'lgan aylana yoy bo'yicha harakatlanadi. Agar jismning burchakli ko'chishi 10 s ichida 1,57 rad ga teng bo'lsa, uning chiziqli harakatlanish tezligini va bosib o'tgan yo'lini toping.
4. Agar jismning aylanish davri 10 s ga teng bo'lsa, uning 10 s ichidagi burchakli tezligini va burchakli ko'chishini aniqlang.
5. Agar oyning 27,3 sutkada Yer atrofida bir marta aylanishi, undan Yergacha bo'lgan masofa esa 60 Yer radiusiga tengligi ma'lum bo'lsa, uning markazga intilma tezlanishini hisoblang.
6. Yer sirtidagi erkin tushish tezlanishini Oyning markazga intilma tezlanishiga nisbatini hisoblang. Oy orbitasining radiusi 60 Yer radiusiga teng.

Savol va topshiriqlar:

1. Kinematikaning asosiy tushunchalari (mexanik harakat, ilgarilanma harakat, moddiy nuqta, sanoq sistemasi, ko'chish) ni tushuntiring.
2. Jismning ko'chishi bosib o'tilgan yo'ldan katta, kichik yoki teng bo'lishi mumkinmi? Agar bosib o'tilgan yo'l no'ldan farqli bo'lsa, ko'chish no'lga teng bo'lishi mumkinmi?
3. Vektorlar yig'indisining yo'nalishi qanday aniqlanadi?
4. Natijaviy vektorning son qiymati qanday aniqlanadi?
5. Qanday harakat to'g'ri chizikli tekis harakat deyiladi (tezlik, harakat tenglamasi, harakat grafigi, tezlik grafigi)?
6. Taqqoslang 1m/s va 1km/soat .
7. Harakat grafigidan to'g'ri chizikli tekis harakat qanday aniqlanadi?
8. Tezlik grafigidan to'g'ri chizikli tekis harakat qanday aniqlanadi?
9. Qanday harakat to'g'ri chizikli notekis harakat deb ataladi (o'rtacha tezlik, oniy tezlik, tezlanish, harakat tenglamasi)?
10. To'g'ri chizikli tezlanuvchan (sekinlanuvchan) harakat grafigini chizing. Bu grafiklar qanday farq qiladi?
11. Erkin tushishda, bir-xil vaqt oraliqlaridagi bosib o'tilgan yo'llar qanday bog'lanishga ega?
12. Gorizontalga burchak ostida otilgan jismning uchish vaqti, uchish uzoqligi, ko'tarilish balandligi qanday aniqlanadi?
13. Aylana bo'ylab harakatning asosiy tushunchalari haqida malumot bering (burilish burchagi, burchak tezligi, chizikli tezlik, aylanish davri, chastota)?
14. Markazga intilma tezlanish formulalarini yozing?
15. Davr va chastota, chastota va burchak tezlik, chizikli va burchak tezliklar orasidagi munosabatlar qanday?
16. Chizikli va burchakli tezliklar bog'lanishlarini umumiy o'qli disklardagi harakatda, tasmali uzatmalarda va tishli g'ildiraklardagi harakatlarda aniqlang.
17. Ikki jismning harakat tenglamalari $x_1=8+x^2$, $x=6t$ ko'rinishga ega. Jismlar harakatini tavsiflang. Jismlarning uchrashish vaqti va joyini aniqlang.
18. Jismning harakat tenglamasi $x=1+4x^2$ $y=10-3t$. harakat tezligi va traektoriya tenglamasini tuzing?
19. Jismlar harakat tenglamalari quyidagicha:
 $x_1=2t+0,3t^2$, $x_2=6t-t^2$, $x_3=10t$, $x_4=-180$.
Har bir jism harakatini tavsiflang. Tezlik tenglamalarini tuzing.
20. Ikkita shkiy $R_1>R_2$ tasmali uzatma yordamida bog'langan. Shkivlarning chizikli va burchakli tezliklarini taqqoslang.

Test topshiriqlari.

- (99/8-1) Havo shari Yerga nisbatan qandaydir balandlikka ko'tarildi va shamol havo sharini 600 m masofaga gorizontol ravishda uchirib ketdi. Agar havo sharining ko'chishi 1 km bo'lsa, havo shari qanday balandlikka ko'tarilgan (m)? harakat to'g'ri chiziqli deb hisoblansin.
A) 600. B) 800. C) 1400. D) 1000. E) 1600.
- (03/1-16). Koptok 3m balandlikdan tashlandi va yerga tushib qaytayotganda 70sm balandlikda ushlab olindi. Koptokning yo'li va ko'chishini toping?
A) 3,07m; 2,03m. B) 3m; 70sm. C) 3,7m; 0,7m.
D) 3m; 2,3m. E) 3,7m; 2,3m.
- (00/7-9). Uzunligi 120m bo'lgan poyezd unga parallel ravishda 9km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan velosipedchini 6s da quvib o'tgan bo'lsa, poyezd qanday tezlik (m/s) bilan harakatlangan.
A) 20. B) 22. C) 25. D) 22,5. E) 24.
- (00/5-9). Moddiy nuqtalarning harakat tenglamalari $x_1=0,6+4t$ va $x_2=0,5+0,4t$ bo'lsa, ular vaqtning qanday momentida uchrashadilar.
A) 4. B) 5. C) 6. D) 9. E) ular uchrashmaydi.
- (04/9-3). Toshkentdan Samarqandga 63 km/soat tezlik va 10 min interval bilan ikki poyezd yo'lga chiqdi. Ularga qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanayotgan poyezd bu poyezdlarni 5min farq bilan uchratgan bo'lsa, qarama-qarshi harakatlanayotgan poyezd tezligi (m/s) qanday bo'lgan?
A) 18,5. B) 16. C) 16,5. D) 17,5. E) 18.
- (99/8-5). Jism bir vaqtda ikki tekis harakatda ishtirok etmoqda. Har bir harakat tezligi 3m/s. harakat tezlik vektorlari orasidagi burchak 60^0 ga teng bo'lsa, jismning natijavit tezligi (m/s) qanday?
A) $3\sqrt{3}$. B) 6. C) 1,5. D) 3. E) 0.
- (00/2-14). Harakat tezligining ikki tashkil etuvchisi orasidagi burchak 45^0 , qiymati esa 4 va 6 m/s ga teng. Bu harakatning natijaviy tezligi (m/s) qanday?
A) 7,7. B) 9,3. C) 8,7. D) 12,8. E) 14.
- (00/5-69). Metro eskalatori odamni 45s da yuqoriga olib chiqadi. Agar askalator va odam bir vaqtda harakatlansa, 15s da yuqoriga ko'tariladi. Harakatsiz eskalator da odam qancha vaqtda ko'tariladi?
A) 30. B) 22,5. C) 60. D) 15,5. E) 25.
- (04/9-8). Jismning harakat tenglamasi $S=30t-0,2t^2$ (m) ko'rinishga ega. Jism vaqtning qanday momentida (s) to'xtaydi?
A) 6. B) 30. C) 50. D) 60. E) 75.
- (99/5-14). Rasmda ko'rsatilgan grafikdan foydalanib, 4 s dagi ko'chishlar farqini toping (m).
A) 20. B) 30. C) 40. D) 60. E) 80.
- (02/11-9). Birinchi yo'ldan 360 m uzunlikdagi yuk poyezdi 54 km/soat tezlik bilan, ikkinchi yo'ldan shu yo'nalishda 140m



uzunlikdagi 90 km/soat tezlikda yo'lovchi poyezdi harakatlanmoqda. Necha ssekunddan so'ng ikkinchi poyezd birinchi poyezdni quvib o'tadi?

A) 50. B) 22. C) 15. D) 12,5. E) 10.

12. (04/9-6). Liftning tezlik grafigidan foydalanib, ko'tarilish balandligini toping (m)?

A) 70. B) 56. C) 60. D) 64. E) 68.

13. (00/7-11). Mashina dovonga ko'tarilishda 15 m/s tezlik bilan tushishda esa 20 m/s tezlik bilan harakat qildi. Agar tushish masofasi

ko'tarilishga qaraganda 2 marta uzun bo'lsa, mashinaning butun yo'ldagi o'rtacha tezligini (m/s) toping?

A) 15. B) 16. C) 17,5. D) 18. E) 20.

14. (03/2-82). Yo'lning vaqtga bog'lanish grafigidan A nuqtaga o'tkazilgan urinma ko'rsatilgan. Agar $\text{tg}\alpha=3$ bo'lsa, A nuqtadagi jismning tezligini (m/s) toping.

A) $1/3$. B) $2\sqrt{2}$. C) 3. D) 4. E) 9.

15. (02/8-32). Avtomobil yo'lning $1/3$ qismini v_1 tezlik bilan, qolgan qismini $v_2=50$ km/soat tezlik bilan o'tdi. Agar avtomobilning butun yo'ldagi o'rtacha tezligi $v_{o'rt}=37$ km/soat bo'lsa, v_1 tezlik (km/soat) qanday bo'lgan?

A) 7,5. B) 30. C) 20. D) 27. E) 25.

16. (02/11-2). Ikki velosipedchi bir-biriga tomon harakatlanmoqda. Birinchisi 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan tekis sekinlanuvchan, ikkinchisi esa 2 m/s boshlang'ich tezlik bilan tekis tezlanuvchan harakat qilishmoqda. Ularning tezlanishlari moduli bir-xil. Harakat boshlangandan 80 s o'tgach uchrashishgan bo'lsa, ularning orasidagi dastlabki masofani (m) aniqlang?

A) 960. B) 980. C) 1000. D) 1080. E) 1600.

17. (98/6-1). Jism boshlang'ich tezliksiz harakat qilib, birinchi sekundda 3 m yo'l bosib o'tdi. Jismning ikkinchi sekundda qanday masofani bosib o'tishini (m) aniqlang?

A) 3. B) 6. C) 18. D) 12. E) 9

18. (99/7-2). Moddiy nuqta tezligining o'zgarish tenglamasi $v=4t$ (m/s) ko'rinishga ega. U harakatning beshinchi sekundida qanday masofani (m) bosib o'tadi?

A) 32. B) 4. C) 16. D) 18. E) 50.

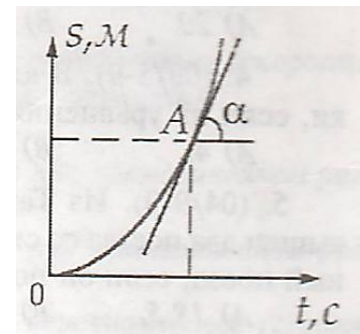
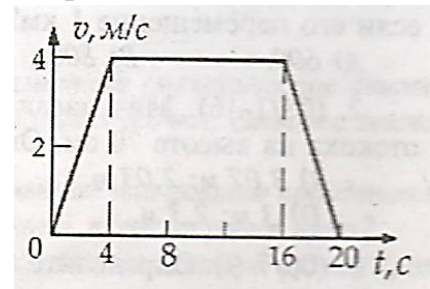
19. (99/10-20). Erkin tushayotgan jism n – sekundda qanday masofani bosib o'tadi? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) $10n-1$. B) $5(2n-1)$. C) $5(n-1)$. D) $5n-1$. E) $10(2n-1)$.

20. (98/4-1). Jism, qandaydir balandlikdan erkin tushmoqda, balandlikning $1/4$ qismi oxiridagi tezligi v ga teng bo'lsa, yo'lning oxiridagi jism tezligi qanday bo'ladi?

A) $8v$. B) $4v$. C) $3v$. D) $2v$. E) $1,5v$.

21. (99/7-3). Jism 35 m balandlikdan erkin tushmoqda. Qanday balandlikda (m) uning tezligi 20 m/s ga teng bo'ladi?



- A) 20. B) 25. C) 15. D) 10. E) 5.
22. (01/9-15). 500 m balandlikda uchayotgan samolyotdan tashlangan jism, otilish nuqtasidan 1000 m uzoqlikka borib tushgan bo'lsa, samolyotning tezligi qanday bo'lgan?
A) 120. B) 100. C) 150. D) 200. E) 250.
23. (97). Vintovkadan o'q gorizontga 30° burchak ostida, 600 m/s boshlang'ich tezlik bilan otildi. O'qning harakat boshlagandan 40 s dan so'ng tezligi (m/s) qanday bo'lgan? Havoning qarshiligini xisobga olmang. $g = 10 \text{ m/s}^2$.
A) 530. B) 553. C) 588. D) 600. E) 610.
24. (04/1-8). Jism, gorizontga nisbatan 60° burchak ostida harakatlanib, 300 m balandlikka ko'tarildi. Jismning harakatidagi gorizont ko'chishi (m) qanday bo'lgan?
A) 70. B) 140. C) 173. D) 280. E) 346.
25. (01/8-5). Gorizontga burchak ostida otilgan jism 10 s uchgan bo'lsa, uning maksimal ko'tarilish balandligini (m) toping?
A) 100. B) 225. C) 125. D) 500. E) 400.
26. (2-25). 80 m balandlikdan 15 m/s boshlang'ich tezlik bilan gorizont otilgan jismning uchish uzoqligini (m) toping.
A) 80. B) 40. C) 45. D) 60. E) 30.
27. (01/9-5). Tosh vishkadan 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan otilib, yerga 45° burchak ostida urildi. Toshning yerga urilishdagi tezligini (m/s) toping.
A) 12. B) 15. C) 16. D) 20. E) 14.
28. (00/8-5). Jism 4 m balandlikdan gorizont otiladi. Agar uning uchish uzoqligi 4 m bo'lsa, yerga urilishdagi tezligini (m/s) toping.
A) 10. B) 8. C) 4. D) 15. E) 20.
29. (97). Jism 50 m/s boshlang'ich tezlik bilan gorizont otiladi. Harakat boshlagandan 4 s dan keying markazga intilma tezlanishini (m/s^2) aniqlang. $g = 10 \text{ m/s}^2$.
A) 10,3. B) 16,7. C) 25. D) 33,9. E) 7,8.
30. (97). Agar gorizontga burchak ostida otilgan jismning ko'tarilish balandligi 3 m, traektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiusi 2 m bo'lsa, jism gorizontga qanday burchak ostida otilgan?
A) 45° . B) 75° . C) 60° . D) 80° . E) 30° .
31. (99/1-5). Radiusi 2 m bo'lgan aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan moddiy nuqta 3,14 s ichida aylananing yarmini bosib o'tgan bo'lsa, moddiy nuqtaning chiziqli tezligini (m/s) toping.
A) 2. B) 3,14. C) 4. D) 6. E) 6,28.
32. (99/8-17). Moddiy nuqta aylana bo'ylab 4 m/s tezlik bilan tekis harakat qilmoqda. Moddiy nuqta aylanish davrining $3/4$ qismidagi tezligining o'zgarishi qanday bo'ladi?
A) 0. B) 1. C) 4. D) $4\sqrt{2}$. E) 12.
33. (99/8-18). Mehanik harakat tasmali uzatma yordamida bir g'ildirakdan ikkinchi g'ildirakka uzatiladi. Birinchi g'ildirak minutiga 2400 marta aylanadi. G'ildiraklar radiuslari mos ravishda 3 va 6 sm ga teng bo'lsa, ikkinchi g'ildirakning aylanish chastotasini (s^{-1}) toping.

A) 2. B) 20. C) 10. D) 40. E) 60.

34. (96/5-9). G'ildirak ishqalanishsiz 2 m/s tezlik bilan aylanmoqda. G'ildirakning A, B va C nuqtalarining yo'lga nisbatan tezliklari (m/s) qanday?

A) $v_A = 2$, $v_B = 4$, $v_C = 2,8$.

B) $v_A = 0$, $v_B = 4$, $v_C = 2,8$.

C) $v_A = 0$, $v_B = 2$, $v_C = 3$.

D) $v_A = 0$, $v_B = 4$, $v_C = 3,5$.

E) $v_A = 2$, $v_B = 2$, $v_C = 2,8$.



35. (99/5-18). Mehanik harakat bir g'ildirakdan ikkinchi g'ildirakka tasmali uzatma orqali uzatiladi. Agar agar ikkinchi g'ildirakning burchak tezligi $100 \pi \text{ s}^{-1}$, g'ildiraklarning radiuslari $R_1 = 2R_2$ bo'lsa, ikkinchi g'ildirakning minutlik aylanishlar sonini toping.

A) 1500. B) 750. C) 500. D) 1000. E) 10000.

36. (96/10-4). Jism tinch xolatdan boshlab a tezlanish bilan t vaqt, keyin harakatini $2a$ tezlanish bilan $2t$ vaqt davomida, so'ngra t vaqt a tezlanish bilan harakat qilgan bo'lsa, jismning harakati davomidagi o'rtacha tezligi qanday bo'lgan?

A) $2at$. B) $1,5at$. C) $3,5at$. D) $3at$. E) $2,5at$.

DINAMIKA ASOSLARI

Dinamika (grekcha gynamis so'zidan olingan bo'lib, kuch degan ma'noni bildiradi) – mehanikaning jismlar harakati ularning boshqa jismlar bilan o'zaro ta'sirlashuvi bilan bog'liq ravishda o'rganiladigan bo'limidir.

Dinamika jism qanday sharoitlarda shunday harakatlanadi, boshqacha emasligini, jism qachon tekis va qachon to'g'ri chiziqli va qachon egri chiziqli harakatlanishini tushuntiradi.

Dinamikaning asosi bo'lib, ingliz fizigi Isaak Nyutonning 1687 – yilda nashr qilingan «Natural filosofiyaning matematik asoslari» nomli asarida ifodalab berilgan jismlarning harakat qonunlari hisoblanadi. Bu asarda asosiy tushunchalar (massa, kuch, harakat miqdori, tezlanish) mehanikaning uchta qonuni, butun olam tortishish qonuni o'z aksini topgan.

I. Nyuton mehanika sohasida o'zining o'tmishdoshlarining ishlarini o'rganib va tegishli tadqiqotlar o'tkazib mehanikaning asosiy tushunchalari (massa, kuch, impuls, va hokazo)ni kiritdi va ular yordamida Nyuton qonunlari deb nom olgan uchta qonunni ifodalab berdi.

Siz dinamika asoslarini o'rgana turib, uning asosiy tushunchalari va qonunlarini egallashingiz, masalalar yechishga o'rganishingiz va eng muhimi dinamika qonunlarini texnikada qo'llanilishini bilishingiz kerak. Bu kelgusida siz turmushda va ishlab chiqarishda ish ko'radigan mashinalar mexanizmlarning tuzilishi va ishlashini tushunishingizga yordam beradi.

JISMLARNING HARAKATI VA O'ZARO TA'SIRI. KUCH

Bizni o'rab olgan olamda hamma narsalar uzluksiz harakatda va o'zgarishda bo'ladi. Biroq jism harakatlanib bir-bir bilan uchrashadi va o'zaro ta'sirlashadi.

O'zaro ta'sirlashish natijasida jismlarning harakati o'zgarishi mumkin. Masalan, to'g'ri chiziq bo'ylab tekis harakatlanayotgan po'lat shar magnit bilan o'zaro ta'sirlashganda egri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlana boshlaydi. Sportchi suvga sakrayotib, oldin havoda

tezlanuvchan harakalanadi, suvga tushgandan keyin esa u bilan o'zaro ta'sirlashib tekis harakatlanadi.

Harakat qonunlarini chuqur tushunish uchun jismlarni bir-birlari bilan *o'zaro ta'sirlashuvini* o'rganish kerak, o'zaro ta'sirlashish ham harakat kabi *materiyaning ajralmas xossasidir*.

O'zaro ta'sir – murakkab hodisadir. Biz avval kundalik hayotimizda uchraydigan eng soda o'zaro ta'sir hodisalarini qarab chiqamiz, bunda ularning eng oddiy tomonlarini tekshirib chiqamiz, so'ngra esa bilimlarimiz to'planishi bilan murakkabroq o'zaro ta'sirlarni o'rganishga o'tamiz.

JISMLARNING O'ZARO TA'SIRI. KUCH

Kuch. Jismlarning o'zaro ta'siri turli xil bo'lishi mumkin. Masalan, aynan bir xil prujinani yosh bola katta yoshdagi odamga qaragarda kam cho'zadi.

Fizikada jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlash uchun muhim kattalik – kuch kiritilgan. Kuch tushunchasi dastlab odamning muskul zo'riqishini tavsiflash uchun ishlatilgan. O'ldirilgan hayvonning nimalangan go'shtini ko'tarish, suvdan baliqni tortib olish, toshni qo'zg'atish yoki olib tashlash uchun odam o'z muskullarini turlicha zo'riqtirishga to'g'ri kelgan. Shunday qilib, kundalik tajribadan odamda uning tanasini o'rab olgan narsalar bilan o'zaro ta'sirlashish o'lchovi haqida, birinchi kuch haqidagi dastlabki tasavvur hosil bo'lgan.

Keyinroq kuch tushunchasi fanga o'tdi. Undan jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlash uchun foydalaniladi.

Jismlar o'zaro ta'sirlashganda harakatlanish tezligi o'zgarishi mumkin, shu sababli kuch va jismning o'zaro ta'siri natijasida olgan tezlanish yo'nalishi bilan mos keluvchi yo'nalish beriladi. Kuch ta'sir qilayotgan to'g'ri chiziqni kuchning ta'sir chizig'I deb ataladi(34-rasm).

Shunday qilib, *bir jismning boshqa jismga mexanik ta'sirini xarakterlovchi va bu ta'sirning olchovi bo'lib hisoblanuvchi fizik kattalikka kuch deb ataladi*.

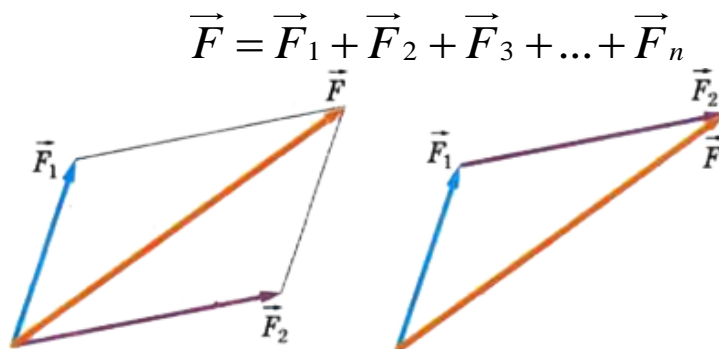
Kuch birligi xalqaro birliklar sistemasida Nyuton sharafiga [nyuton] (1N) deb ataladi. «Kuch» atamasi har doim o'zaro ta'sirlashuvchi jismlar bilan bog'langan va uning miqdoriy o'lchovi bo'lib hisoblanishini esda saqlash kerak.

Kuchni o'lchovchi asbob **dinomometr** deb ataladi.

Yuqoridagilardan kuchning quyidagicha tariflash mumkin:

- Kuch deb jism tezlanishini o'zgartiruvchi yoki jismni deformatsiyalovchi sababga aytiladi.
- Kuch deb jismlarning o'zaro ta'sirini miqdor va yo'nalish jihatidan tavsiflovchi kattalikka aytiladi.
- Kuch – bir jismning ikkinchi jismga ta'siri.

Kuchlarni qo'shish. Kuch – vektor kattalik, shuning uchun moddiy nuqtaga bir nechta kuch ta'sir qilganda, ular geometric ravishda qo'shiladi. Moddiy nuqtaga ta'sir qiluvchi bir nechta kuchning o'rnini bosuvchi kuchga bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi deyiladi (35-rasm). Teng ta'sir etuvchi kuch moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuchlarning geometrik yig'indisiga teng.



36-rasm

Teng ta'sir etuvchi kuch son qiymatini kosinuslar teoremasidan aniqlanadi:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

- ✓ Kuchlar bir xil yo'nalgan bo'lsa ($\alpha=0^0$); $F = F_1 + F_2$
- ✓ Kuchlar qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa ($\alpha=180^0$); $F = F_1 - F_2$
- ✓ Kuchlar o'zaro perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa ($\alpha=90^0$); $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

Jismlarning inertligi. Jismlarning inertligi nima? Bu savolga javob berishdan avval jismlar harakatga kelishidagi holatini ko'rib chiqsak: masalan, sizlarning ko'pchiligingiz oynai jahonda (yoki kinoda) kosmik kemalarning uchirilishini ko'rgansiz. Ehyimol, e'tibor qilgan bo'lsangiz, eltuvchi – raketaning tezligi ham keskin siltov bilan emas, balki asta-sekin ortishini kuzatgansiz.

Tepalikdan tushayotgan chana (yoki chang'ichi) ning tezligi ham sekin ortadi. Xuddi shuningdek, tormozlanganda jism tezligi ham sekin-asta o'zgaradi: avtomobil chorrahada, poyezd svetofor oldida, sportchi marraga yetganda bir onda to'xtay olmaydi.

Yuqorida tavsiflangan kuzatishlar, shuningdek hayotdan ma'lum bo'ladiki, hamma jismlarda umumiy xossa bor: o'zaro ta'sir jarayonida jismlarning harakatlanish tezligi sekin-asta o'zgaradi va uning o'zgarishi uchun biror vaqt talab qilinadi. Jismlarning bu xossasi *inertlik* deyiladi.

Jismga ta'sir etuvchi kuch bo'lmaganda uning tinchlikdagi yoki harakatdagi o'z holatini saqlash xossasi inertlik deyiladi.

Jismga kuch ta'sir qilganda, shu jism inertligining katta yoki kichikligi namoyon bo'ladi. Gantelni shtangaga nisbatan ko'tarish, ya'ni harakatga keltirish oson. Chunki gantelning inertligi shtanganikiga nisbatan kichik. O'yinchoq mashinani qo'limiz bilan itarib yuborsak, u harakatlanadi. Lekin rosmana mashinani itarib yurgizish qiyin. chunki rosmana mashinaning inertligi kattadir. Poyezdning inertligi har qanday mashina inertligidan katta. Shuning uchun poyezdni joyidan qo'zg'atib tezligini oshirish va aksincha, u harakatda bo'lsa, tezligini o'zgartirish qiyin. Katta tezlikda ketayotgan poyezdning to'xtashi uchun katta kuch va vaqt kerak bo'ladi.

Jism inertligi qancha katta bo'lsa, uning tinch holatini yoki harakatdagi holatini o'zgartirish shuncha qiyin bo'ladi.

Massa. Barcha jismlar inertlik xossasiga egadir. Yuqoridagi misollardan ko'rinadiki, jismlarning inertligi turlicha miqdorda bo'ladi. Jismlarning inertligini taqqoslash uchun maxsus kattalik qabul qilingan.

Jismlarning inertligini xarakterlash uchun maxsus kattalik – massa kiritilgan, uni m harfi bilan belgilash qabul qilingan.

Massa so'zi lotincha bo'laj, parcha degan ma'noni bildiradi.

Temperaturasi 15°C bo'lgan 1 dm^3 (1 litr) hajmdagi sof (distillangan) suvning massasi 1 kg ga teng.

Kilogrammning etaloni qilib platina va iridiy metallari qotishmasidan silindr shaklida tayyorlangan 1 kg massali jism qabul qilingan. Uning asl nusxasi Parij yaqinidagi Sevr shaxarchasida Xalqaro o'lchovlar byurosida saqlanadi.

Inersial sanoq sistemalari – agar jismga tashqi kuchlar ta'sir etmayotgan yoki tashqi kuchlar bir-birini kompensasiyalagan bo'lsa, bunday sanoq sistemalariga *inersial sanoq sistemalari* deyiladi.

Masalan, bir-biriga nisbatan tinch turgan jismlar yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan jismlarni bir xil inersial sanoq sistemalarida harakatlanmoqda deyish mumkin.

Inersial sanoq sistemalarida harakat qilayotgan jismlar harakati, juda oddiy va bir-biriga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi. Barcha inersial sanoq sistemalarida harakat qonunlari bir xil bo'ladi.

HARAKAT QONUNLARI.

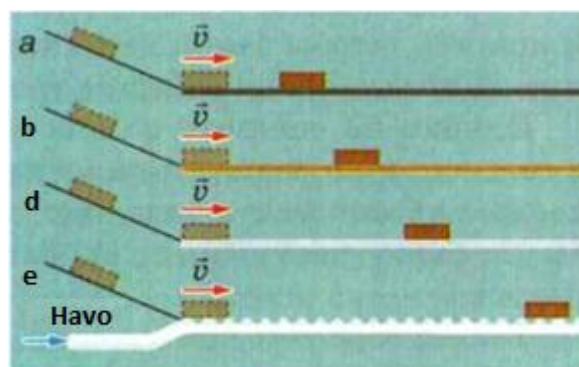
Jismlar harakat qonunlarini birinchi bo'lib 1686 – yilda Isaak Nyuton ifodalab berdi va shuning uchun uning nomi bilan Nyuton qonunlari deb ataladi. Bu qonunlarni Nyuton to'raligicha o'zi kashf etmagan. Gap shundaki, Nyutongacha yashagan juda ko'p olimlar olimlar harakatni o'rganish bilan shug'ullanishgan. Asosan Italiya olimi Galileo Galiley bu sohada juda ko'p ishlar qildi. Nyuton o'zining o'tmishdoshlarining ishlarini sinchiklab o'rganib chiqdi va ijodiy umumlashtirdi. Nyuton bu bilan harakat haqidagi ta'limotni faqat rivojlantiribgina qolmay, balki keyinchalik mexanik harakatning tasdiqlanib aniqlashtirilgan tugal nazariyasini yaratdi.

NYUTONNING BIRINCHI QONUNI – INERSIYA QONUNI

Faraz qilaylik, gorizontal stolda jism turgan bo'lsin. Kundalik kuzatishlar shunga ishontiradiki, sharga boshqa jism ta'sir qilib, bu vaziyatidan chiqarib yuborilmaguncha u joyida turaveradi.

Qarab chiqilgan misol va boshqa shunga o'xshash ko'plab kuzatishlardan ma'lum bo'ladiki, agar jismga boshqa jismlar ta'sir qilmasa, jism nisbiy tinch vaziyatini saqlaydi.

Gorizontal stolga qiya nov o'rnatamiz. Novning tushish joyi – stol ustiga dag'al qum qog'oz yopishtiramiz. Novning yuqori nuqtasidan jismni qo'yib yuboramiz. Jism novdan dumalab o'z inertligi tufayli gorizontal stol bo'ylab sirpanadi, lekin tezda to'xtaydi (37a-rasm). To'xtashining sababi aftidan, jismni qum qog'ozga ishqalanishidir. Jism to'xtashining sababi to'g'risidagi tasavvurni tekshirish uchun qog'ozni olib tashlash tajribani takrorlaymiz.



37-rasm

Jism endi uzoqroqqa sirpanib boradi (37b-rasm).

Agar stolga novga taqab oyna oyna listini yotqizsak, jism yana ham uzoqroqqa boradi (37d-rasm). Nihoyat, qiyalatib qo'yilgan novga gorizental ichi bo'sh nov ulaymiz, uning butun uzunligi bo'ylab juda ko'p mayda teshiklar qilingan bo'lib, bular orqali changyutgich yordamida havo puflanadi (Bu holda sharcha ishqalanishini sezilarli kamaytiruvchi "havo yostig'i" da harakatlanadi). Tajribani takrorlab, endi sharcha butun nov bo'ylab dumalashini kuzatamiz (37e-rasm).

O'tkazilgan tajribalar sharchaning to'xtash sababi ishqalanish ekanligi to'g'risidagi tasavvurimizni tasdiqlaydi: ishqalanish qancha kam bo'lsa, sharcha bosib o'tadigan masofa shuncha katta bo'ladi.

Ishqalanish yo'qoldi deb faraz qilamiz. Ravshanki, bu holda sharcha to'g'ri chiziqli va tekis harakatini unga boshqa jism ta'sir qilmaguncha va uning harakatlanish yo'nalishini yoki modulini o'zgartirmaguncha davom ettiradi.

Bunda sharchani inertligi namoyon bo'ladi. Shuning uchun bunday «erkin» jism (ya'ni jismga boshqa hech qanday jismlar ta'sir qilmaydi) harakatiga *inersiya bo'yicha harakat* qiladi.

Biz jismlarning nisbiy tinchligi va sharchaning harakatlanishi to'g'risidagi masalalarni taxlil qildik. Galileo Galiley, birinchi bo'lib, har tomonlama va chuqur taxlil qildi va jismga boshqa jism ta'sir qilmagan holda, u yo tinch turadi, yo inersiya bo'yicha to'g'ri chiziqli va tekis harakat qiladi, degan hulosaga keldi.

Galileygacha grek olimi Aristotel ta'limoti hukm surdi, uning ta'limotiga ko'ra jismga boshqa jismlar (kuchlar) ta'sir qilgandagina harakatlanadi deyiladi.

Nyuton, XVII asrning boshqa olimi kabi Galileyning haq ekaniga ishonar edi va harakat qonunlari sistemasiga inersiya qonunini kiritdi hamda uni quyidagicha ta'rifladi:

Har qanday jism unga boshqa jismlar ta'sir qilib, boshlang'ich holatini o'zgartirmaguncha o'zining nisbiy tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini boshlang'ich holatini saqlaydi.

Bu qonun *inersiya qonuni* yoki *Nyutonning birinchi qonuni* deb ataladi.

NYUTONNING IKKINCHI QONUNI

Qayd qilinganidek, Nyuton qonunlari jismlarning mehanik harakat qonunlarini tushuntiruvchi qonunlar sistemasini hosil qiladi. Inersiya qonuni – ularning birinchisidir; inersiya qonuni boshqa jismlar bilan o'zaro ta'sirlashmaydigan jism o'zining nisbiy tinch yoki to'g'ri chiziqli va tekis harakatli boshlang'ich holatini unga boshqa jism ta'sir qilmaguncha va bu holatdan chiqarmaguncha saqlaydi. Jism boshqa jismlar bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida qanday hodisa sodir bo'lishini Nyutonning ikkinchi qonuni tushuntiradi.

Nyutonning birinchi qonuni kabi ikkinchi qonunini ham na mantiqiy, na alohida tajribalar asosida keltirib chiqarish mumkin emas. Bu qonunning mohiyati insoniyat o'zining ko'p asrlik tajribalari yo'lida to'plangan katta daliliy ashyolarni umumlashtirish va tahlil qilish natijasida ochib berilgan edi. Bu qonun o'rinli ekani insonning amaliy va faoliyatida to'plangan daliliy ashyolarda katta aniqlik bilan tasdiqlangan.

Tajribalardan ma'lum bo'lishicha, xar-xil massali jismlarga bir-xil kuch ta'sir qilganda ularning tezlanishlari massaga teskati proporsional ekanini ko'rsatdi:

$$a \approx \frac{1}{m}$$

Jismlarga ta'sir qilayotgan kuchni orttirganimizda, jismlarning tezlanishlari ham ortib bordi, bundan jismning tezlanishi, unga ta'sir qilayotga kuchga to'g'ri proporsional ekanligi kelib chiqadi:

$$a \approx F$$

Yuqoridagi xulosalarni birlashtirib quyidagi bog'lanishni olamiz:

$$a \approx \frac{F}{m}$$

Aniq tajribalar va aniq hisoblashlardan so'ng tezlanish, kuch va massaning o'zaro bog'liqligini aniq ifodasi kelib chiqadi va u quyidagicha:

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

Bu munosabat Nyutonning ikkinchi qonunini ifodalaydi va u quyidagicha ta'riflanadi:

Jismning olgan tezlanishi unga qo'yilgan (ta'sir qilayotgan) kuchga to'g'ri va uning massasiga teskari proporsional.

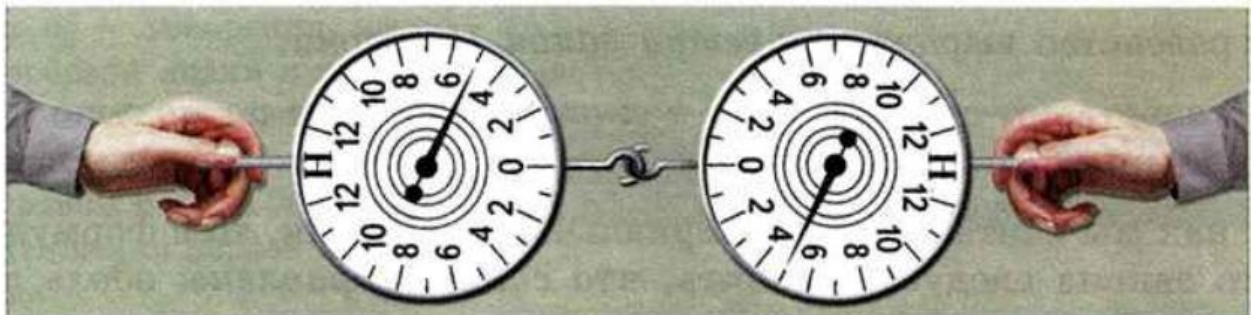
NYUTONNING UCHINCHI QONUNI

Nyuton qonunlarining o'zaro bog'liqligini ya'na ta'kidlab o'tamiz. Ularning mazmunini, chuqur fizik ma'nosini bu qonunlarning o'zaro bog'liqligi yaxshi o'zlashtirib olingandagina yaxshi tushunish mumkin.

Nyutonning birinchi qonuniga ko'ra jism unga boshqa jism ta'sir qilmaguncha hamda uni bu vaziyatdan chiqarmaguncha dastlabki vaziyati – nisbiy tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli va tekis harakatini saqlaydi.

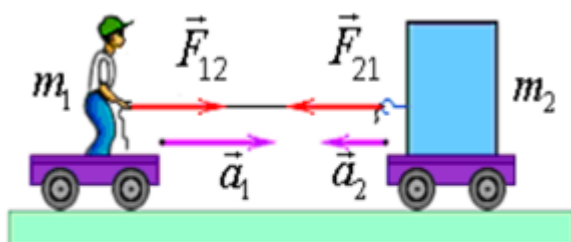
Ikkinchi qonuni birinchi qonunda aytilganlarni rivojlantiradi va o'zaro ta'sir natijasida jism kuchga to'g'ri proporsional bo'lgan va jism massasiga teskari proporsional bo'lgan tezlanish olishini tasdiqlaydi. Na birinchi, na ikkinchi qonunda ikki o'zaro ta'sirlashuvchi jismbilan qanday hodisa sodir bo'lishi haqida gapirilmaydi. Uchinchi qonunda shu haqda gap boradi.

Ikkita bir-xil dinamometr olib, ularni bir - biriga bog'laymiz va dinamometrlarning ikki tomoniga kuch bilan ta'sir qilamiz(38-rasm). Bunda dinamometrlar bir xil miqdordagi lekin qarama-qarshi tomonga yo'nalgan kuchni ko'rsatadi.



38-rasm

Bu tajriba jismlar (dinamometrlar) moduli bo'yicha teng, lekin qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar bilan o'zaro tasirlashishidan dalolat beradi: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$



39-rasm

Ikkinchi jism ham odamga jismga xuddi shunday qarama-qarshi

yo'nalishda F_{21} kuch bilan ta'sir etmoqda. Demak, $F_{12} = -F_{21}$ ifoda to'g'ri ekanligi kelib chiqadi. Bu tenglikni Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra quyidagicha ifodalash mumkin:

$$F_{12} = -F_{21} \quad \Rightarrow \quad m_1 a_1 = -m_2 a_2 \quad \Rightarrow \quad a_1 = \frac{m_2}{m_1} a_2$$

Formuladagi «-» ishorasi, kuchlar qarama-qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Biz nechta tajriba o'tkazmaylik, har doim o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning quyidagi harakterli qonuniyatlari namoyon bo'ladi: *o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarga qo'yilgan kuchlar har doim moduli bo'yicha teng va yo'nalishi bo'yicha qarama-qarshi bo'ladi.*

Nyutonning uchinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

Ta'sir har doim aks ta'sirga teng va qarama-qarshi yo'nalgan yoki ikki jismning ta'siri bir-biriga teng va qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

Bu ta'rifda «ta'sir» va «aks ta'sir» atamaları yetarlicha aniq ifodalanmagan. Nyuton bu atamalar orqali o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning bir-biriga ko'rsatadigan ta'sir kuchini tushungan. Shuning uchun uchinchi qonunni quyidagicha ifodalash mumkin:

O'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning bir-biriga ta'sir kuchlari bir to'g'ri chiziq bo'yicha yo'nalgan, moduli bo'yicha teng va yo'nalish bo'yicha qarama qarshidir.

Bu qonun, tabiatda bir jismni boshqasiga bir tomonlama ta'siri bo'lishi mumkin emas, bo'lmaydi ham, faqatgina o'zaro ta'sir mavjudligini aks ettiradi. Ta'sir va aks ta'sir kuchlari bir vaqtda juft-juft bo'lib yuzaga keladi. Ba'zan bu fikr quyidagicha ifodalanadi: aks ta'sirsiz ta'sir bo'lmaydi. Bunda shuni nazarda tutish kerakki, «ta'sir» va «aks ta'sir» atamaları shartlidir, ularning o'rnini almashtirish ham mumkin.

O'zaro ta'sir kuchlari teng va qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa ham bir-birini muvozanatlamaydi, chunki ular turli zil jismlarga qo'yilgan. Masalan, odam yerda yurib ketayotganda, uning yerni itarish kuchi Yerning uni oldinga itarish kuchiga teng bo'ladi. Biroq bu kuchlar muvozanatlashmaydi, dinamikaning ikkinchi qonuniga binoan ular odamga va Yerga ularning massalariga teskari proporsional bo'lgan tezlanish beradi. Biroq Yerning massasi odamning massasiga nisbatan juda katta bo'lganligi uchun Yer qo'zg'almaydi, odam esa harakatlanadi.

Nyuton qonunlar barcha inersial sanoq sistemalarida o'zgarmas.

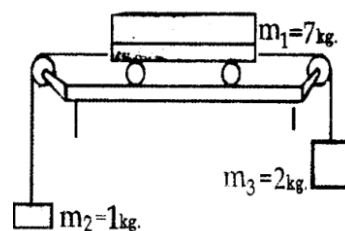
Bir inersial sanoq sistemasidan ikkinchi sanoq sistemasiga o'tilganda, *vaqt, massa, tezlanish va kuch* o'zgarmasdan qoladi.

Xar xil inersial sanoq sistemalarida *traektoriya, tezlik, ko'chish* turlicha bo'ladi.

Dinamikaning uch qonuni yoki Nyuton qonunlari, faqat jismning tezligi yorug'lik tezligi (c) dan juda kichik ($v \ll c$) bo'lgan holatlarda o'rinli bo'ladi.

5 – mashq

1. Jismning tezligi bir onda 0 dan 1 m/s gacha o'zgaradimi? Javobingizni asoslab bering.
2. Massasi 5 kg bo'lgan jism 15 m/s^2 tezlanish bilan vertikal tushishi uchun qanday kuch bilan ta'sir qilish kerak?
3. Massasi $6 \cdot 10^3$ kg bo'lgan tramvay 36 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. U tormozlanib 30 s ichida to'xtaydi. Tormozlanish kuchini aniqlang.
4. Rasmda tasvirlangan jismlar sistemasi qanday tezlanish bilan harakatlanadi? (Ishqalanish, ipning massasi va uning cho'zilishini hisobga olmang.)
5. Rasmdagi aravacha va o'ng tomondagi yuk orasidagi ipning tarangligini toping.
6. Jism uzunligi 10 m va balandligi 5 m bo'lgan qiya tekislikdan sirpanib tusha boshladi. U qiya tekislikning asosiga tushguncha o'tgan vaqtni aniqlang.
7. Ikkita odam arqonni turli tomonga 80 N kuch bilan tortadi. Agar arqon 100 N taranglikka bardosh bersa, arqon uzilib ketadimi?
8. Agar miltiq stvolining uzunligi 1,2 m o'qning 400 m/s tezlik bilan uchib chiqishi ma'lum bo'lsa, ov miltig'i o'qida porox gazlarining bosim kuchini aniqlang. O'qning massasi 10 g.
9. Silliqliq gorizontaldagi bir-birlari bilan ip orqali bog'langan massalari 1,2 va 3 kg bo'lgan uchta jism joylashtirilgan. Massasi 1 kg bo'lgan jismga blok orqali tashlangan bir uchiga 1 kg massali bog'langan ip maxkamlangan. Barcha iplarning tarangligini va sistemaning tezlanishini toping. Iplarni cho'zilmaydigan va vaznsiz deb hisoblang. (ishqalanishni hisobga olmang.)

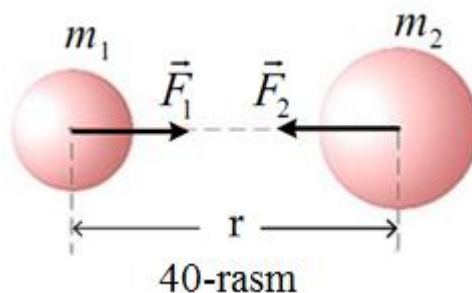


BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI

Ikki jism (moddiy nuqta deb qarash mumkin bo'lgan) bir-biriga ularni tutashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan, ularning massalari ko'paytmasiga to'g'ri va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lgan kuch bilan tortiladi(40-rasm).

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

Bu yerda: m_1 va m_2 – jismlarning massalari, R – ular orasidagi masofa, G -gravitasion doimiysi deb ataladigan koeffitsient.



Qonunni ta'riflashda «jism» so'zidan keyin qavsda «moddiy nuqta deb qarash mumkin bo'lgan» deb yozilgan. Bu demak, jismlarning geometrik o'lchamlari ular orasidagi masofaga nisbatan juda kichik bo'lgan holda qonun o'rinli bo'ladi. Biroq qonun uncha katta bo'lmagan masofalarda turgan bir jinsli sharlar uchun ham o'rinlidir. Bu holda sharlarning jami massasi ularning markazida to'plangan deb hisoblash mumkin.

Gravitasion doimiysi. Butun olam tortishish qonuni formulasiga gravitasion doimiy yoki *tortishish doimiysi* kiradi. Uning fizik ma'nosini oydinlashtiramiz. Bning uchun uni qonun formulasiga kiruvchi kattaliklar orqali ifodalaymiz:

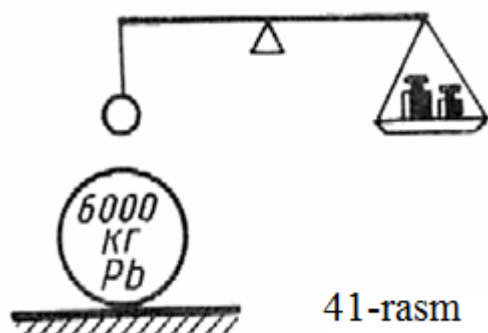
$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}, \quad \text{bundan}$$

$$G = \frac{FR^2}{m_1 m_2}$$

Fazar qilaylik, massasi 1 kg dan bo'lgan ikki jism bir-biridan 1 m masofada turibdi. *Gravitasion doimiy har birining massasi 1 kg dan bo'lgan bir-biridan 1 m masofada turgan moddiy nuqta orasidagi tortishish kuchiga son jihatidan teng:*

$$[G] = \frac{Nm^2}{kg^2}$$

Gravitasion doimiyning son qiymatini tajribadan toppish mumkin. Uni topishning bir necha usuli mavjud. Ulardan bittasini qarab chiqamiz.



Juda sezgir tarozining pallalaridan birining o'rniga uzun ipga simob bilan to'ldirilgan shar osiladi va tarozini muvozanatga keltiriladi(41-rasm). So'ngra simobli shar ustidan katta massali (6000 kg) qo'rg'oshin shar keltiriladi. Tarozni muvozanatining buzilishi tortishish kuchining ta'siridan dalolat beradi. Muvozanatni tiklash uchun tarozining o'ng pallasiga og'irlik kuchi sharlarning tortishish kuchiga teng bo'lgan yuklar qo'yiladi. Tortish kuchini tajribada aniqlagandan so'ng, gravitasion doimiysini hisoblab topiladi.

Gravitasion doimiysining son qiymati quyidagiga teng:

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

Bu ba'zan oddiy kasr ko'rinishida tasavvur qilish mumkin bo'lgan juda kichik kattalikdir:

$$G = \frac{1}{15000000000} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} = \frac{1}{15} \cdot 10^{-9} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

OG'IRLIK KUCHI. JISMNING OG'IRLIGI

O'g'irlik kuchi va og'irlik – o'zaro bog'langan ikkita tushuncha. Ularni qarab chiqamiz.

Og'irlik kuchi. Yer yuzidagi jismlar nima sababdan Yerga tortiladi? Ular uchun ham butun olam tortishish qonuni o'rinlimi?

Butun olam tortishish qonuni formulasidan foydalanib, Yer sirtida turgan $m_1=1\text{kg}$ massali jism bilan Yer sharining o'zaro tortishish kuchini hisoblab ko'raylik. Bunda jism Yer sirtida turgani uchun jismlar orasidagi masofa tarzida Yer sharining radiusini olish mumkin. Yerning massasi $m_2=M=6 \cdot 10^{24}$ kg, radiusi $R=6,4 \cdot 10^6$ m ekanligi ma'lum. Butun olam tortishish qonuni formulasidan kuchning quyidagi qiymatini topish mumkin:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6,4^2 \cdot 10^{12}} N \approx 9,81 N.$$

Demak, 1 kg massali jism va Yer bir-birini 9,81 N kuch bilan tortadi.

Nyutonning uchinchi qonuniga binoan jism Yerga qanday kuch bilan tortilsa, u Yerni o'ziga shuncha kuch bilan tortadi. Faqat bu kuchlar o'zaro qarama-qarshi yo'nalgandir. 1 kg massali, hattoki, Yer

sirtidagi ulkan jismlar ham Yerni tortganda, uning joyidan siljishi sezilmaydi. Shuning uchun Yerning jismga tortilishi emas, balki jismning Yerga tortilishi haqida ko'proq so'z yuritiladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan, jismning Yerga tortilish kuchi quyidagiga teng:

$$F = ma$$

Yerning tortish kuchi ta'sirida mazkur 1 kg massali jismning olgan tezlanishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = 9,81 \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kg}} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 kg massali emas, balki ixtiyoriy massali jism uchun a tezlanishning kattaligi bir xil, ya'ni $9,81 \text{ m/s}^2$ ga teng chiqaveradi. Demak, Yerning tortilish kuchi ta'sirida Yer yuzidagi jismlarning olgan tezlanishi taqriban $a=9,81 \text{ m/s}^2$ ga teng ekan. Biz buni erkin tushish tezlanishi deb atab, uni g harfi bilan belgilagan edik. Aslida biz bu bilan erkin tushish tezlanishining qiymatini keltirib chiqardik. Demak, haqiqatan ham, $g=9,81 \text{ m/s}^2$ ekan.

Jismni yerga tortib turuvchi kuchni og'irlik kuchi deb ataymiz. Va F_{og} tarzida belgilaymiz. Demak, Yer yuzidagi jismning og'irlik kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$F_{og} = mg$$

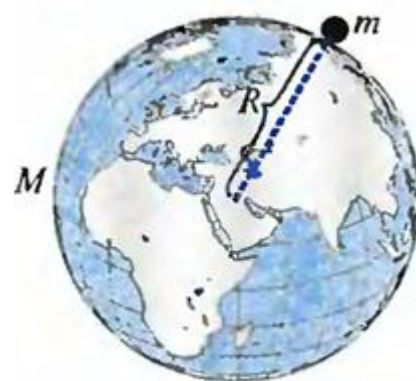
Jismni Yerga tortilish kuchi og'irlik kuchi deb ataladi.

Og'irlik kuchining qo'yilish nuqtasiga *jismning og'irlik markazi* deb ataladi. Jism og'irlik markazining vaziyati uning massalar markazi bilan mos keladi.

Butun olam tortishish qonuniga binoan Yer sirtida turgan m massali jismning M massali va R radiusli Yerga tortilish kuchi quyidagiga teng(42-rasm).

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

Bu formulani yuqoridagi og'irlik kuchi formulasi bilan tenglab, quyidagi ifodani olamiz:



42-rasm

$$mg = G \frac{mM}{R^2} \quad \text{yoki} \quad g = G \frac{M}{R^2}$$

Demak, erkin tushish tezlanishi jismning massasisigabog'liq emas. Erkin tushish tezlanishi faqat Yerning massasiga va radiusiga bog'liq ekan. Bu formula Oy , boshqa sayyoralar uchun ham o'rinlidir. Masalan, Oyning sirida erkin tushish tezlanishini hisoblash uchun Yerning massasi o'rniga Oyning massasi, Yerning radiusi o'rniga Oyning radiusi olinishi kerak.

Erkin tushish tezlanishi formulasida jismlar orasidagi masofa tariqasida Yerning radiusi R olingan. Bu Yer yuzida turgan jism uchun o'rinli, lekin Yerdan h balandlikda turgan jism uchun R o'rniga jism bilan Yer markazi orasidagi masofa $R+h$ olinadi. U holda h balandlikdagi jismning erkin tushish tezlanishi formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$g_h = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

Yerdan 100m, 1km, balandlikda g_h erkin tushish tezlanishi Yer sirtida turgandagi $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ qiymatidan sezilarli farq qilmaydi. Faqat bir necha 10, 100 km balandlikdagina g_h ning g dan farqi sezilarli bo'ladi. Masalan, erkin tushish tezlanishi $h=300 \text{ km}$ balandlikda $g_h=8,8 \text{ m/s}^2$, $h=6400 \text{ km}$ balandlikda, ya'ni Yerning radiusiga teng bo'lgan balandlikda $g_h=2,45 \text{ m/s}^2$ bo'ladi.

Jismning og'irligi. Faraz qilaylik, qandaydir jism, masalan, shar gorizonta tayanchda turibdi. Agar shar erkin bo'lsa edi, og'irlik kuchi ta'sirida Yerga g erkin tushish tezlanishi bilan tushar edi, u Yer bilan o'zaro ta'sirlashdi. Biroq sharning tushishiga tayanch qarshilik qiladi.

Shar va tayanch o'zaro ta'sirlashadi. Shar tayanchga moduli bo'yicha $F_{og'}$ kuchiga teng bo'lgan P kuch bilan, tayanch esa sharga – moduli bo'yicha teng, biroq qarama-qarshi yo'nalgan N tayanch reaksiya kuchi bilan ta'sir qiladi.

Jismning (Yerga tortilishi natijasida) tayanchga ta'sir kuchi P og'irlik deyiladi.

Og'irlik jismga emas, tayanchga yoki osmaga qo'yilgan kuch ekanligini tushunish va esda saqlab qolish muhimdir.

Jismga bir-birini muvozanatlovchi og'irlik kuchi va tayanch reaksiyasi qo'yilgan bo'ladi.

Har birimizning tanamiz tayanch bilan o'zaro ta'sirlashish natijasida deformatsiyalanadi. Biz bu deformatsiyani vaznlilik kabi qabul qilamiz. Bu yerdan kundalik ishlatiladigan ifoda «jism og'irligi» kelib chiqadi, holbuki og'irlik – jismga emas, tayanchga qo'yilgan kuchdir.

Jism o'g'irligi va og'irlik kuchlarining asosiy farqlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

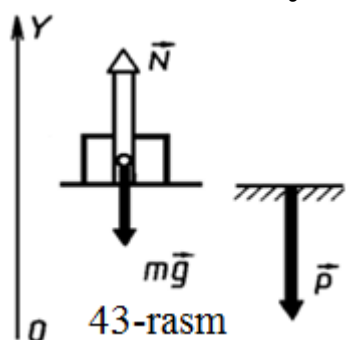
Jism og'irligi		Og'irlik kuchi
Jism og'irligi – bu jismning tayanch yoki osmaga ta'sir qiluvchi kuchi.	Aniqlanishi	Og'irlik kuchi – bu jism bilan Yerning o'zaro tortish kuchi natijasida vujudga keluvchi kuch.
P	Belgilanishi	<i>mg</i>
Reaksiya kuchi	Turi	Gravitasion kuch
Tayanch yoki osmaga	Ta'sir qilish nuqtasi	Jismning og'irlik markaziga

JISMNING VERTIKAL HARAKATI. O'TA YUKLANISH VA VAZNSIZLIK.

Jismning gorizontaal harakatida uning og'irligi o'zgarmaydi, chunki jismga gorizontaal yo'nalishda kuchlar ta'sir etadi.

Jismni vertikal yo'nalishda harakatlantirish uchun esa unga vertikal yo'nalishda ta'sir ko'rsatiladi. Buning natijasida esa jismning og'irligi o'zgaradi. Quyida jismning vertikal harakatini o'rganamiz.

1. Jism tinch yoki tekis harakati.



Jismning og'irligi tayanchning reaksiya kuchiga teng bo'ladi(43-rasm).

$$P = N \Rightarrow N = mg, \quad P = mg$$

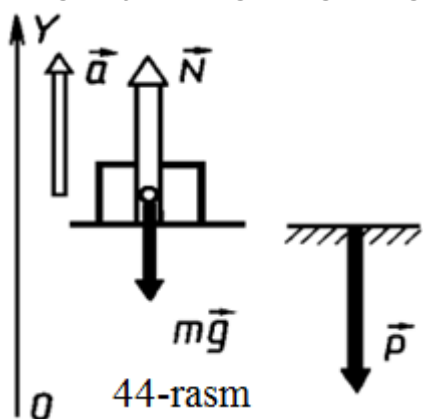
Jism tekis harakatlanganda uning og'irligi o'zgarmaydi.

Jismning og'irligi og'irlik kuchiga teng bo'ladi.

2. Jismning vertikal yuqoriga tezlanuvchan harakati.

Jism yuqoriga a tezlanish bilan harakatlanganda uning og'irligi ma ga ortadi(44-rasm).

Jismning vertikal bo'ylab yuqoriga tezlanuvchan harakatida yuzaga kelgan jism og'irligining ortishi *o'ta yuklanish* deyiladi.



O'ta yuklanish holatida jismning og'irligi, og'irlik kuchidan katta ($P > mg$) bo'ladi.

$$ma = N - mg,$$

$$N = m(a + g),$$

$$P = m(a + g),$$

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

n – O'ta yuklanishda jismning o'g'irligi necha marta organini ko'rsatuvchi koeffisienti.

3. Jismning vertikal pastga tezlanuvchan harakati.

Jism pastga a tezlanish bilan harakatlenganda uning og'irligi ma ga kamayadi.

Jismning tayanch bilan o'zaro ta'sirlanishi bo'lmaganidagi vaziyati *vaznsizlik* deyiladi.

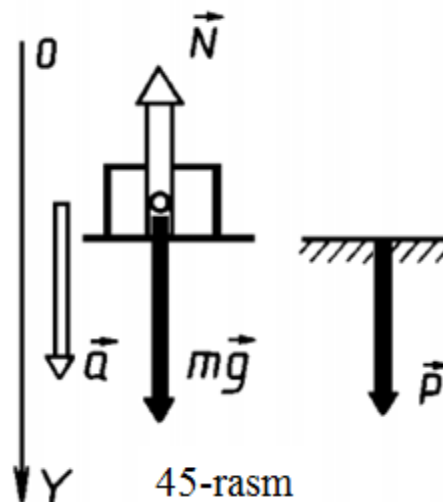
Jismning faqat yer tortishish kuchi ta'siridagi harakatida vaznsizlik vujudga keladi.

Jism pastga tezlanuvchan harakatlenganda, jismning og'irligi og'irlik kuchidan kichik ($P < mg$) bo'ladi.

$$ma = mg - N,$$

$$N = m(g - a),$$

$$P = m(g - a).$$



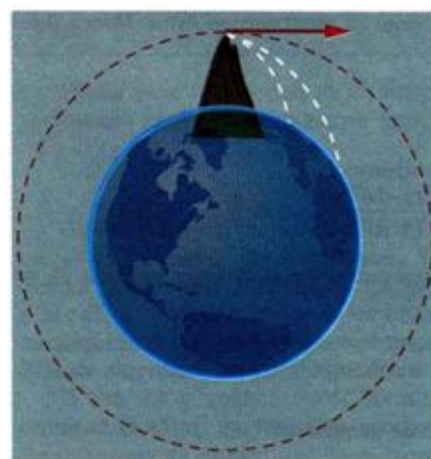
Agar jismning tezlanishi, erkin tushish tezlanishiga teng ($a=g$) bo'ganda jism vaznsizlik holatida bo'ladi.

$P=0$ – vaznsizlik.

YERNING SUN'IY YO'LDOSHLARI

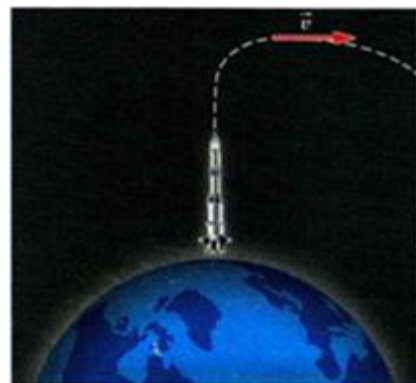
Siz oldingi mavzularda v tezlik bilan gorizontol otilgan jism parabola bo'yicha harakatlanib, gorizontol yo'nalishda $S = v \cdot t$ masofani uchib uchib o'tishini bilib oldingiz. Bunda Yer sirti gorizontol deb tasavvur qilindi. Bunday tasdiq o'rinli, chunki otish tezligi kichik. Agar otish tezligi sekin-asta orttirib borilsa, qanday hodisa sodir bo'lishini ko'ramiz.

Yerning sun'iy yo'ldoshlari. $S = v \cdot t$ formuladankorinadiki, otish tezligi qancha katta bo'lsa, jismning uchish uzoqligi shuncha katta bo'ladi(20-rasm). Nyuton bu masalani qarab chiqdi va biror tezlikda jism Yerga qaytib tushmay, uning yo'ldoshiga aylanib, Yer atrofida aylana (46-rasm) bo'ylab harakatlanishini isbotladi. (Yerning tabiiy yo'ldoshi - Oy). Bu shuning uchun sodir bo'ladiki, gorizontol otilgan jism Yerga tushadi,



Yer esa xuddi shunday masofaga jism ostidan ketadi. Natijada jism Yer sirtidan h balandlikda harakatlanadi.

Birinchi kosmik tezlik. Gorizont otilgan jism aylana bo'ylab Yer sirti yaqini atrofida harakatlana boshlaydigan tezligi *birinchi kosmik tezlik* deyiladi.



47-rasm

Yer atrofida aylanma orbitada uncha katta bo'lmagan h ($h \approx R$) masofada aylanuvchi yo'ldosh uchun birinchi kosmik tezlikni hisoblaymiz. Bunday holda yo'ldoshning markazga intilma tezlanishi erkin tushish tezlanishiga teng: $a=g$. Biroq markazga intilma tezlanish $a = \frac{v^2}{R}$ ga teng, bunda R - Yer radiusi, bundan

$$g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v_1 = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

ekanligi kelib chiqadi. Bu formulaga $g=9,81 \text{ m/s}^2$ va $R=6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ ni qo'yib

$$v_1 = \sqrt{9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 6,37 \cdot 10^6 m} \approx 7,9 \frac{m}{s}$$

ni hosil qilamiz. Bu tezlikni yo'ldoshga aylanish radiusiga perpendikulyar ravishda berish zarur(47-rasm).

Deyarli sekundiga sakkiz kilometr – bu soatiga 29 ming kilometr atrofida bo'ladi! Jismga bunday tezlik berish, albatta oson emas. Faqat 1957 yil insoniyat tarixida quvvatli raketa yordamida massasi 83 kg bo'lgan jismga birinchi kosmik tezlik berishga erishildi. Bu jism Yerning birinchi sun'iy yo'ldoshiga aylandi.

Yer atrofida yo'ldoshlarning harakati faqat bitta kuch butun olam tortishish kuchi ta'siri ostida sodir bo'ladi. Bu kuch ularga va unda turgan hamma jismlarga bir xil tezlanish beradi. Shuning uchun yo'ldoshlardagi hamma jism, shu jumladan fazogir ham vaznsizlik holatida bo'ladi.

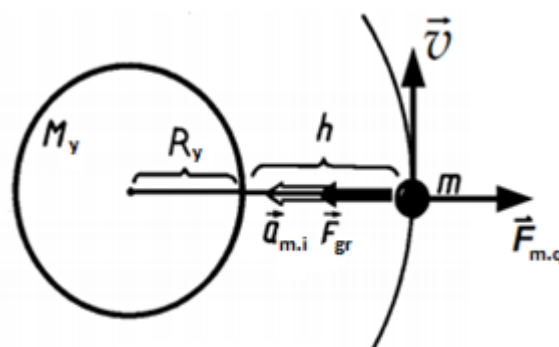
m massali yo'ldosh uchun h balandlikda birinchi kosmik tezlikni hisoblaymiz(48-rasm).

Yo'ldoshning Yer sirtidan h balandlikdagi aylana bo'ylab harakatida unga markazdan qochma kuch $F_{mq} = \frac{m \cdot v^2}{R+h}$ ta'sir qiladi va bu kuchga qarama-qarshi yo'nalishda Yerning tortishish kuchi

$F_{gr} = G \frac{mM}{(R+h)^2}$ ta'sir qiladi. Bu kuchlar o'zaro tengligidan quyidagi ifoda hosil bo'ladi.

$$F_{gr} = F_{mq} \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{R+h} = G \frac{mM}{(R+h)^2};$$

$$v^2 = G \frac{M}{(R+h)}; \quad \boxed{v = \sqrt{G \frac{M}{(R+h)}}}$$



48-rasm

Demak, oxirgi ifoda sun'iy yo'ldosh Yer sirtidan h balandlikda aylana bo'ylab harakatlanishi uchun kerak bo'ladigan tezlikni hisoblash formulasi.

Sun'iy yo'doshning aylanish davrini hisoblasak:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{\sqrt{gR}} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$$

Ikkinchi kosmik tezlik. Butun olam tortishish qonuniga ko'ra ikki jismning o'zaro tortishish kuchi ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional. Demak jism Yer sirtidan uzoqlashgan sari Yerning tortishish kuchi kamayib boradi. Qandaydir balandlikda esa bu kuch no'lga yaqinlashadi ya'ni Yerning tortishish kuchi yo'qoladi.

Jism o'zining tezligi natijasida Yerning tortishish kuchi ta'siridan chiqib ketadigan tezligi *ikkinchi kosmik tezlik* deb ataladi.

Jism Yerning tortishish kuchi ta'siridan chiqib ketishi uchun unga yetarli kinetik energiya berilishi kerak.

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{GmM}{R}, \quad v_{II} = \sqrt{2 \frac{GM}{R}} = \sqrt{2} \cdot v_I, \quad v_{II} \approx 11,2 \frac{km}{s}.$$

Sun'iy yo'ldosh traektoriyasining tezligiga bog'liqligi:

Agar jismga quyidagicha tezlik berilsa,

$v = v_I \approx 8 \frac{km}{s}$ - jism Yerning sun'iy yo'ldoshiga aylanadi va aylana orbita bo'ylab harakat qiladi.

$v_I < v < v_{II}$ - jism traektoriyasi ellipssimon bo'ladi.

$v = v_{II} = 11,2 \frac{km}{s}$ - jism parabola bo'yicha harakat qiladi va Yerning tortishish kuchi ta'siridan chiqib ketadi.

$v > v_{II}$ - jism traektoriyasi giperbola bo'ladi, Yer sistemasidan Quyoshning sistemasiga o'tadi.

$v < v_{III} = 16,7 \frac{km}{s}$ - Yer sistemasidan chiqib ketadi, Quyosh sun'iy yo'ldoshi bo'lib qoladi.

$v \geq v_{III} = 16,7 \frac{km}{s}$ - Quyosh sistemasidan chiqib ketadi.

6-mashq

1. Yer va oy orasidagi tortishish kuchini toping.
2. Massasi 10 t bo'lgan avtomobil egrilik radiusi 50 m bo'lgan qavariq ko'priq bo'ylab 54 km/soat tezlik bilan harakatlanadi. Avtomobilning ko'priq o'rtasidan o'tayotgandagi bosim kuchini aniqlang.
3. Yuqoridagi masalani botiq ko'priq uchun yeching.
4. Ekvatorda massasi 1 kg bo'lgan jismning og'irligini aniqlang.
5. Agar jism gorizontal yo'nalishda tezlanish bilan harakatlansa, uning og'irligi o'zgaradimi?
6. Yer sun'iy yo'ldoshining aylanish davri 24 soat bo'lishi uchun u qanday balandlikda bo'lishi kerak?
7. Agar Yer yo'ldoshi doiraviy orbita bo'ylab Yer sirtidan 200 km. masofada harakatlansa, uning aylanish davrini aniqlang.
8. Yer sun'iy yo'ldoshi 390 km balandlikda doiraviy orbita bo'ylab aylanadi. Uning aylanish davrini aniqlang.
9. Geofizik raketa yuqoriga vertikal uchirildi va 500 km balandlikka ko'tarildi. Unga qanday boshlang'ich tezlik berilgan? Ko'tarilish qismida og'irlik kuchining o'rtacha tezlanishi $9,1 \text{ m/s}^2$ ga teng deb hisoblang.

BOG'LANISH REAKSIYASI.

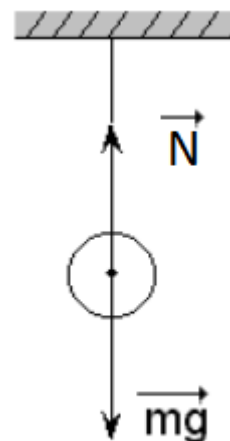
Boglanish reaksiyasi. Shu vaqtgacha biz qo'yilgan kuch ta'sirida har qanday yo'nalishda harakatlanishi mumkin bo'lgan jism tabiatini qarab chiqdik. Bunday jismlar erkin jismlar deb ataladi. Ko'pincha real qurilmalarda jismning ko'chishiga unga biriktirilgan yoki unga tegib turgan jismlar qarshilik ko'rsatadi.

Masalan, ipga bog'langan jism shipga osilgan (49-rasm), u tushib ketmaydi, chunki unga bog'lanish – ip qarshilik qiladi. Ko'priq fermasi tushib ketmaydi, chunki uni bog'lanish – tayanch ushlab turadi. Ko'tarma kran strelasi ham tushib ketmaydi, uni – po'lat arqon va tayanch ushlab turadi.

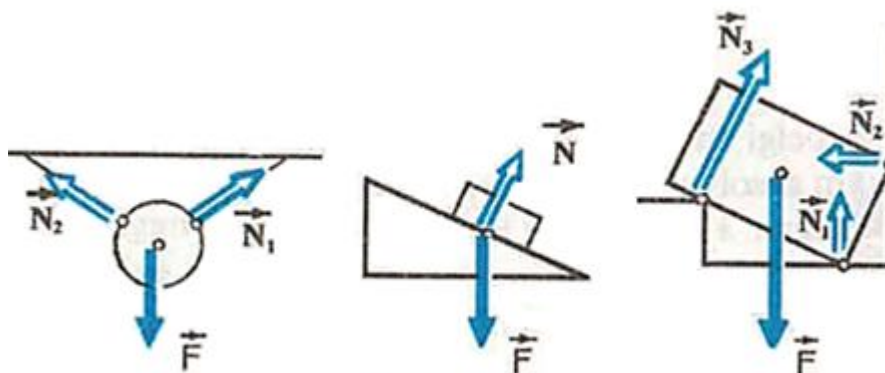
Jism qo'yilgan kuch ta'siri ostida ko'chishi kerak edi; u bog'lanishga biror F kuch ta'sir qiladi. Nyutonning uchinchi qonuniga binoan bog'lanish ham jismga moduli bo'yicha bog'lanish reaksiyasi deb ataluvchi qarama-qarshi yo'nalgan N kuch bilan ta'sir qiladi:

$$\vec{N} = -\vec{F}$$

Bog'lanish reaksiyasining yo'nalishi bog'lanishga ta'sir qiluvchi kuchlar bilan aniqlanadi. ishqalanish kuchi bo'lmagan holda (ideal bog'lanish), bog'lanish reaksiyasi umumiy normal bo'yicha jismlar tegib turgan sirtning ular tegib turgan nuqtasiga yo'nalgan. 50-rasmda bog'lanish reaksiyasiga misollar keltirilgan. Bu rasmlarni diqqat bilan qarab chiqing.



49-rasm



50-rasm

TABIATDAGI KUHLAR.

Fundamental ya'ni fizikaning asosiy kuchlari ikki guruhga bo'linadi:

1. Elektromagnit kuchlar;
2. Gravitasion kuchlar.

Mexanikada barcha kuchlar uch turga bo'linadi:

1. Elastiklik kuchlari;
2. Ishqalanish kuchlari;
3. Tortishish kuchlari.

ELASTIKLIK KUCHI.

Jismga kuch bilan ta'sir etilsa, ular cho'zilishi, siqilishi, egilishi, siljishi yoki buralishi mumkin. Ba'zi jismlarda bunday xususiyat yaqqol kuzatiladi. Masalan, tashqi kuch ta'sirida rezina yoki prujina cho'ziladi, siqiladi va buraladi, yog'och yoki plastmassa egiladi.

Tashqi kuch ta'sirida jismlarning shakli va hajmi o'zgarishi deformasiya deb ataladi.

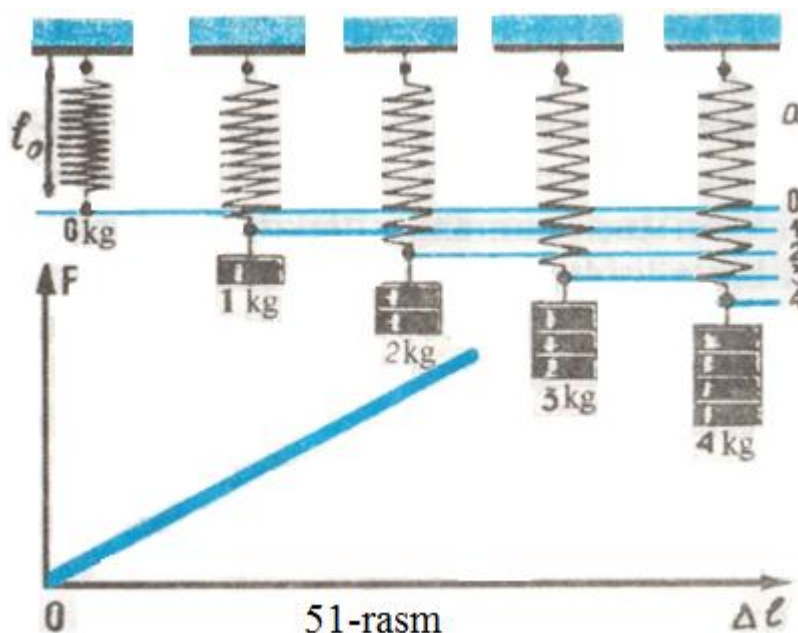
Deformasiyalar elastik va plastik deformasiyalarga bo'linadi. Tashqi kuch ta'siri to'xtaganda jismning o'zgargan shakli va hajmi avvalgi holatiga qaytsa, **deformasiya elastik** bo'ladi. Masalan, cho'zilgan rezina yoki prujina tashqi ta'sir to'xtatilgandan keyin o'z holatiga qaytadi. Chizg'ichni biroz egib qo'yib yuborilsa, u yana to'g'rilanib qoladi. Bunday jismlar **elastik jismlar** deb ataladi.

*Ta'sir etayotgan tashqi kuch to'xtaganda jismning shakli va hajmi tiklanmasa, bu **plastik deformasiya** bo'ladi.* Masalan, plastilin ezilsa yoki cho'zilsa, u avvalgi holatiga qaytmaydi. Bunday jismlar **plastik jismlar** deyiladi.

Jismga ta'sir qilayotgan tashqi kuch ham yo uni cho'zadi, yo qisadi, yo buraydi. Bunda bog'lanishni amalga oshiruvchi jism molekulalari o'zining odatdagi vaziyatiga nisbatan ko'chadi.

Tashqi kuch (deformasiyalovchi kuch) qancha katta bo'lsa, bu ko'chish shuncha katta bo'ladi. Biroq molekulalar orasida tortishish va itarishish kuchlari ta'sir etishini bilasiz. Ular nyutonning uchinchi qonuniga binoan, tashqi deformasiyalovchi kuchga aks ta'sir qiladi

(albatta, bog'lanish reaksiyasi elastik bo'lgan sohada); xuddi shular deformatsiyani yuzaga kelishini ta'minlaydi. Binobarin, deformatsiya ham doim molekulyar tabiatga ega bo'ladi.



Jismlarni deformatsiyalanishini o'rganish uchun quyidagi tajribani o'tkazamiz. l_0 - uzunlikdagi prujina olamiz va bu prujinaga yuklardan birini ilib, prujina uzunligini biroz ortganini sezamiz. Prujinaga osilgan yuklar sonini 2,3,4,5 marta orttirib, *absolyut uzayish* deb atalgan Δl prujinaning uzayishi shuncha marta ortganini sezamiz.

Boshqacha aytganda, absolyut uzayish prujinaga ta'sir qiluvchi kuchga to'g'ri proporsional bo'ladi: $F_{el} \sim \Delta l$

Agar tajribada berilganlar bo'yicha prujinaning uzayishini deformatsiyalovchi kuchga bog'liqlik grafigi chizilsa, u holda topilgan bog'liqlik OA to'g'ri chiziq shaklida tasvirlanadi (51-rasm). Yuklarni asta-sekin olib, prujinaning uzayishi proporsional ravishda kamayishini (qisqarishini) sezamiz.

Ingliz fizigi R. Guk shunga o'xshash tajribalarni umumlashtirib, quyidagi xulosaga keldi: Absolyut (elastik) deformatsiya jismga qo'yilgan kuchga proporsionaldir.

$$\Delta l = \frac{1}{k} F_{el}$$

Bu tenglikni boshqacha ko'rinishda quyidagich yozish mumkin:

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

Oxirgi ifoda Guk qonuni deb ataladi.

Bu yerda «-» ishorasi shuning uchun qo'yilganki, elastiklik kuchi har doim absolyut deformatsiya yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan. Masalan, prujinani cho'zib qo'yib yuborsak, prujinani boshlang'ich vaziyatiga qaytaruvchi kuch paydo bo'ladi. Prujinani qissak esa, elastiklik kuchi prujinani cho'zishga harakat qiladi(52-rasm).

k - koeffisient prujinani xarakterlovchi bikrlilik koeffisienti deb ataladi.

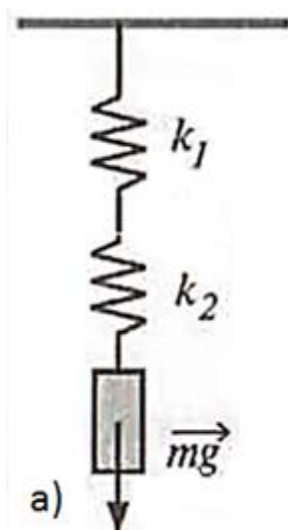
Shunday qilib, jismning deformatsiyalanishida hosil bo'lgan kuch elastiklik kuchi deb ataladi. Elastiklik kuchi absolyut deformatsiyaga proporsional va jismni deformatsiyalayotgan kuchga qarama-qarshi yo'nalgan.



52-rasm

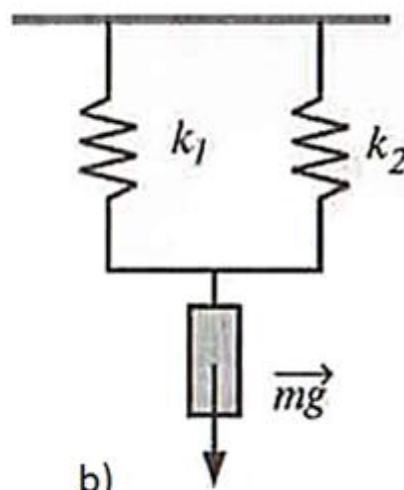
PRUJINALARNI KETMA-KET VA PARALLEL ULASH

Ketma-ket ulash



a)

Parallel ulash



b)

53-rasm

Prujinalarni 53a-rasmdagidek ulanishi, prujinalarni ketma-ket ulash deyiladi.

Prujinalarni ketma-ket ulanganda, prujinalarga bir xil kuch ta'sir etadi ($F_{el1} = F_{el2} = mg$), umumiy deformatsiya esa prujinalar deformatsiyalari yig'indisiga teng ($\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$) bo'ladi.

$$mg = -k_1 \Delta l_1 \Rightarrow \Delta l_1 = -\frac{mg}{k_1};$$

$$mg = -k_2 \Delta l_2 \Rightarrow \Delta l_2 = -\frac{mg}{k_2};$$

$$mg = -k \Delta l \Rightarrow \Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2;$$

$$mg = -k (\Delta l_1 + \Delta l_2);$$

$$mg = k \left(\frac{mg}{k_1} + \frac{mg}{k_2} \right);$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2};$$

Prujinalarni 53b-rasmdagidek ulanishi, prujinalarni parallel ulash deyiladi.

Prujinalar parallel ulanganda, qo'yilgan kuch prujinalarga bo'linadi, prujinalarning deformatsiyasi esa bir-xil bo'ladi.

$$\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l;$$

$$mg = F_{el1} + F_{el2};$$

$$k \Delta l = k_1 \Delta l_1 + k_2 \Delta l_2$$

$$k = k_1 + k_2$$

ISHQALANISH KUCHI

Ishqalanish – jismlar o'zaro ta'sirining bir ko'rinishi. U ikki jism orasida vujudga keladi.

Ishqalanish kuchi ham boshqa kuchlar kabi Nyutonning uchinchi qonuniga bo'ysunadi.

Tepalikdan sirpanib tushayotgan chana gorizontaal yo'nalishga o'tganda uning tezligi kamayib boradi va to'xtaydi. Demak, chana harakatining yo'nalishiga qarshi kuch mavjud. Yerdagi turgan yukni sudrash uchun ham qandaydir kuch qarshilik qiladi.

*Jismlar harakatlanganda paydo bo'ladigan va harakatiga qarshi yo'nalgan kuch **ishqalanish kuchi** deb ataladi.*

Stol ustida taxlanib turgan kitoblarni surish uchun kuch bilan ta'sir etishimiz kerak. Muz ustida harakatlanayotgan xokkey shaybasi, motori o'chirilgan avtomobil sekinlashib boradi va to'xtaydi. Avtomobilga tormoz berilsa, u tezda to'xtaydi. Bu keltirilgan misollarda kitob bilan stol sirti, shayba bilan muz sirti, avtomobil g'ildiragi bilan aylanish o'qi, shina bilan asphalt orasida ishqalanish vujudga kealdi. Tasmali uzatma ham ishqalanish tufayli shkiylarni aylantiradi.

Ishqalanish kuchining vujudga kelish sabablari shundaki:

- *Bir-biriga tegib turadigan jismlarning g'adir budurligidir;*

Hatto, juda silliq ko'rinadigan jismlarning sirtlarida ham g'adir-budirliklar va tirnalgan joylari bo'ladi.

Bir jism ikkinchi jismning sirtida sirpanganda yoki dumalaganda bu g'adir-budirliklar bir-biriga ilashib, harakatlanishga to'sqinlik qiluvchi kuchni vujudga keltiradi.

- *Bir-biriga tegib turadigan jismlar molekularining tortishishidir.*

Agar jismlarning sirtlari yaxshi silliqlangan bo'lsa, jismlar bir-biriga tekkanda ular sirtidagi molekular bir-biriga juda yaqin bo'ladi. Bunda bir-biriga tegib turgan jism molekulari orasidagi tortishish kuchlari sezilarli bo'ladi.

Jismlarning bir-biriga ishqalanish hodisalarini uch turga bo'lish mumkin:

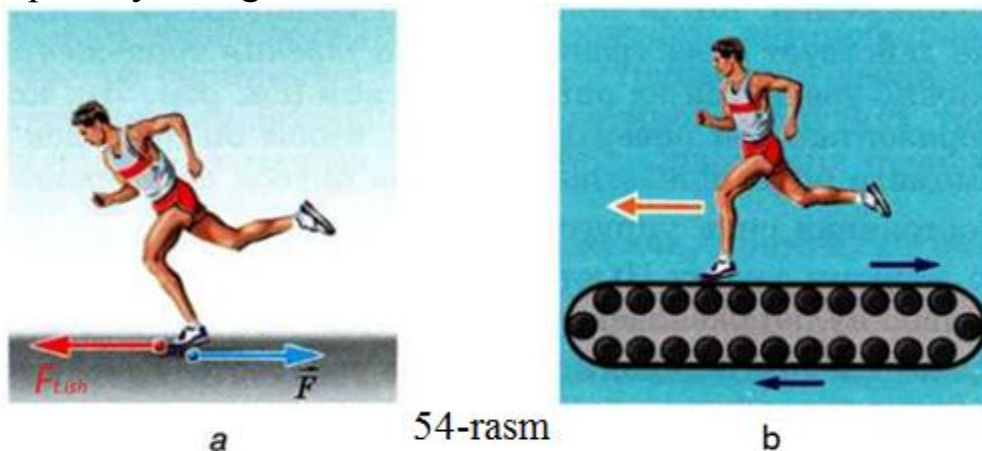
- Tinchlikdagi (tinch holatdagi) ishqalanish;

- Sirpanish ishqalanish;
- Dumalash ishqalanish.

TINCHLIKDAGI ISHQALANISH

Jism nisbiy tinchlikda turganda ishqalanish kuchi uni bir joyda ushlab turadi va u jismning joyidan qo'zg'alishiga to'sqinlik qiladi. Bu kuch tinchlikdagi ishqalanish kuchidir.

Pol ustida turgan jismni gorizontal yo'nalishda harakatga keltirish, ya'ni qo'zg'atish uchun unga tinchlikdagi ishqalanish kuchiga teng va qarama-qarshi yo'nalgan kuch bilan ta'sir etishimiz kerak.



54-rasm

Yurganimizda oyoq kiyimining tag sirti bilan yer sirti o'rtasidagi tinchlikdagi ishqalanish kuchi hosil qiladi. Ishqalanish kuchi bo'lmaganda biz yura olmas edik, muz ustida yurgandek sirpanib ketardik. Biz yerni orqaga F kuch bilan itaramiz. Ishqalanish kuchi F_i esa harakatimiz yo'nalishida bo'lib, miqdor jihatdan F kuchga teng (54-a rasm).

Yurganimizda yerni orqaga itarishimizni tasavvur qilish uchun sportchilar mashq qiladigan rolikli yo'lkachani misol qilib keltirish mumkin. Bunda sportchi oldinga yugurmoqchi bo'lsa, yo'lka orqaga harakat qiladi (54-b rasm).



55-rasm

Avtomobil shinasi ham yerni orqaga itaradi. Shina sirti bilan yer sirti orasida tinchlikdagi ishqalanish hosil bo'lishi tufayli g'ildirak avtomobilni oldinga harakatlantiradi (55-rasm).

Tinchlikdagi ishqalanish

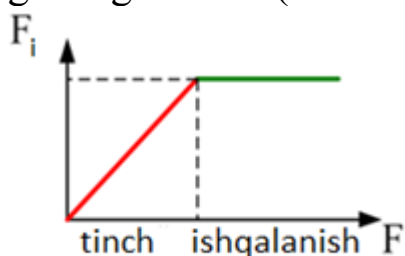
kuchini o'lchash mumkin. Agar taxtachani (jismni) gorizontol sirtga qo'yib, dinamometr bilan tortsak, jism joyidan qo'zg'almasada, dinamometrning ko'rsatkichi orta boradi va ma'lum maksimal $F=F_{ishq}$ qiymatga yetgandagina jism joyidan qo'zg'aladi (56-rasm).

SIRPANISH ISHQALANISH

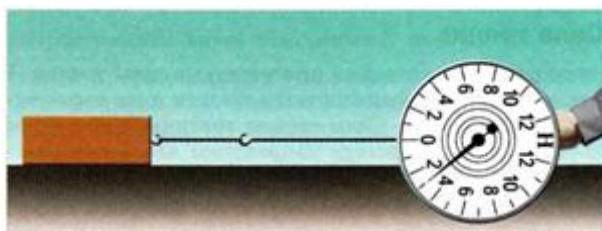
Bir jism ustida boshqa jism sirpanganda ishqalanish vujudga keladi. Bunday ishqalanish **sirpanish ishqalanish** deyiladi.

Masalan, chana qor ustida sirpanganda sirpanish ishqalanish hosil bo'ladi.

57-rasmda tasvirlangan jismni dinamometr yordamida jismni tortib joyidan qo'zg'atamiz. Jism joyidan qo'zg'alish paytida dinamometrning ko'rsatishi deyarli o'zgarmaydi. Dinamometrni tortish orqali jismni tekis harakatlantirsak, dinamometrning ko'rsatishi o'zgarmay qoladi. Dinamometr ko'rsatishining ana shu qiymati **sirpanish ishqalanish kuchiga** teng bo'ladi (56-rasm).



56-rasm



57-rasm

Tajriba ko'rsatishicha, sirpanish ishqalanish kuchi jismning og'irlik kuchiga proporsional. Nyutonning uchinchi qonuni bo'yicha og'irlik kuchi $F_{og'}$ kattaligi jihatidan tayanchning reaksiya kuchi N ga teng. Demak, sirpanish ishqalanish kuchi F_{ishq} reaksiya kuchi N ga proporsional bo'ladi:

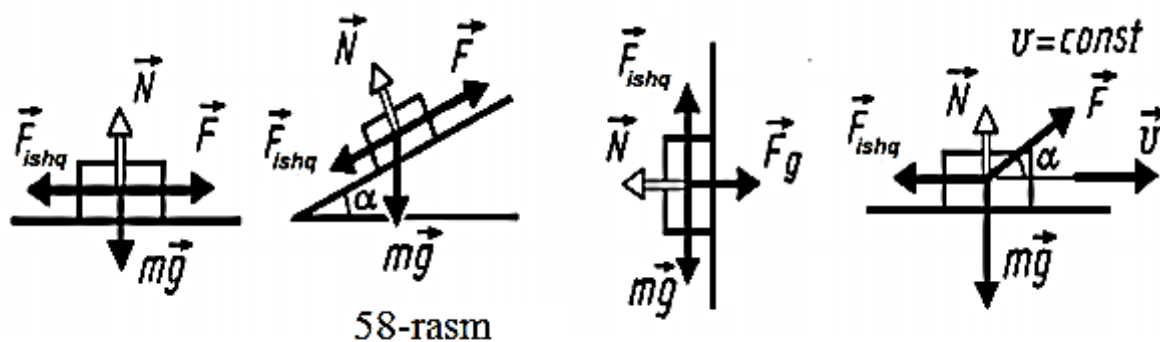
$$F_{ishq} = \mu N$$

Bunda μ - sirpanish ishqalanish koeffisienti bo'lib, uning qiymati bir-biriga ishqalanuvchi jismlarning materialiga, sirtlarining silliqqligiga va boshqalarga bog'liq. Ba'zi juft materiallar uchun sirpanish ishqalanish koeffisientining taqribiy qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Nö	Materiallar	μ
1.	Mis bilan muz	0,02
2.	Po'lat bilan muz	0,04
3.	Po'lat bilan po'lat	0,12
4.	Po'lat bilan bronza	0,15

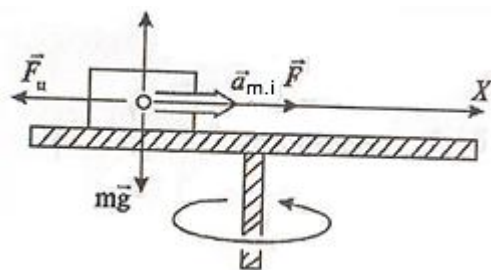
Nö	Materiallar	μ
5.	Bronza bilan cho'yan	0,2
6.	Yog'och bilan yog'och	0,4
7.	Charm bilan cho'yan	0,6
8.	Rezina bilan beton	0,75

Demak, ikki jism orasidagi ishqalanish koeffitsienti o'zgarmas kattalik. Ishqalanish kuchining o'zgarishi esa jismga ta'sir qilayotgan tayanch reaksiya kuchi N ning o'zgarishi bilan sodir bo'ladi. Quyida turli holatlardagi jismga ta'sir etayotgan tayanch reaksiya va ishqalanish kuchlariga misollar keltirilgan(58-rasm).



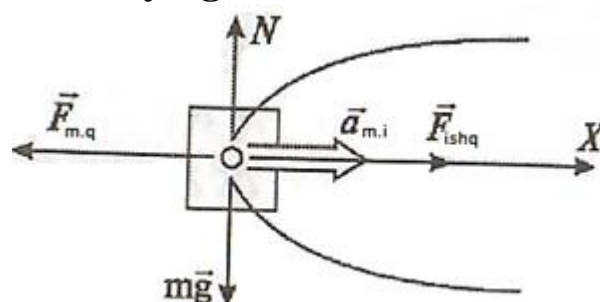
$\left \begin{array}{l} \vec{F}_{ishq} = \mu m \vec{g} \\ \vec{N} = m \vec{g} \cos \alpha \\ \vec{F}_{ishq} = \mu m \vec{g} \cos \alpha \end{array} \right $	$\left \begin{array}{l} \vec{F}_{ishq} = \mu \vec{F}_g \\ \vec{N} = m \vec{g} - \vec{F} \sin \alpha \\ \vec{F}_{ishq} = \mu (m \vec{g} - \vec{F} \sin \alpha) \end{array} \right $
---	---

Aylanuvchi diskdagi jism.



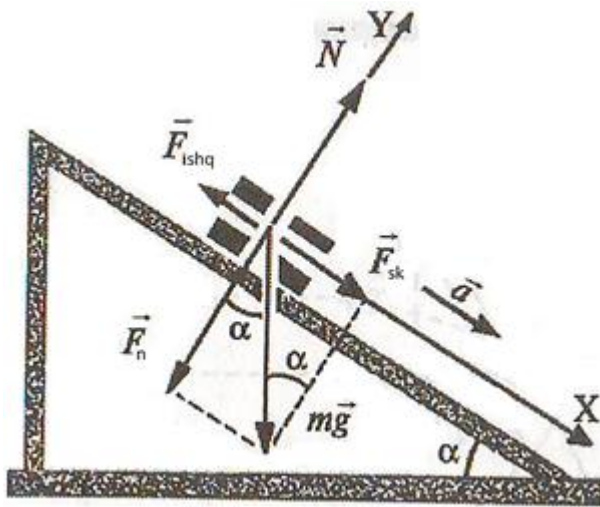
$$\frac{m\vartheta^2}{R} = \mu mg$$

Avtomobil, konkichi, motosikl burilayotganda:



$$\frac{m\vartheta^2}{R} = \mu mg$$

Ishqalanish koeffisienti μ bo'lgan gorizont bilan α burchak hosil qiluvchi qiya tekislikdagi jism harakati:



$$\begin{cases} F_{sk} = mg \sin \alpha, \\ F_{ishq} = \mu N = \mu mg \cos \alpha. \end{cases}$$

F_{sk} - jismni sirpantiruvchi kuch;
 F_{ishq} - ishqalanish kuchi.

a) Agar $F_{sk} < F_{ishq}$ shart bajarilsa, jism qiya tekislikda tinch turadi.

$$mg \sin \alpha < \mu mg \cos \alpha \quad \text{va} \quad tg \alpha < \mu$$

b) Agar $F_{sk} = F_{ishq}$ shart bajarilsa, jism qiya tekislikda tekis harakat qiladi yoki tinch turadi:

$$mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha \quad \text{va} \quad tg \alpha = \mu$$

c) Agar $F_{sk} > F_{ishq}$ shart bajarilsa, jism qiya tekislikda tezlanuvchan harakat qiladi:

$$mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha \quad \text{va} \quad tg \alpha > \mu$$

Oxirgi ifodaning dinamik tenglamasi quyidagicha ko'rinishga ega:

$$ma = F_{sk} - F_{ishq};$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \quad \text{bundan}$$

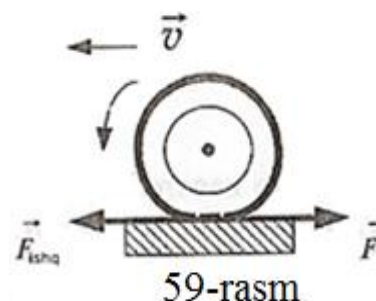
$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Ishqalanish kuchi va harakat yo'nalishining yo'nalishlariga e'tibor bering, har doim ishqalanish kuchi harakat yo'nalishiga qarama-qarshi:

Quyida ishqalanish kuchi yo'nalishi, harakat yo'nalishida bo'ladigan holatlarni ko'rib chiqamiz:

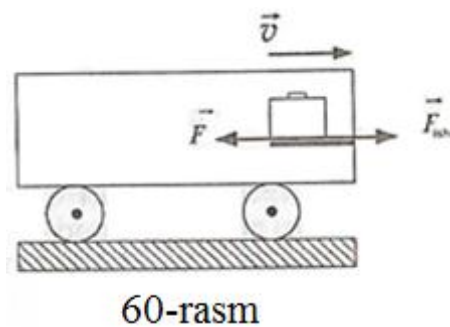
1-misol (59-rasm)

Rasmdan ko'rinib turibdiki, ishqalanish kuchi F_{ishq} harakat yo'nalishi bilan mos tushmoqda, lekin g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi.

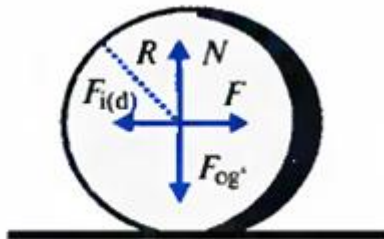


2-misol (60-rasm)

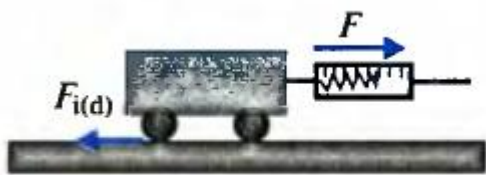
Tezlanuvchan harakat qilayotgan vagon polkasidagi chamadon. Chamadon ishqalanish kuchi ta'sirida polkadan tushib ketmaydi. Bunga sabab F_{ishq} harakat yo'nalishida. Lekin chamadon harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda. Bu yerda $F=ma$ - inersiya kuchi.



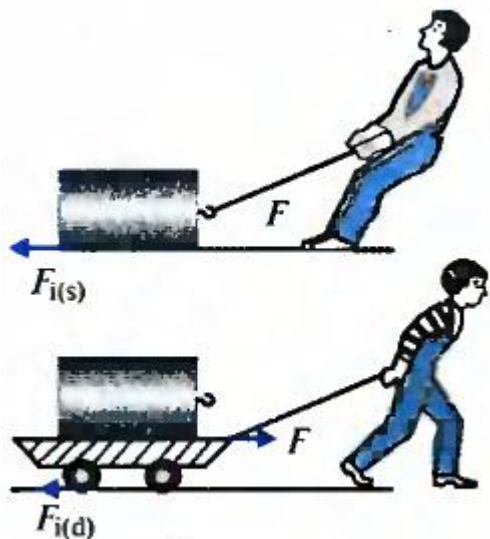
DUMALASH ISHQALANISH



61-rasm



62-rasm



63-rasm

Agar jism ikkinchi jism ustida sirpanmasdan dumalasa, bunda hosil bo'lgan ishqalanish **dumalash ishqalanish** deyiladi.

Masalan, g'ildiraklar g'ildiraganda, bo'chka yoki g'o'lalar dumalaganda dumalash ishqalanishi namoyon bo'ladi.

Dumalash ishqalanish hosil bo'lishining asosiy sababi g'ildirak tegib turgan sirtida og'irlik kuchining ta'sirida hosil bo'lgan deformatsiyalar(61-rasm). Dumalash natijasida g'ildirakda va u g'ildirayotgan sirtida chuqurlik paydo bo'ladi. Chuqurlik g'ildirakning aylanishiga to'sqinlik qiladi. G'ildirak sirti va u dumalayotgan sirt qanchalik qattiq bo'lsa, g'ildirak dumalayotganda shuncha kam deformatsiyalanadi va dumalash ishqalanish kuchi F_{id} shuncha kichik bo'ladi. Shuning uchun temir yo'l temir izlarida ishqalanish kuchi juda kichik bo'ladi.

Dumalash ishqalanish kuchini o'lchash mumkin. G'o'lachalar ustiga qo'yilgan taxtacha dinamometr bilan tortiladi. Bunda dumalash ishqalanish kuchi F_{id} ning qiymati dinamometr ko'rsatgan F kuchning qiymatiga teng bo'ladi(62-rasm).

Dumalash ishqalanish kuchi sirpanish ishqalanish kuchidan ko'p marta kichik (63-rasm). Shuning uchun ham qadimdan odamlar og'ir yuklarni bir joydan boshqa joyga ko'chirishda g'o'lalardan foydalanganlar. G'ildirakning kashf etilishi buyuk kashfiyotlardan biridir.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, dumalash ishqalanish kuchi F_{id} jismga ta'sir etuvchi reaksiya kuchi N ga to'g'ri proporsional, dumalayotgan jism radiusiga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$F_{id} = \mu_d \frac{N}{R}$$

Bunda μ_d – dumalash ishqalanish koeffisienti. Uning qiymati bir-biriga ishqalanuvchi jismlarning materialiga, sirtlarining silliqiligiga va boshqalarga bog'liq. μ_d ([mm] larda o'lchanadi.) va uning taqribiy qiymati po'lat bilan po'lat uchun 0,2 mm ga, avtomobil g'ildiragi rezinasi bilan asphalt uchun 2 mm ga teng.

SUYUQLIK VA GAZLARDAGI QARSHILIK KUCHI

Yuqoridagi holatlarda faqat jismning qattiq jism sirtidagi harakatini o'rgandik. Jism suyuqlik yoki gazlarda harakatlanganda unga qanda ishqalanish kuchlari vujudga keladi?

Jism suyuqlik yoki gazda harakatlanganda, unga **qarshilik kuchi** ta'sir qiladi. Bu kuch harakatlanayotgan jismning oldi va orqa qismlariga ta'sir qiluvchi bosim kuchlarining farqi tufayli vujudga keladi. Qarshilik kuchi ham jismga harakat yo'nalishi (tezlik yo'nalishi) ga teskari yo'nalishda ta'sir qiladi. Lekin *tinchlikdagi qarshilik kuchi yo'q*. Qarshilik kuchi faqat jismning harakati natijasida vujudga keladi.

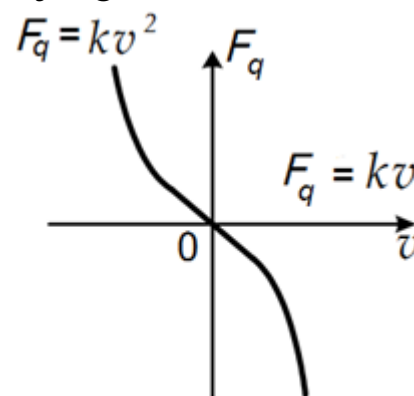
Jism kichik tezliklarda harakatlanganda, tezlikka proporsional bo'lgan qarshilik kuchi yuzaga keladi(64-rasm):

$$F_{qar} = -kV,$$

bunda k – muhitning xossalriga, jismning shakli va o'lchamlariga hamda uning sirtining holatiga (ishqalanishiga) bog'liq bo'lgan qarshilik koeffisienti.

Jism katta tezliklarda harakatlanganda esa, qarshilik kuchi tezlikning kvadratiga proporsional bo'ladi:

$$F_{qar} = -kV^2$$



64-rasm

AYLANA BO'YLAB HARAKATLANUVCHI JISMLAR DINAMIKASI.

Markazga intilma kuch. Jismning aylana bo'ylab tekis harakatida uning tezligi moduli bo'yicha doimiy qolib, yo'nalishi bo'yicha uzluksiz o'zgaradi. Jism tezligining yo'nalish bo'yicha o'zgarishi uning tezlanuvchan harakatlanishidan dalolat beradi. Bu tezlanish jism harakatlanayotgan aylana markaziga tomon yo'nalganligi shuning uchun markazga intilma tezlanish deb ataladi.

Biroq tezlanishni kuch yuzaga keltiradi. Shunday ekan aylana bo'ylan harakatlanayotgan jismga aylana markaziga tomon yo'nalgan kuch ta'sir qiladi. Bu kuch *markazga intilma kuch* deb ataladi.

Markazga intilma kuch Nyutonning ikkinchi qonuni bo'yicha $F_{m.i} = ma_{m.i}$. Markazga intilma tezlanish $a_{m.i} = \frac{g^2}{R}$ yoki $a_{m.i} = \omega^2 R$ bo'lsa, u holda markazga intilma kuch quyidagicha bo'ladi.

$$F_{m.i} = \frac{mg^2}{R} \quad \text{yoki} \quad F_{m.i} = m\omega^2 R$$

Markazdan qochma kuch. Nyutonning uchinchi qonuni bo'yicha har qanday ta'sir teng va qarama-qarshi yo'nalgan aks ta'sir natijasida yuzaga keladi. Markazga intilma kuch bilan bog'lanish jismga ta'sir qiladi, moduli bo'yicha teng va qarama-qarshi yo'nalgan kuch bilan jism bog'lanishiga aks ta'sir qiladi. Bu kuch *markazdan qochma kuch* deyiladi, chunki u radius bo'yicha markazdan yo'nalgan. Markazdan qochma kuch moduli bo'yicha markazga intilma kuchga teng:

$$F_{m.q} = \frac{mg^2}{R} \quad \text{yoki} \quad F_{m.q} = m\omega^2 R$$

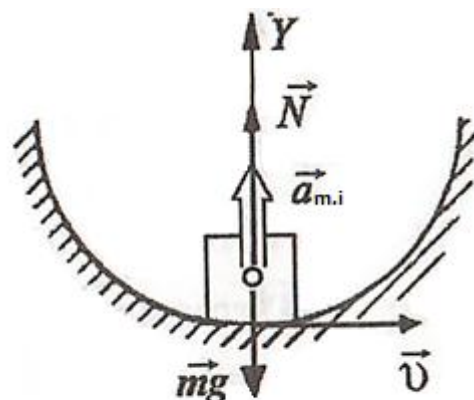
Markazdan qochma kuch ta'sirini, masalan, avtobusda yo'lning keskin burilishida ketayotganimizda sezamiz. Bu kuch bizni aylana yo'lning tashqi tomoniga qarab devorga qisadi.

MARKAZDAN QOCHMA KUCH TA'SIRI KUZATILISHI MUMKIN BO'LGAN HOLATLAR:

Botiq va qavariq ko'priklar.

Jism R radiusli botiq ko'prikda harakatlenganda unga markazdan qochma kuch ta'sir qiladi va bu kuch yo'nalishi og'irlik kuchi yo'nalishi bilan bir-xil bo'lganligi uchun jismning ko'prikka ta'siri ortib ketadi(66-rasm):

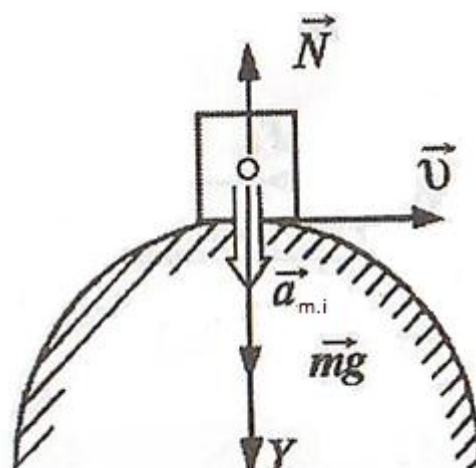
$$N = mg + \frac{m\vartheta^2}{R}$$



66-rasm

Jism R radiusli qavariq ko'prikda harakatlenganda unga markazdan qochma kuch ta'sir qiladi va bu kuch yo'nalishi og'irlik kuchi yo'nalishi bilan qarama-qarshi bo'ladi. Jismning ko'prikka ta'siri esa kamayadi(67-rasm):

$$N = mg - \frac{m\vartheta^2}{R}$$



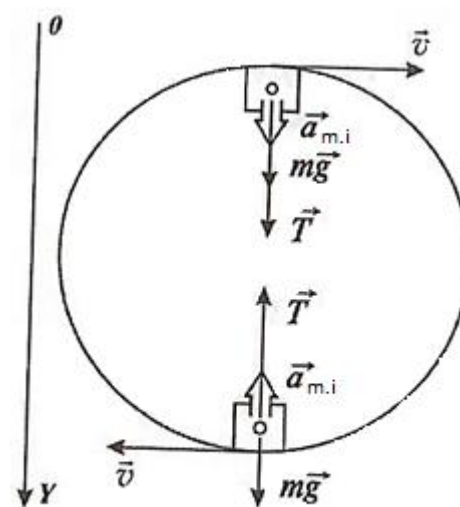
67-rasm

Arqonga bog'langan jism:

Arqonga biror jismni bog'lab vertikal tekislikda aylantirilganda jismga markazdan qochma kuch ta'sir qiladi (68-rasm). (Suv to'ldirilgan paqirni vertikal tekislikda aylantirilganda suv to'kilmaydi.)

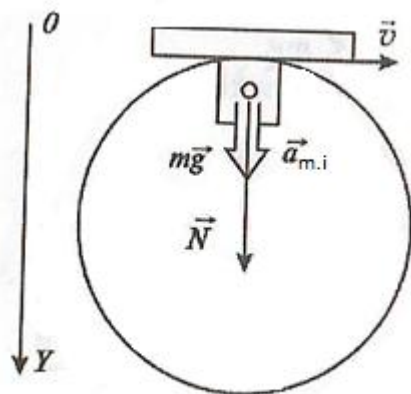
Eng yuqori nuqtada: $T = mg - \frac{m\vartheta^2}{R}$

Eng pastki nuqtada: $T = mg + \frac{m\vartheta^2}{R}$



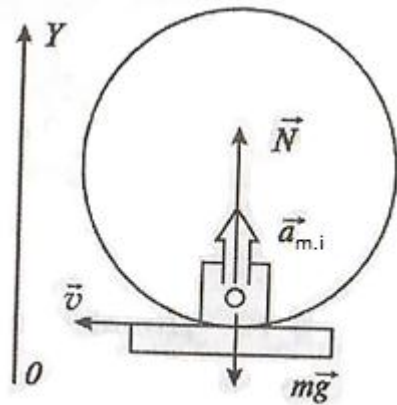
68-rasm

O'lik sirtmoq (Nesterov sirtmog'i).



69-rasm

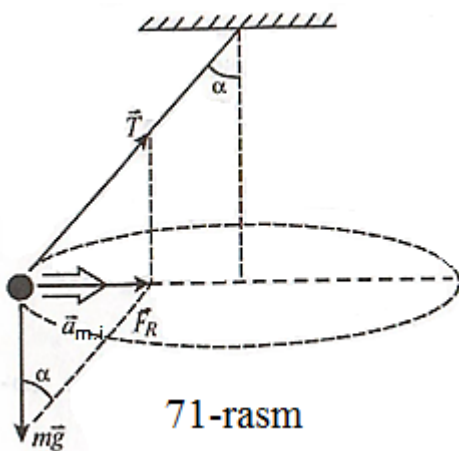
$$N = mg - \frac{m\mathcal{G}^2}{R}$$



70-rasm

$$N = mg + \frac{m\mathcal{G}^2}{R}$$

Vagon burilayotganda, unda osilgan mayatnik harakati:

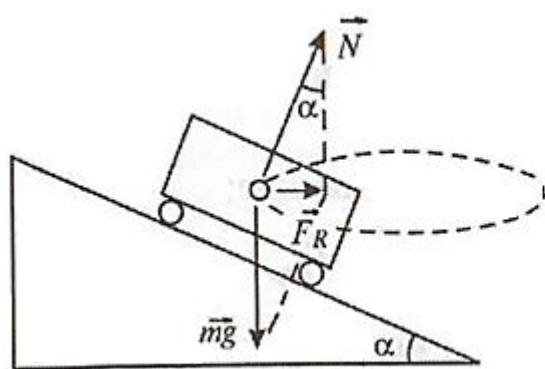


71-rasm

$$\frac{m\mathcal{G}^2}{R} = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

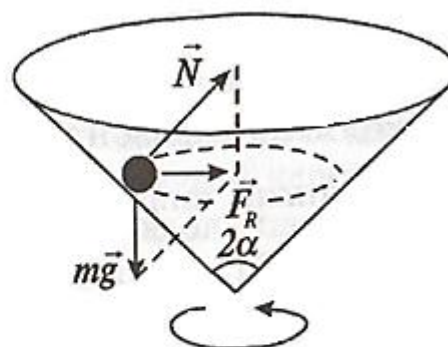
$$T = \sqrt{\left(\frac{m\mathcal{G}^2}{R}\right)^2 + (mg)^2} = \frac{m}{R} \sqrt{(\mathcal{G}^2)^2 + (gR)^2}$$

Qiya tekislikda harakatlanuvchi jismlar dinamikasi:



72-rasm

$$\frac{m\vartheta^2}{R} = mg \cdot \operatorname{tg}\alpha$$



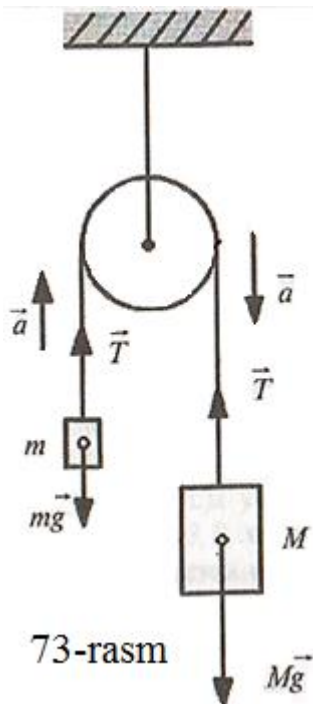
$$\frac{m\vartheta^2}{R} = mg \cdot \operatorname{ctg}\alpha$$

BIR-BIRIGA BOG'LANGAN JISMLAR DINAMIKASI:

Ip bilan bog'langan jismlar harakatini o'rganishda uning parametrlari quyidagicha hisoblanadi:

- a) Ip cho'zilmas va vaznsiz;
- b) Ipning taranglik kuchi jismlarga bir-xil ta'sir qiladi;
- c) Jismlar bir-xil tezlanish bilan harakatlanadi;

Jismlar harakatining dinamik tenglamasini har bir jism uchun alohida va butun sistema uchun tuziladi.

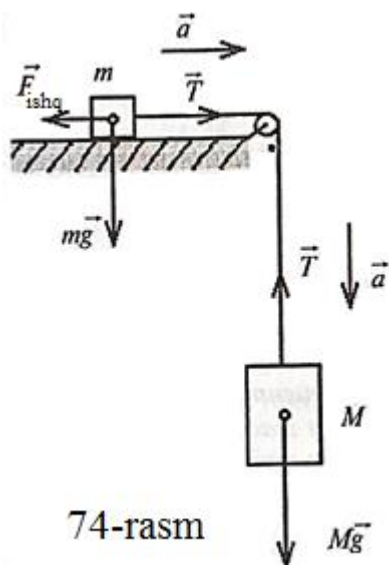


73-rasm

1-misol. Ip bilan bog'langan ikki jismning qo'zg'almas blokdagi harakati. Bunda $M > m$, shuning uchun sistema a tezlanish bilan katta jism tomonga harakat qiladi (73-rasm).

Har bir jism harakati uchun dinamik tenglamasini tuzamiz:

$$\begin{aligned}
 & \begin{cases} Mg - T = Ma \\ T - mg = ma \end{cases} \\
 & \hline
 & (M + m)a = (M - m)g \\
 & a = \frac{M - m}{M + m}g, \\
 & T = \frac{2Mm}{M + m}g.
 \end{aligned}$$



74-rasm

2-misol. Agar M massali jism ipga bog'lanib qo'zg'almas blokka osilgan, m massali jism esa ishqalanish koeffisienti μ bo'lgan tekislikda harakat qilmoqda (74-rasm).

Har bir jism sistemasi harakati uchun dinamik tenglamasini tuzamiz:

$$\begin{aligned}
 & \begin{cases} Mg - T = Ma \\ T - F_{ishq} = ma \end{cases} \\
 & \hline
 & (M + m)a = Mg - F_{ishq}, \\
 & a = \frac{M - \mu m}{M + m} \cdot g.
 \end{aligned}$$

7-mashq

1. Beton polda turgan 600 kg massali po'lat yashikka gorizontal yo'nalishda 1000 N ga teng bo'lgan doimiy kuch qo'yilgan. Bunday kuch ta'sirida yashik harakatlanadimi? Agar harakatlansa, u holda qanday harakatlanadi: tekismi yoki tezlanuvchanmi? Po'latning betonga ishqalanish koeffisienti 0,3 ga teng deb oling.
2. Ot 800 N tortish kuchiga erishadi. Agar chana oyog'ining qorga ishqalanish koeffisienti 0,02 ga teng bo'lsa, u holda u massasi 100 kg bo'lgan chanada gorizontal yo'l bo'ylab eng ko'pi bilan qancha yukni tortib borishi mumkin?
3. Avtomobil gorizontal yo'l bo'ylab 54 km/soat tezlik bilan harakatlanadi. Agar ishqalanish koeffisienti 0,1 ga teng bo'lsa, u holda avtomobil dvigateli o'chirilgandan so'ng qanday masofani bosib o'tadi?
4. Miltiq stvolidan 800 m/s tezlik bilan uchib chiqayotgan o'q 32000 m ($H = \frac{v^2}{2g}$) balandlikka ko'tarilishi kerak edi, aslida faqat 4000 m balandlikka ko'tariladi. Bu nima uchun shunday bo'lganini tushuntiring.
5. Tinchlikdagi ishqalanish koeffisientini eng qulay o'lchash usuli quyidagilardan iborat. Jism qiya tekislikka qo'yiladi. Tekislikning qiyalik burchagini asta orttirib borib jism sirpana boshlagan qiyalikning eng kichik burchagi aniqlanadi. Tekislikning qiyalik burchagi va tinchlikdagi ishqalanish koeffisienti orasidagi bog'lanishni toping ($\mu = \text{tg}\alpha$).

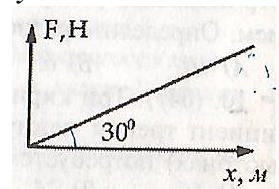
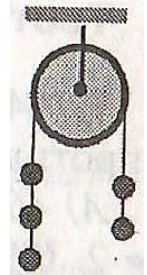
Savol va topshiriqlar.

1. *Massa nima? Massa o'lchov birliklari.*
2. *Kuch nima va kuchning qanday parametrlari bor? Kuch qanday asbob yordamida o'lchanadi?*
3. *Inersiya xodisasi nima? Jismning inertligi nima?*
4. *Nyutonning birinchi qonunini ayting. Nima uchun Nyutonning birinchi qonuni Inersiya qonuni deb ataladi?*
5. *Nyutonning ikkinchi qonunini ta'riflang. Jumlani tekshiring: Kuch bor lekin tezlanish yo'q bo'lishi mumkinmi?*
6. *Nyutonning uchinchi qonunini ta'riflang. Nima uchun ikki jism o'zaro ta'sirlashish kuchlari teng?*
7. *Elastiklik kuchi qachon paydo bo'ladi? Elastik deformatsiyada, elastiklik kuchi qanday qonunga bo'ysunadi?*
8. *Ishqalanish kuchi paydo bo'lish sabablarini ayting. Sirpanish ishqalanish kuchi formulasini keltiring.*
9. *Ishqalanish kuchini kamaytirish va orttirish usullarini ayting.*
10. *Butun olam tortishish qonunini ta'riflang. Gravitasion doimiyning fizik ma'nosini tushuntiring?*
11. *Har qanday sayyorada erkin tushish tezlanishi qanday hisoblanadi?*
12. *Yer massasi qanday hisoblanadi(yoki boshqa sayyora massasi)?*
13. *Agar ikki jismning o'zaro tortishish kuchi 64 marta ortgan bo'lsa, ular orasidagi masofa qanday o'zgargan?*
14. *Birinchi kosmik tezlik formulasini keltiring.*
15. *Ikkinchi kosmik tezlik formulasini keltiring.*
16. *Sun'iy yo'ldosh harakat traektoriyasi, tezligiga qanday bog'liq?*
17. *Jism og'irligi va og'irlik kuchi tushunchalari bir-biridan qanday farq qiladi?*
18. *Jism vertikal yo'nalishda yuqoriga (pastga) a tezlanish bilan harakatlanayotgan bo'lsa, uning og'irligi qanday aniqlanadi? Qachon o'ta yuklanish yoki vaznsizlik holati vujudga keladi?*
19. *Arqonga bog'langan, vertikal tekislikda aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning traektoriyaning eng yuqori va eng pastki nuqtalaridagi dinamik tenglamalarini tuzing.*
20. *Qiya tekislikda harakat qilayotgan jismga ta'sir etayotgan kuchlarni chizing.*
21. *Agar jism qiyaligi α , ishqalanish koeffitsienti μ bo'lgan tekislikda harakatlanayotgan bo'lsa, a) $\text{tg } \alpha > \mu$; b) $\text{tg } \alpha = \mu$; c) $\text{tg } \alpha < \mu$; bo'lgan hollarda uning harakati qanday bo'ladi.*
22. *Ko'chmas blokda harakatlanayotgan 5 kg va 3 kg massali jismlarning tezlanishlari qanday bo'ladi?*
23. *Gorizontal tekislikda turgan jismga F kuch α burchak ostida ta'sir qilmoqda. Agar ishqalanish koeffitsienti μ bo'lsa, bu jismga qnday ishqalanish kuchi ta'sir etmoqda? Jismning tezlanishi qanday?*
24. *Jismning gravitasion va inert massalariqanday farq qiladi?*
25. *Har doim jismning harakat yo'nalishi qanday bo'lsa, unga ta'sir qilayotgan kuch yo'nalishi ham shu yo'nalishda bo'ladimi?*

Test topshiriqlari

1. (04/9-12). 5 kg massali jism 8 m/s^2 tezlanish bilan tushmoqda. Jismga qanday havoning qarshilik kuchi ta'sir etmoqda (N)?
A) 40. B) 10. C) 8. D) 5. E) 3.
2. (99/77-9). Arqon ko'pi bilan m massali jismni ko'tara oladi, u qanday massali jismni g tezlanish bilan ko'taradi?
A) $1,5m$. B) m . C) $m/3$. D) $m/4$. E) $m/2$.
3. (98/4-10). Vertikal tushayotgan jismning tezlanishi $0,8g$ bo'lsa, qarshilik kuchi bilan tortishish kuchi o'zaro qanday munosabatda.
A) 0,2. B) 0,4. C) 0,8. D) 1. E) 1,6.
4. (00/6-9). Arqon ko'pi bilan 7,5 kg yukni ko'tara oladi. Bu arqon qanday massali (kg) yukni $g/2$ tezlanish bilan ko'tara oladi?
A) 7,5. B) 2,5. C) 3,75. D) 4,5. E) 5.
5. (99/8-31). 70 kg massali fazogirning uchish vaqtidagi yuklanishi 4 ga teng bo'lsa, uning shu vaqtdagi og'irligini aniqlang.
A) 700 N. B) 1400 N. C) 4,2 kN. D) 2,8 N. E) 5,6 kN.
6. (04/1-12). 2 sm^3 hajmli havo pufakchasi suvda o'zgarmas tezlik bilan ko'tarilmoqda. Havo pufakchasining harakatiga suvni qarshilik kuchini (N) toping.
A) 0,02. B) 0,05. C) 0,06. D) 0,08. E) 0,01.
7. (02/11). Radiusi 10 sm bo'lgan $0,2 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanayotgan po'lat sharga ta'sir etayotgan kuchni (N) aniqlang. $\rho_p = 7800 \text{ kg/m}^3$.
A) 6,5. B) 3,9. C) 5. D) 7,8. E) 15,5.
8. (02/10-5). Avtomobil 2 m/s^2 tezlanish bilan harakatlanmoqda. Avtomobildagi massasi 75 kg bo'lgan yo'lovchi o'rindiqlik suyanchig'iga qanday kuch (N) bilan ta'sir qiladi.
A) 37,5. B) 75. C) 150. D) 175. E) 750.
9. (04/). Dinamometrغا 2 kg massali yuk osilgan. Dinamometrning 2 m/s^2 tezlanish bilan yuqoriga va xuddi shunday tezlanish bilan pastga harakatlangandagi ko'rshatkichlari farqini toping.
A) 10. B) 6. C) 8. D) 4. E) 12.
- 10.(04/). Massasi 4 kg dan bo'lgan uchta g'isht ustma-ust qo'yilgan. G'ishtlar orasidagi ishqalanish koeffitsienti 0,4 ga teng. O'rtadagi g'ishtni tortib olish uchun qanday minimal kuch kerak bo'ladi(N)?
A) 16. B) 24. C) 4. D) 56. E) 50.
- 11.(98/8-26). Ipga osilgan m massali jismning yuqoriga 1) tezlanuvchan (T_1); 2) tekis (T_2); 3) sekinlanuvchan (T_3); harakatlaridagi ipning taranglik kuchini toping.
A) $T_1 < T_2 < T_3$. B) $T_1 > T_2 > T_3$. C) $T_1 > T_2 < T_3$.
D) $T_1 = T_2 < T_3$. E) $T_1 = T_2 = T_3$.
- 12.(03/9-31). Yuqoriga a tezlanish bilan harakatlanayotgan liftidagi odam qo'lidan kitob tushib ketdi. Kitob liftga nisbatan qanday tezlanish bilan harakat qiladi?

- A) 0. B) a . C) g . D) $g-a$. E) $g+a$.
- 13.(03/7-26). Kosmik kema yuqoriga 15 m/s^2 tezlanish bilan harakatlanmoqda. Kosmik kemadagi 80 kg massali kosmonaftning og'irligini (N) toping.
A) 800. B) 1000. C) 1200. D) 2000. E) 2400.
- 14.(99/8-23). Rasmda ko'rsatilgan sistemaning tezlanishini(m/s^2) toping. Barcha yuklar massasi bir xil. Ishqalanishni hisobga olmang.
A) 1. B) 2. C) 3,3. D) 5. E) 10.
- 15.(99/8-34). Qiyaligi 45° bo'lgan tekislikdan jism qanday tezlanish (m/s^2) bilan tushadi. Ishqalanishni hisobga olmang.
A) $\frac{5\sqrt{2}}{2}$. B) $\frac{\sqrt{2}}{2}$. C) $10\sqrt{2}$. D) $\sqrt{2}$. E) $5\sqrt{2}$.
- 16.(01/1-20). Massasi m bo'lgan pashsha, v tezlik bilan gorizontal yo'nalishda uchmoqda. Unga ta'sir qiluvchi qarshilik kuchi $F=kv$ ga teng. Pashshaning tezlik vektori bilan o'g'irlik kuchi orasidagi burchakni aniqlang?
A) 0. B) $\frac{\pi}{2}$. C) $\arctg\frac{kv}{mg}$. D) $\arctg\frac{mg}{kv}$. E) $\arctg\frac{k}{m}$.
- 17.(00/1-19). Qiyaligi α , ishqalanish koeffitsienti μ bo'lgan qiya tekislikda tinch turgan jismga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchini aniqlang?
A) $mg\sin\alpha$. B) $\mu mg\cos\alpha$. C) μm . d) μmg . E) $\mu mg\sin\alpha$.
- 18.(02/11). Qiyaligi 60° bo'lgan tekislikda turgan massasi 30 kg bo'lgan brusokka 30 N ishqalanish kuchi ra'sir etayotgan bo'lsa, brusok va tekislik orasidagi ishqalanish koeffitsientini toping.
A) 0,03. B) 0,05. C) 0,15. D) 0,2. E) 0,1.
- 19.(99/10-18). Ikkita bir-xil bikrlikka ega bo'lgan prujinalar parallel ulangan. Bu prujinalar ketma-ket ulansa, prujinalarning bikrligi qanday o'zgaradi.
A) 2 marta kamayadi. B) 2 marta ortadi. C) 4 marta kamayadi.
D) 4 marta ortadi. E) o'zgarmaydi.
- 20.(99/8-28). Rasmda ko'rsatilgan grafikdan foydalanib prujining bikrligini aniqlang (N/m).
A) $\frac{\sqrt{3}}{3}$. B) $\frac{\sqrt{3}}{2}$. C) 0,5. D) 1. E) $\sqrt{3}$.
21. Bikrliklari k bo'lgan 3 ta bir xil prujina ketma-ket ulangan. Bu prujinalar sistemasining bikrligini aniqlang.
A) k . b) $k/2$. C) $k/3$. D) $3k$. e) $2k$.
- 22.(03/10-22). Uzunligi l va bikrligi k bo'lgan prujina uzunliklari $l_1=2l/3$ va $l_2=l/3$ bo'lgan qismlarga bo'lindi. Prujina kichik qismining bikrligini aniqlang.
A) $3k$. b) $k/3$. C) $3k/2$. D) $2k/3$. E) k .
- 23.(98/8-12). Qanday balandlikda og'irlik kuchi yer sirtidagiga nisbatan n marta kamayadi? (R – yer radiusi).
A) $R(\sqrt{n}-1)$. B) $R(n-1)$. C) $\frac{R}{n-1}$. D) $R(\sqrt{n-1})$. E) $\frac{R}{\sqrt{n-1}}$.
- 24.(98/11-14). Yer sirtida 1 N og'irlikdagi jismning ikkita yer radiusiga teng balandlikdagi og'irligi qanday bo'ladi (N)?
A) 3. B) $1/9$. C) $1/4$. D) $1/6$. E) $1/3$.



- 25.(00/7-22). Yer sirtidan qanday balandlikda o'g'irlik kuchi 64 marta kamayadi, Yer sirtiga nisbatan? Yer radiusi – 6400 km.
 A) 44800. B) 32200. C) 17000. D) 16500. E) 16000.
- 26.(99/8-29). Erkin tushish tezlanishi Yerdan $3R$ (R – Yer radiusi) balandlikda, Yer sirtiga nisbatan qanday o'zgarishini anqlang?
 A) 16 marta ortadi. B) 4 marta ortadi. C) 16 marta kamayadi.
 D) 4 marta kamayadi. E) 3 marta kamayadi.
- 27.(00/7-41). Agar prujinali tarozi jism og'irligini planeta ekvatorida qutbdagiga qaraganda 10% kam ko'rsatsa, planetaning o'rtacha zichligini aniqlang? Sutkaning davomiyligi T , gravitasion doimiysi G .
 A) $\frac{GT^2}{30\pi}$. B) $\frac{30\pi}{GT^2}$. C) $\frac{33\pi}{GT^2}$. D) $\frac{30T^2}{G\pi}$. E) $\frac{30\pi G}{T^2}$.
28. (02/9-15). Yer sirtidan qanday balandlikda (km) og'irlik kuchi Yer sirtidagi og'irlik kuchiga nisbatan 36% ga kamayadi? Yer radiusi $R=6400$ km.
 A) 868. B) 1600. C) 3327. D) 3600. E) 4267.
- 29.(98/2-11). Agar avtomobil yo'lning qavariq (F_1), botiq (F_2) va gorizontal qismlarida bir-xil tezlik bilan harakatlangan bo'lsa, avtomobilning yo'lga ko'rsatgan bosim kuchlarini taqqoslang.
 A) $F_1 = F_2 = F_3$. B) $F_1 > F_2 > F_3$. C) $F_2 > F_1 > F_3$.
 D) $F_1 < F_3 < F_2$. E) $F_1 < F_2 < F_3$.
- 30.(00/6-7). Radiusi 40 m bo'lgan qavariq ko'prikning eng yuqori nuqtasida motosiklning og'irligi no'lga teng bo'lishi uchun uning tezligi (m/s) da qanday bo'lishi kerak?
 A) 20. B) 30. C) 35. D) 40. E) 80.
- 31.(04/1-33). Arqonga bog'langan suvli paqir vertikal tekislikda 40 sm radiusli traektoriya bo'ylab ayalntirilmogda. Paqirdagi suv to'kilmaligi uchun uning tezligi (m/s da) eng kamida qanday bo'lishi kerak?
 A) 1,2. B) 2. C) 3. D) 4. E) 4,4.
- 32.(02/12-40). Avtomobil qavariq ko'prikdan o'tmogda. Ko'prikning eng yuqori nuqtasida avtomobilga 5000 N ga teng markazdan qochma kuch ta'sir qilganda u ko'prikni 8000 N kuch bilan bosgan bo'lsa, avtomobilning massasini (t) aniqlang?
 A) 0,3. B) 0,5. C) 0,8. D) 1,3. E) 5.
- 33.(02/12-55). Agar botiq ko'prikda harakatlanayotgan avtomobilning og'irligi gorizontal yo'ldagidan 1,1 marta ortiq bo'lsa, avtomobil tezligini toping (m/s). ko'prikning egrilik radiusi 9 m.
 A) 3. B) 8. C) 9. D) 10. E) 11.
- 34.(99/5-3). Tekis harakat qilayotgan kemaning machtasidan jism erkin tushmogda. Agar havoning qarshilik kuchi hisobga olinmasa, jismning Yer bilan bog'langan sanoq sistemasidagi harakat traektoriyasi qanday?
 A) aylana. B) parabola. C) giperbola.
 D) gorizontal to'g'ri chiziq. E) vertikal to'g'ri chiziq.

STATIKA ELEMENTLARI

Statika (grekcha statics soʻzidan olingan boʻlib qoʻzgʻalmas degan manoni bildiradi) – qattiq jismlar muvozanat shartlarini oʻrganuvchi mexanika boʻlimi: Muvozanat vaziyatida jism tinch turishi yoki toʻgʻri chiziqli tekis harakat qilishi mumkin. Agar muvozanat vaziyati buzilsa, u holda harakat yoʻnalishini aniqlash mumkin.

QATTIQ JISMLAR MUVOZANAT SHARTLARI.

Agar qattiq jism muvozanat vaziyatida boʻlishi uchun, quyidagi ikki shart bajarilishi kerak.

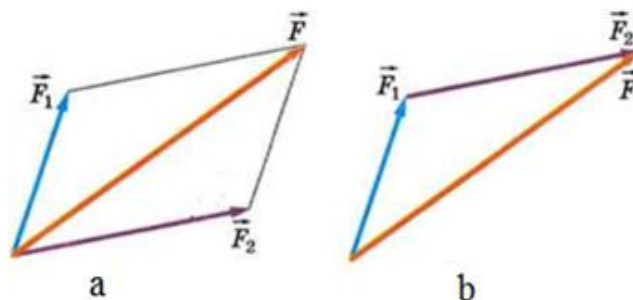
1-shart. Aylana harakat qilmaydigan jismlar muvozanatda boʻlishi uchun, jismga qoʻyilgan kuchlar teng taʻsir etuvchisi noʻlga teng boʻlishi kerak.

$$\sum_{i=1}^n F_i; \quad \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0.$$

Teng taʻsir etuvchi kuch F_R – jismga taʻsir etuvchi barcha kuchlarning geometric yigʻindisiga teng.

Kuchlarni qoʻshish, vektorlar qoʻshish qoidasi bilan amalga oshiriladi:

- Uchburchak qoidasi (78a-rasm);
- Parallelogram qoidasi (78b-rasm);
- Kuchlarning kordinata oʻqlariga proeksiyalarini qoʻshishi qoidasi (78c-rasm).



78-rasm

Teng ta'sir etuvchi kuch F_R ning son qiymati kosinuslar teoremasidan aniqlanadi.

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}.$$

- Agar: a) $\alpha=0^0$; $\cos 0^0=1$; $F_R=F_1+F_2$;
 b) $\alpha=180^0$; $\cos 180^0=-1$; $F_R=F_1-F_2$;
 c) $\alpha=90^0$; $\cos 90^0=0$; $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$;

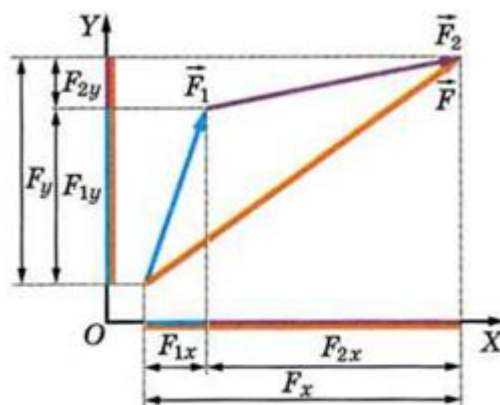
Jism unga ta'sir etayotgan kuch ta'siri natijasida jism bir vaqtda ikki xil harakatda ishtirok etayotgan bo'lsin. Demak, bu jismga tasir qilayotga kuch ham ikki xil yo'nalishda ta'sir etmoqda. bu kuchni ikki tashkil etuvchiga ya'ni X va Y o'qlariga proeksiyalarini olamiz. Teng ta'sir etuvchi kuch esa, proeksiyalar yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2,$$

$$\vec{F}_{Rx} = \vec{F}_{1x} + \vec{F}_{2x},$$

$$\vec{F}_{Ry} = \vec{F}_{1y} + \vec{F}_{2y},$$

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}.$$

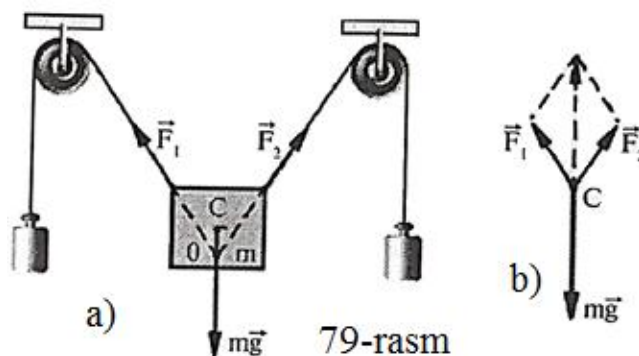


78c-rasm

Agar kuchlar jismning har xil nuqtasiga ta'sir qilsa, u holda kuchlarni kesishish nuqtasi topiladi va shu nuqtaga kuchlarni parallel ko'chiriladi (79a-rasm).

Jism ushbu uchta kuch ta'sirida muvozanatda turibdi. Demak, C nuqtaga ta'sir etuvchi kuchlarning teng geometric yi'gindisi no'lga teng(79b-rasm).

Agar jism biror o'q atrofida aylanish qobiliyatiga ega bo'lsa, u holda bunday jismning teng ta'sir etuvchi



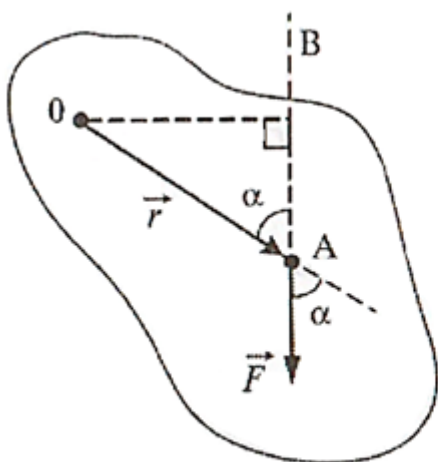
79-rasm

kuchini no'lga tenglash yetarli emas.

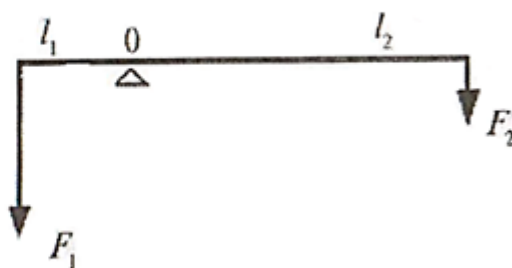
2 - shart. Momentlar qoidasi. Qo'zg'almas aylanish o'qiga ega bo'lgan jism muvozanatda bo'lishi uchun, ta'sir etuvchi kuchlarning aylanish o'qiga nisbatan momentlari algebraik yig'indisi no'lga teng bo'lishi kerak:

$$\sum_{i=1}^n M_i \quad \text{yoki} \quad F_1 l_1 + F_2 l_2 + \dots + F_n l_n = 0.$$

Kuch yelkasi. $l(m)$ – aylanish o'qi O nuqtadan kuchning ta'sir chizig'i AB ga o'tkazilgan perpendikulyar uzunligiga teng masofa(80-rasm).



80 -rasm



81 -rasm

Kuch momenti deb – kuchning uning yelkasiga ko'paytmasiga aytiladi:

$$M = Fl = Fr \sin \alpha \quad [N \cdot m]$$

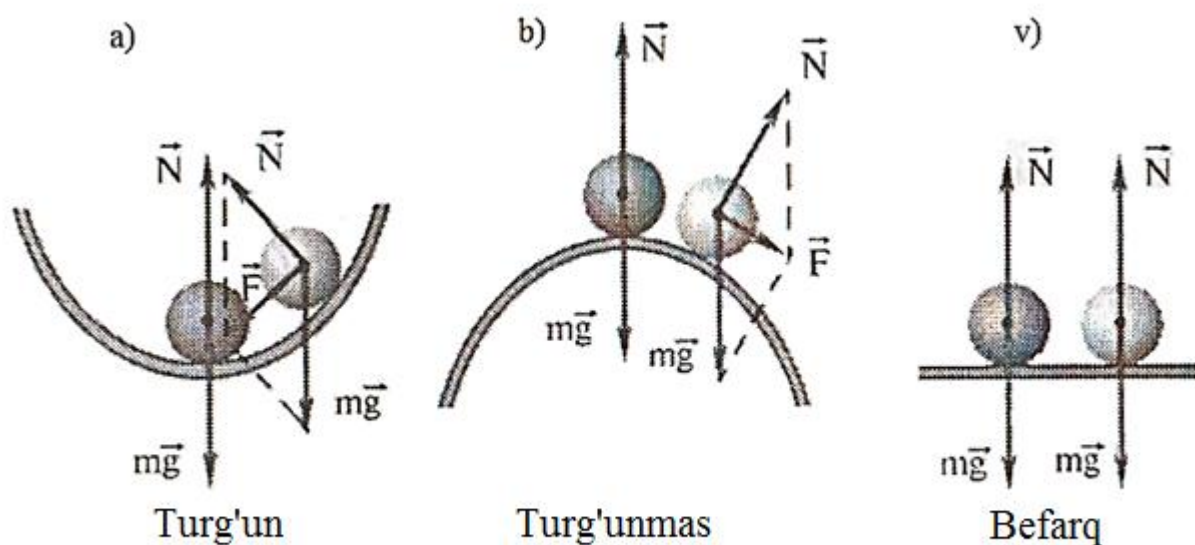
Bu yerda: r – aylanish nuqtasidan kuch ta'sir nuqtasigacha bo'lgan masofa. α – F va r orasidagi burchak.

Jismga ta'sir etuvchi kuch, jismni soat strelkasi bo'yicha aylantirsa, bu kuch momenti manfiy qilib olinadi. Agar kuch jismni soat strelkasiga qarshi tomonga aylantirsa, bu kuch momenti musbat qilib olinadi. Masalan, 81-rasmda ko'rsatilgan jismga ta'sir etuvchi F_1 kuch jismni soat strelkasiga qarshi aylantiradi, demak, bu kuch momenti musbat. F_2 kuch esa, jismni soat strelkasiga yo'nalishida aylantiradi demak, bu kuch momenti manfiy.

$$F_1 l_1 - F_2 l_2 = 0$$

Jismning muvozanati 3 xil bo'ladi:

1. **Turg'un muvozanat.** Agar jismni muvozanat vaziyatidan chiqarilganda, yana muvozanat holatiga qaytaruvchi kuch paydo bo'lsa, bunday muvozanat turg'un deyiladi(82a-rasm);
2. **Turg'unmas muvozanat.** Agar jismni muvozanat vaziyatidan chiqarilganda, muvozanat vaziyatidan uzoqlashtiruvchi kuch paydo bo'lsa, bunday muvozanat turg'unmas deyiladi (82b-rasm);
3. **Befarq muvozanat.** Jismni muvozanat vaziyatidan chiqarilganda, hech qanday kuch paydo bo'lmasa, bunday muvozanat befarq muvozanat deyiladi (82v-rasm).



82-rasm

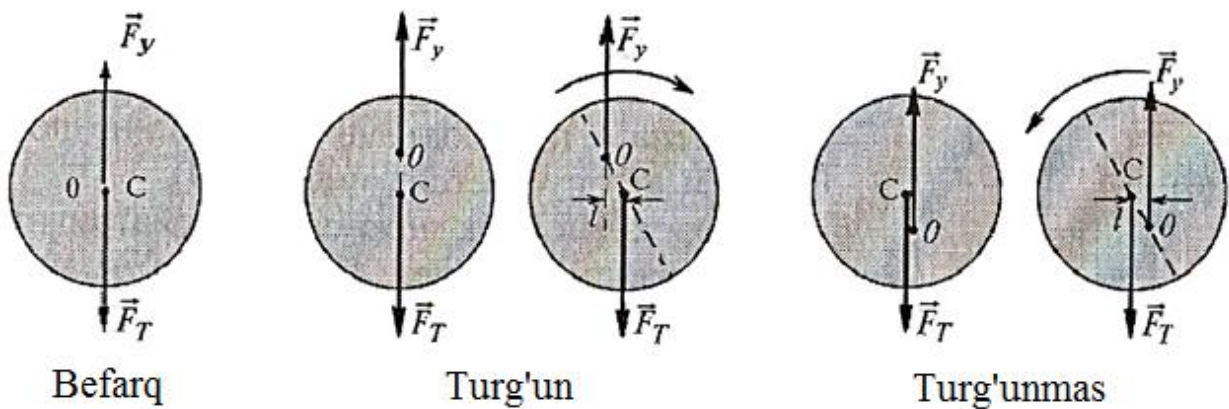
Qo'zg'almas o'q atrofida aylanuvchi jismda muvozanatning uchchala turi ham bo'lishi mumkin.

Agar jismning aylanish o'qi(0), massa markazidan (C) o'tsa, bunday holatda jism *befarq muvozanat*da bo'ladi.

Turg'un va turg'unmas muvozanatlarda esa, aylanish o'qi va massa markazi vertikal o'qda joylashadi.

Agar jismning aylanish o'qi(0), massa markazidan (C) yuqorida joylashsa, bunday holatda jism *turg'un muvozanat*da bo'ladi.

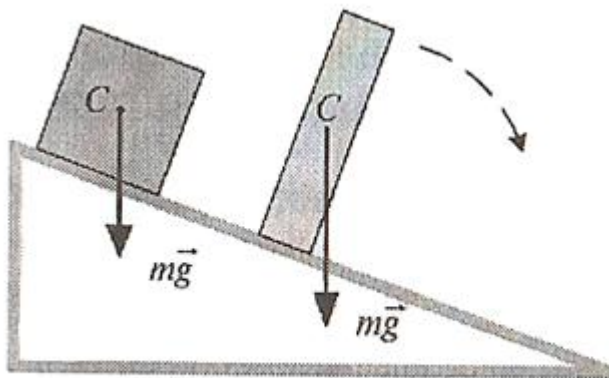
Agar jismning aylanish o'qi(0), massa markazidan (C) pastda joylashsa, bunday holatda jism *turg'unmas muvozanat*da bo'ladi(83-rasm).



83-rasm

Turg'un muvozanat holatida, jismning potensial energiyasi minimal bo'ladi.

Tayanchda jismning muvozanati:



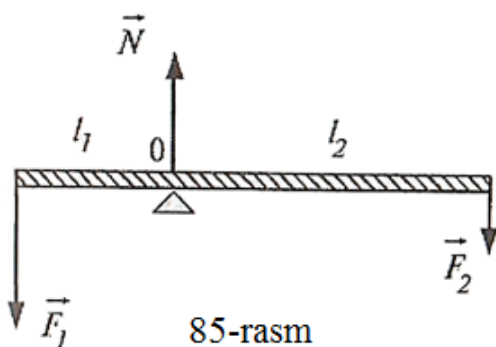
84-rasm

Qiya tekislikda turgan jism, muvozanatda bo'lishi uchun, og'irlik kuchi **tayanch yuzasidan** o'tishi kerak. Agar og'irlik kuchi tayanch yuzasidan o'tmasa, u holda jism tekislikdan ag'dariladi (84-rasm).

ODDIY MEXANIZMLAR.

Oddiy mexanizmlar: yassi tekislik, klin, vint, richak, blok, domkrat, dazvoza va boshq.

Richak. Aylanish o'qiga (O aylanish o'qi) ega jism (sterjen) ga richag deyiladi (85-rasm).



85-rasm

$$1. \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0, \quad \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{N} = 0$$

$$N = F_1 + F_2$$

$$2. \sum_{i=1}^n \vec{M}_i, \quad F_1 l_1 - F_2 l_2 = 0 \quad F_1 l_1 = F_2 l_2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

Richak qoidasi: richak muzanatda bo'lishi uchun, richakka ta'sir etayotgan kuchlar nisbati, kuch yelkalari nisbatiga teskari proporsional bo'lishi kerak.

Blok – qirrasiz ariqchadan iborat g'ildirak bo'lib, undan ip, tros yoki zanjir o'tkaziladi. Ipning bir uchiga yuk osib, ikkinchi uchidan tortiladi.

a) Qo'zg'almas blok – o'qidan tayanchga maxkamlangan bo'lib, yuk harakatlenganda blok yuqoriga va pastga harakatlanmaydi (shuning uchun qo'zg'almas blok deyiladi) (86-rasm).

Qo'zg'almas blokni yelkalari teng bo'lgan richak deb qarash mumkin (O – aylanish o'qi).

$l_1 = l_2 = R$ yelkalari, bundan momentlar qoidasiga ko'ra quyidagi munosabat kelib chiqadi:

$$F_1 R = F_2 R \Rightarrow F_1 = F_2$$

Demak, *qo'zg'almas blok kuchdan yutuq bermaydi*. Kuch yo'nalishini o'zgartirib beradi.

b) Qo'zg'aluvchan blok–yuk bilan ko'tarilib, tushib birga harakat qiladi (87-rasm).

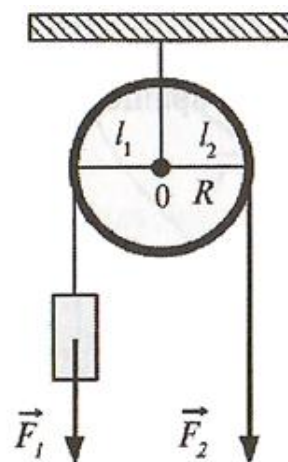
Qo'zg'aluvchan blokni yelkalari har xil richak deb qarash mumkin. O – aylanish o'qi.

$l_1 = R, l_2 = 2R$ yelkalari, bundan momentlar qoidasiga ko'ra quyidagi munosabat kelib chiqadi:

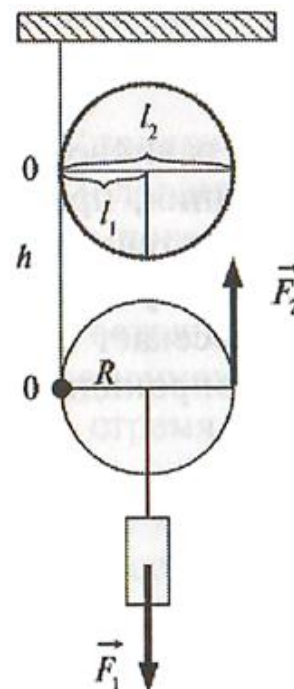
$$F_1 R = F_2 \cdot 2R \Rightarrow F_2 = \frac{F_1}{2}$$

Demak, *qo'zg'aluvchan blok kuchdan ikki marta yutuq beradi*. Kuchdan qancha yutilsa, masofadan shuncha yutkaziladi (mexanikaning "**oltin qoidasi**").

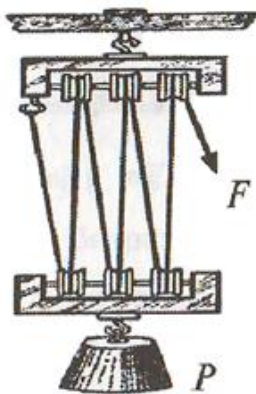
Arqon uzunligi L ko'tarish balandligi h dan ikki marta katta $L=2h$. arqonning harakat tezligi v_2 yukning harakat tezligi v_1 dan ikki marta ko'p $v_2=2v_1$. Ishdan yutuq bermaydi $A_1=A_2$.



86-rasm



87-rasm



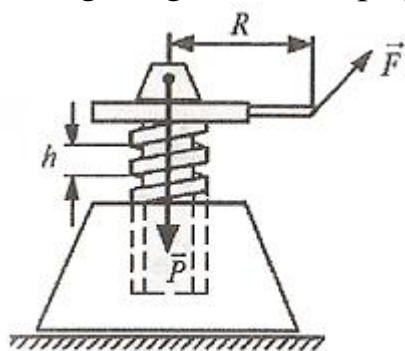
88-rasm

v) **Polispast** – bu n ta qo'zg'aluvchan va n ta qo'zg'almas bloklardan tashkil topgan sistema. Og'irligi P bo'lgan yukni ko'tarish uchun, F kuch qo'yish kerak.

$$F = \frac{P}{2n}$$

Vintli domkrat.

Vintli domkratda, P yukni h balandlikka ko'tarish uchun uning ushlagichiga F kuch qo'yish kerak.



89-rasm

$$F = \frac{Ph}{2\pi R}$$

R – aylanish o'qidan kuch qo'yish nuqtasigacha masofa,

h – vint qadami (89-rasm).

Bundan vintli domkrat kuchdan

$$\frac{P}{F} = \frac{2\pi R}{h} \text{ yutuq berishi kelib chiqadi.}$$

Yuqoridagilardan barcha oddiy mexanizmlar uchun mexanikaning «Oltin qoidasi» kelib chiqadi.

Hech qaysi oddiy mexanizm ishdan yutuq bermaydi. Kuchdan necha marta yutilsa, masofadan shuncha marta yutqaziladi. Kuchdan necha marta yutqazilsa, masofadan shuncha yutiladi.

Savol va topshiriqlar

1. Qo'zg'almas jismlar muvozanat sharti qanday.
2. Teng ta'sir etuvchi kuch va uning yo'nalishi qanday aniqlanadi?
3. Kuch yelkasi deb nimaga aytiladi?
4. Momentlar qoidasi qanday.
5. Qanday shartlar bajarilganda jism turg'un, turg'unmas va befarq muvozanatda bo'ladi.
6. Qanday shart bajarilganda jism tekislikdan yiqilmaydi?
7. Richakning muvozanat sharti qanday.

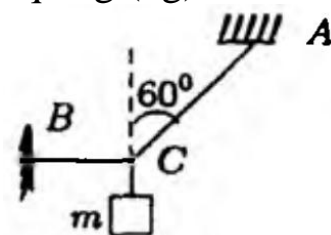
8. *Qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan bloklarda kuchdan qanday yutiladi?*
 9. *Mexanikaning «Oltin qoidasi».*

Test topshiriqlari

1. (04/1-30). Yerdan yotgan sterjenni bir uchidan 12 N kuch bilan ko'tarish mumkin bo'lsa, sterjenni massasini aniqlang (kg)?

A) 0,6. B) 1,2. C) 2,4. D) 4,8. E) 3,6.

2. (03/7-28). Massasi 10 kg bo'lgan jism rasmda ko'rsatilgandek AC va BC iplarga osilgan. AC ipning taranglik kuchini toping (N).



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

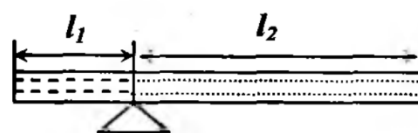
3. Uzunligi 1 m bo'lgan bir jinsli sterjenning og'irlik markazini 10 sm ga surish uchun, sterjendan necha sm qirqib olish kerak?

A) 10. B) 20. C) 40. D) 90. E) 5.

4. (04/1-3). Xar biri 6 N dan bo'lgan uchta kuch o'zaro 120° burchak ostida bir nuqtaga ta'sir etmoqda, kuchlarning teng ta'sir etuvchisini (N) aniqlang, kuchlar bir tekislikda bo'ladimi?

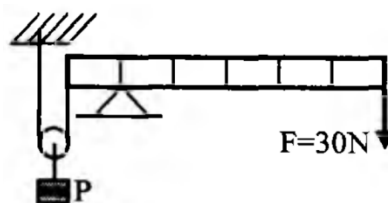
A) 15; bo'ladi. B) 12; bo'ladi. C) 0; bo'lmaydi.
 D) 0; bo'ladi. E) 12; bo'lmaydi.

5. (02/12-38). Brusokning l_1 uzunlikdagi qismi qalaydan, l_2 uzunlikdagi qismi yog'ochdan yasalgan. Agar $l_1=20$ sm bo'lsa, brusok muvozanatda qolishi uchun l_2 qancha bo'lishi kerak (sm)? Qalayning zichligi $7,2 \text{ g/sm}^3$, yog'ochniki $0,8 \text{ g/sm}^3$ ga teng.



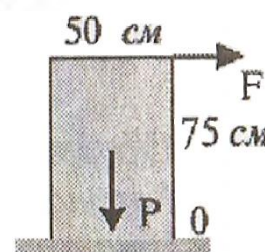
A) 30. B) 120. C) 60. D) 90. E) 180.

6. (03/3-55). Chizmada tasvirlangan qurilma yordamida qancha og'irlikdagi (N) yukni ko'tarish mumkin? (richak va blok vaznsiz)



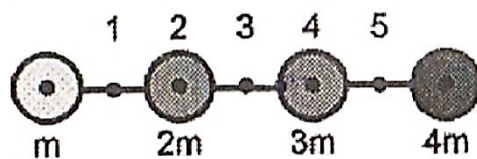
A) 30. B) 150. C) 3000. D) 60. E) 300.

7. (98/3-19). Massasi 15 kg, eni 50 sm va bo'yi 75 sm bo'lgan brusok O nuqtasidan polga tiralgan. Brusokni bir oz ko'tarish uchun qanday minimal F kuch (N) qo'yish kerak?



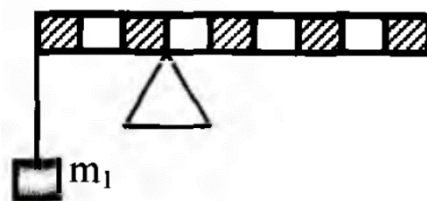
A) 75. B) 50. C) 94. D) 74. E) 86.

8. (98/8-51). Tayanchni qaysi nuqtaga qo'yganda jismlar sistemasi muvozanatda bo'ladi?



A) 1. B) 2. C) 3. D) 4. E) 5.

9. (99/7-10). Rasmda ko'rsatilgan m massali bir jinsli balka tayanch ustida muvozanatda turishi uchun yukning massasi m_1 qancha bo'lishi kerak bo'ladi?

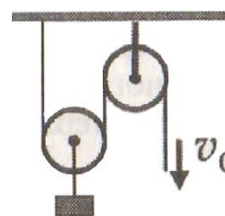


A) $m/4$. B) $m/3$. C) $2m/3$. D) $m/6$. E) $m/2$.

10. (98/11). Sterjen yerda yotibdi. Sterjenning bir uchiga F kuch ta'sir etib, uni ko'tarish kerak. F kuchni sterjenning mg og'irlik kuchi bilan taqqoslang.

A) $F \leq mg$. B) $F < mg$. C) $mg/2$. D) $F > mg$. E) $F = mg$.

11. (98/8-3). Yuk ikkita blokka osilgan. Agar arqon v_0 tezlik bilan harakatlansa, yuk qanday tezlik bilan harakatlanadi?



A) $v_0/2$. B) $2v_0$. C) $v_0\sqrt{2}$. D) $\sqrt{2}v_0$. E) $3v_0$.

12. Qiyaligi α bo'lgan qiya tekislikda balandligi h bo'lgan, bir jinsli brusok turibdi. Tayanch reaksiya kuchi, brusokning og'irlik markazidan qanday masofada o'tadi?

A) $x = \frac{h}{2} \operatorname{tg} \alpha$. B) $x = \frac{h}{2 \operatorname{tg} \alpha}$. C) $x = \frac{2h}{\operatorname{tg} \alpha}$. D) $x = \frac{h}{4} \operatorname{tg} \alpha$. E) $x = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$.

13. Kattaliklari 10 N va 14 N bo'lgan ikkita kuch bir nuqtaga ta'sir etmoqda, bu kuchlarning teng ta'sir etuvchilari quyidagilardan qaysi biri bo'lishi mumkin:

A) 2, 4, 10. B) 4, 17, 2, 24. C) 10, 24, 26. D) 3, 4, 10. E) 10, 20, 30.

14. (04/9-16). yelkalari 2,4 m va 0,6 m bo'lgan richakda 240 kg massali toshni ko'tarish uchun, richakning katta yelkasiga qanday kuch qo'yish kerak?

A) 600 N. B) 4,8 kN. C) 6 kN. D) 1470 N. E) 2,4 kN.

MEXANIKADA SAQLANISH QONUNLARI

Nyuton qonunlari jismlarning o'zaro ta'sirlashuvi bilan bog'langan barcha masalalarni yechishga imkon beradi. Biroq, ko'pincha o'zaro ta'sir kuchlarini toppish sezilarli qiyinchilik tug'diriladi, kuchni bilmasdan turib jismlar erishgan tezlanishni, binobarin, ularning tezliklari va ko'chishlarini toppish qiyin. Masalan, Nyuton qonunlari yordamida raketaning va undan chiqadigan gazlarning o'zaro ta'sir kuchlarini va shunga o'xshashlarni aniqlash mumkin, lekin qiyin. Mexanikada shunga o'xshash masalalarni yechishda maxsus tushuncha va kattaliklar kiritilgan hamda Nyuton qonunlari yordamida ular orasida munosabat o'rnatilgan. Bunda yangi kiritilgan kattaliklarning son qiymatlari jismlar o'zaro ta'siri jarayonida o'zgarmaydi (Bunday kattaliklarga misol qilib ilgari kiritilgan jismlarning massalarini olish mumkin). Shuning uchun bunday saqlanuvchi kattaliklar orasidagi muhim munosabatlar *saqlanish qonunlari* deb nom oldi.

Saqlanish qonunlari Nyuton qonunlari yordamida olingan bo'lsa ham, ular Nyuton qonunlarining natijalari hisoblanmaydi. Saqlanish qonunlarini Nyuton qonunlari singari tajriba dalillarining nazariy umumlashmalarining natijalaridir. Saqlanish qonunlari – fizikaning fundamental qonunlaridir. Ular juda muhim ahamiyatga ega, chunki bu qonunlar faqat mexanikadagina emas, balki fizikaning boshqa hamma bo'limlarida qo'llaniladi.

JISMLARNING O'ZARO TA'SIRI. IMPULSNING SAQLANISH QONUNLARI

«Impuls» lotincha *impulsus* – so'zidan kelib chiqqan bo'lib, lug'aviy manosi «turtki» demakdir. Mexanikada bu atama bilan ikkita kattalik belgilanadi: kuch impulsi va jism impulsi.

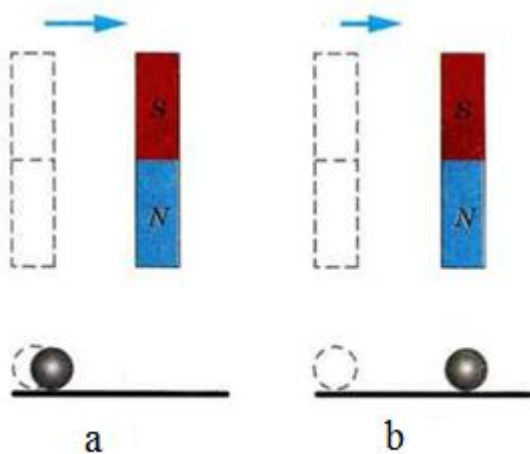
Kuch impulsi. Jismlarning o'zaro ta'sir natijasi faqat kuchgagina emas, balki ularning o'zaro ta'sirlashish vaqtiga ham bog'liqdir. Bunga quyidagi tajribalarda ishonch hosil qilish mumkin.

Gorizontal oyna ustiga po'lat sharcha qo'yamiz. Sharchaning ustidan kuchli magnitni tez o'tkazamiz, sharcha joyidan salgina qo'zg'alganini sezamiz (90a-rasm). Endi magnitni sharcha ustidan

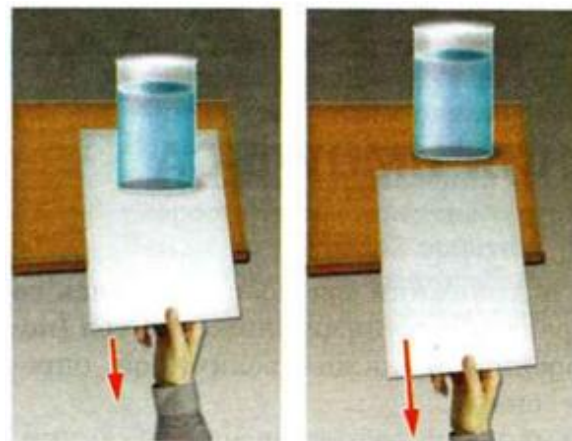
sekinroq o'tkazib tajribani takrorlaymiz. Bu holda sharcha harakatga keladi va magnit orqasidan ergashib harakatlanadi (90b-rasm).

Eksperiment o'zaro ta'sir natijalari o'zaro ta'sir vaqtiga bog'liqligidan dalolat beradi.

Biz stol chetida turgan qog'oz varag'i ustiga suv to'ldirilgan stakan qo'yamiz. Agar qog'ozni sekin tortsak, u holda stakan qog'oz bilan birga surilib keladi (91a-rasm). Agar qog'ozni gorizontal yo'nalishda keskin tortsak, u holda qog'oz stakan ostidan chiqib ketadi, stakan esa o'z joyida qoladi (91b-rasm).



90-rasm



91-rasm

O'tkazilgan tajribalar jismlarning o'zaro ta'sir natijalari faqat kuch kattaligiga emas, balki uning ta'sir vaqtiga ham bog'liqligini ko'rsatadi. Shuning uchun fizikada kuch ta'sirini xarakterlash uchun maxsus kattalik - *kuch impuls*i kiritilgan.

*Kuchning biror vaqt oralig'idagi ta'sirining o'lchovi bo'lib hisoblanuvchi fizik vector kattalikka kuch impuls*i deb ataladi.

*Kuch impuls*i kuchini uning ta'sir vaqtiga ko'paytmasi bilan o'lchanadi:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t$$

Bunda: I – F kuchning t vaqt davomidagi impuls.

Kuch impulsining yo'nalishi kuchning yo'nalishi bilan mos tushadi. Xalqaro birliklar sistemasida kuch impuls birligi qilib 1 s davomida ta'sir 1 N *kuch impuls*i (Nyuton sekund) qabul qilingan.

$$[I] = 1N \cdot s$$

Jism impulsi yoki **harakat miqdori**. Faraz qilaylik, qiya estakada bo'ylab 2 kg massali paxta to'ldirilgan qop 5 m/s tezlik bilan sirpanib tushsin (92-rasm). Estakada etagida (pastda) qopni qo'l bilan oson

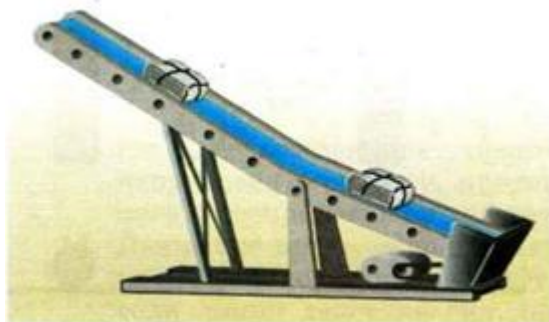
to'xtatib qabul qilib olish mumkin. Agar estakadadan xuddi shunday tezlik bilan qum solingan qop sirpanib tushayotgan bo'lsa, uni qo'l bilan to'xtatib olish mumkin emas. 5 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan massasi 9 g bo'lgan o'qni juda yupqa gazlama yoki karton qog'ozi bilan to'xtatish mumkin, biroq miltiqdan 800 m/s tezlik bilan otilgan xuddi shu o'qni deyarli uchta qalin taxta yordamida ham to'xtatish mumkin emas.

Demak, jism harakatini xarakterlash uchun faqat uning massasini yoki tezligini bilish yetarli emas. Shuning uchun mexanik harakatlarning o'lchovlaridan biri sifatida maxsus kattalik *jism impuls*i (harakat miqdori) kiritilgan.

*Mexanik harakatning o'lchovi hisoblanuvchi fizik vektor kattalikka jismning impuls*i deyiladi.

*Jism impuls*i jism massasining uning harakatlanish tezligiga jo'paytmasi bilan o'lchanadi:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$



92-rasm

p – v tezlik bilan harakatlanayotgan m massali jism impulsi.

Xalqaro birliklar sistemasida impuls birligi qilib, 1 m/s tezlik bilan harakatlanuvchi massasi 1 kg bo'lgan jism impulsi (sekundiga kilogram metr) qabul qilingan:

$$[p] = 1\text{kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kuch impulsi va **jism impuls**i orasidagi munosabat.

Faraz qilaylik, m massali jism v_0 tezlik bilan harakatlansin. Keyin bu jism t vaqt davomida boshqa jism bilan F kuch bilan o'zaro ta'sirlashsin. Bu o'zaro ta'sir jarayonida jism quyidagi tezlanish bilan harakatlansin:

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

Bunda v – o'zaro ta'sir oxiridagi jism tezligi.

Biroq Nyutonning ikkinchi qonuni bo'yicha $a = \frac{F}{m}$ bo'lsin.

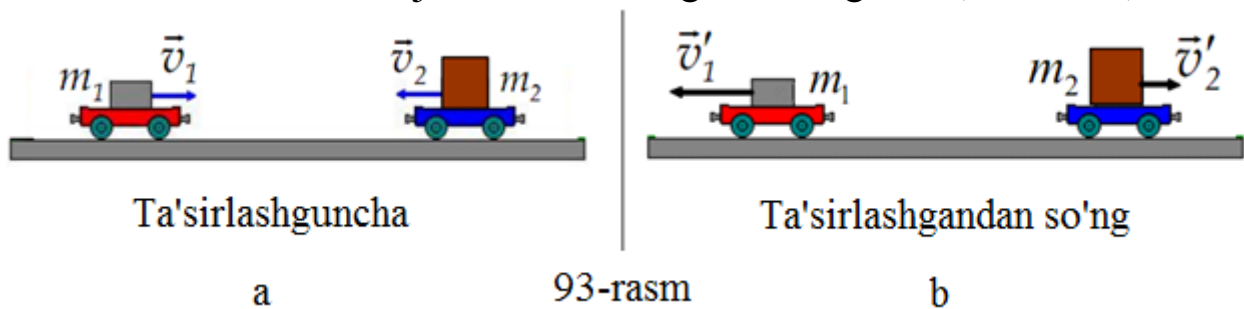
Binobarin, $\frac{v - v_0}{t} = \frac{F}{m}$ yoki $\boxed{\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0}$.

Hosil qilingan formulada Ft – kuch impuls, mv_0 – jismning o'zaro ta'sirlashguncha impuls, mv – jismning o'zaro ta'siridan keying impuls, $mv - mv_0$ o'zaro ta'sir natijasida jism impulsining o'zgarishi.

Shunday qilib, jism impulsining o'zgarishi o'zaro ta'sir kuchi impulsiga teng.

IMPULSNING SAQLANISH QONUNI

Faraz qilaylik, izolatsiolangan sistema boshlang'ich paytda tanlangan sanoq sistemasida mos ravishda v_1 va v_2 tezliklarga ega bo'lgan m_1 va m_2 massali o'zaro ta'sirlashuvchi ikki jismdan iborat bo'lsin(93a-rasm). Biror t vaqt oraliqlaridan so'ng ularning tezliklari o'zaro ta'sirlashishi natijasida v'_1 va v'_2 gacha o'zgaradi(93b-rasm).



Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra jismlar modullari bo'yicha teng va yo'nalishlari bo'yicha qarama-qarshi kuchlar bilan o'zaro ta'sirlashadi:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Bu kuchlarni impuls orqali yozilgan Nyutonning ikkinchi qonuni bo'yicha ifodalaymiz:

$$\vec{F}_1 = m_1 \vec{a} = m_1 \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}'_1}{t}; \quad \vec{F}_2 = m_2 \vec{a} = m_2 \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}'_2}{t}.$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ bo'lgani uchun } \frac{m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}'_1}{t} = -\frac{m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}'_2}{t}. \text{ yoki}$$

$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}'_1 = -m_2 \vec{v}_2 + m_2 \vec{v}'_2.$$

Jismlarning o'zaro ta'sirlashguncha impulsini tezlikning bir tomoniga o'zaro ta'sirlashgandan keyingina impulsini boshqa tomoniga o'tkazib quyidagini hosil qilamiz:

$$\boxed{m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2.}$$

Hosil qilingan ifodadan ko'rinadiki, yopiq sistemaga kiruvchi jismlar impulsning vector yig'indisi bu sistema jismlari bir-birlari bilan har qanday o'zaro ta'sirida doimiy qoladi.

Bu, impulsning saqlanish qonunidir.

Biz jismlarning o'zaro ta'siriga Nyutonning ikkinchi va uchinchi qonunlarini qo'llanib, impulsning saqlanish qonuniga keldik. Biroq impulsning saqlanish qonuni Nyuton qonunlarining natijasi hisoblanmaydi. Bu hech qanday mustasnoqlikni bilmaydigan fundamental, mustaqil tabiat qonunidir. Bu qonun makroolamda va mikroolamda ham absolyut aniq bajariladi. Bu qonunning to'g'riligini insoniyatning butun amaliyotida tasdiqlangan.

*Masalalar yechish namunalari.

1. Massasi 60000 kg bo'lgan temir yo'l vagoni yo'lning to'g'ri chiziqli qismida 1 m/s tezlik bilan harakatlanadi. Bu vagonni massasi 40000 kg bo'lgan qo'zg'almasdan turgan vagonga ulangandan so'ng tezligi qanday bo'ladi? (Ishqalanishni hisobga olmang.)

Shartni tahlili. Masalani yechish uchun ishqalanishni hisobga olmaslik juda muhim, bu bizga vagonlar sistemasini izolyasiyalangan sistema kabi qarab chiqishga va vagonlarning ulanish holiga impulsning saqlanish qonunini qo'llashga imkon beradi.

Yechilishi. Vagonlar massasini m_1 va m_2 bilan, birinchi vagonning tezligini ulanguncha v_1 , ikkinchi vagonning tezligini esa v_2 ($v_2=0$), ulangandan keyin vagonlar tezligini v' orqali belgilaymiz. Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra $m_1v = m_1v' + m_2v'$. Bundan v' ni aniqlasak:

$$v' = \frac{m_1v}{m_1 + m_2}$$

Hisoblashlar:

$m_1=60000 \text{ kg}$	$v' = \frac{60000\text{kg} \cdot 1 \frac{m}{s}}{100000\text{kg}} = 0,6 \frac{m}{s}$
$m_2=40000 \text{ kg}$	
$v_1=1 \text{ m/s}$	
$v_2=0$	
$v'=?$	

Javobi: $v'=0,6 \text{ m/s}$

2. Massasi $m=50$ kg bo'lgan bola $v=5$ m/s tezlik bilan $M=100$ kg massali oson qo'zg'aluvchan aravacha orqasidan yuguradi va uning ustiga sakrab chiqib oladi. Agar aravacha bola sakrab chiqib olguncha $v_0=2$ m/s tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, u sakrab chiqib olgandan so'ng qanday tezlik bilan harakatlanadi?

Shartning tahlili. Aravachaning ososn qo'zg'aluvchanligini ko'rsatish ishqalanish kuchi kichik va uni hisobga olmaslik mumkinligiga asos bo'ladi. aravacha va bolaning og'irlik kuchi va tayanchning reaksiya kuchi bilan muvozanatlangan. Shuning uchun «aravacha-bola» sistemasini o'zaro ta'sirlashish vaqtida izolatsiyalangan sistema kabi qarab chiqish mumkin.

Yechilishi. Aravacha va bola boshlang'ich impulslari mos ravishda Mv_0 va mv ga teng. «Aravacha-bola» sistemasining boshlang'ich impulslari $p_0=Mv_0+mv$ ga teng. Bola aravachaga sakrab chiqib olib to'xtagandan so'ng «aravacha-bola» sistemasining impulsini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$p=(M+m)v'$$

Impulsning saqlanish qonuni bo'yicha $p=p_0$ yoki $(M+m)v'=Mv_0+mv$. Bu yerdan aravachaning tezligi quyidagiga teng:

$$v' = \frac{Mv_0 + mv}{M + m}$$

Hisoblashlar:

<p>$m=50$ kg</p> <p>$M=100$ kg</p> <p>$v_0=2$ m/s</p> <p>$v'=?$</p>	$v' = \frac{100\text{kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 50\text{kg} \cdot 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{100\text{kg} + 50\text{kg}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ <p>Javobi: 3 m/s</p>
---	---

REAKTIV HARAKAT

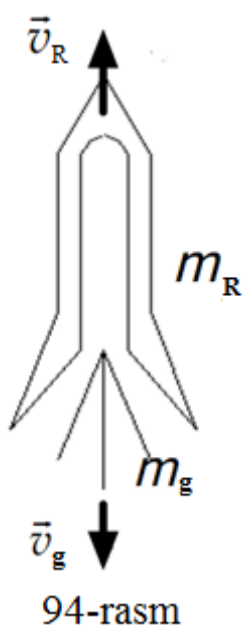
Reaktiv harakat impulsning saqlanish qonuniga asoslangan.

Raktiv harakat deb – jismning bir qismi undan tezlik bila ajralib chiqqanida yuzaga keladigan harakatga aytiladi.

Reaktiv harakatda jism qismlari qarama-qarshi tomonlarga uchib ketadi. Uchib ketgan qismlari impulslari teng bo'ladi. **Reaktiv harakat har doim qarama-qarshi harakatda vujudga keladi.**

Raketaning harakati ham reaktiv harakatga misol bo'la oladi.

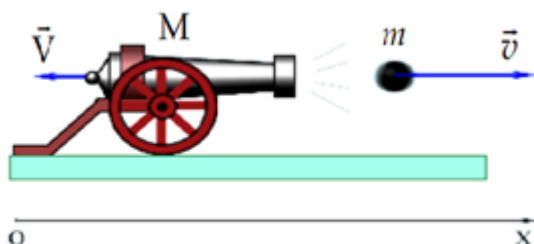
Raketa dvigateli ishga tushirilgach undagi gazning temperaturasi orta boradi va gaz raketaga nisbatan juda ham katta bo'lgan v_g tezlik bilan ajralib chiqib boshlaydi, bunda gaz $m_g v_g$ impuls oladi. Gaz raketadan ajralib chiqishi uchun, impulsini raketaga beradi, buning natijasida raketa ham v_R tezlik oladi va gaz harakatiga qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Bundan impulsning saqlanish qonuniga binoan raketaning harakatlanishidan oldingi va keying impulslari teng bo'lishi kerak. Raketa harakat boshlashdan avval impulsi no'lga teng edi, demak, harakatlangandan so'ng ham no'lga teng bo'lishi kerak. Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra «raketa+gaz» sistemasi uchun quyidagi munosabat kelib chiqadi.



$$0 = m_g v_g + m_R v_R, \text{ bundan } \boxed{v_R = -\frac{m_g v_g}{m_R}}$$

Hosil qilingan oxirgi ifoda, raketa tezligini ifodalovchi formula bo'lib, koinotga uchirilayotgan raketalar tezligi ushbu formula bilan aniqlanadi.

Otishda qaytarish. Zambarak va snaryad – ikki ta'sirlashuvchi jismlar. Otish vaqtida snaryad oldinga zambarak orqaga harakat qiladi. Bunda reaktiv harakat vujudga keladi(95-rasm). Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra zambarak tezligi quyidagicha bo'ladi.



$$MV + mv = 0 \Rightarrow V = -\frac{m}{M} v$$

V –zambarak, v –snaryad tezligi;

95-rasm

M–zambarak, m–snaryad massasi.

8-MASHQ

1. Jismga 10 smobaynida 5 N kuch ta'sir qiladi. Jism impulsini o'zgarishini toping.
2. 10 m/s tezlik bilan chopayotgan 60 kg massali odam 1 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 40 kg massali aravachani quvib yetib, uning ustiga sakrab chiqdi. Shundan so'ng aravachada qanday tezlik bilan harakatlanadi?
3. Temir yo'l sostavini yig'ishda 2 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan o'zaro ulangan uchta vagon tinch turgan vagonga urilib ulandi, shundan so'ng hamma vagonlar o'sha tomonga harakatni davom ettirdi. Agar vagonlarning massalari bir xil bo'lsa, ularning tezligini aniqlang.
4. Yuqoriga vertikal otilgan zenithsnaryadi maksimal balandlikka ko'tarilib portladi. Bunda snaryad massalari 10,20 va 30 kg bo'lgan uchta bo'lakka bo'lindi. Birinchi ikkita bo'lakuchish traektoriyasiga nisbatan 120° burchak ostida 100 va 300 m/s tezlik bilan uchib ketdi. Uchinchi bo'lak qanday tezlik bilan va qanday yo'nalishda harakatlana boshlagan?
5. Ko'lda massasi 300 kg bo'lgan sol suzadi. Solning bir uchida massasi 60 kg bo'lgan odam turibdi. Agar odam sol bo'ylab 5 m masofani bosib o'tsa, u qncha masofaga siljiydi?
6. Massasi 2 kg bo'lgan jism 20 m balandlikdan erkin tushadi. Tushish vaqtida jism impulsining o'zgarishini toping. Erkin tushish tezlanishini 10 m/s^2 ga teng deb oling.
7. Massasi $5 \cdot 10^{-26}$ kg bo'lgan molekula 500 m/s tezlik bilan uchib borib idish devoriga 30° burchak ostida uriladi va undan xuddi shunday burchak ostida va moduli bo'yicha avvalgi tezligiga tengtezlik bilan qaytadi. Urilishda idish devoir olgan kuch impulsini toping.

JISMLARNING O'ZARO TA'SIRI. ENERGIYANING SAQLANISH VA AYLANISH QONUNLARI.

Bizni o'rab turgan olamda hamma narsalar doimiy harakatda va doimiy o'zaro ta'sirida bo'ladi. Harakatning eng soda turi mexanik harakat hisoblanadi. Ma'lum sharoitlarda mexanik harakat boshqa turdagi harakatlarga aylanadi.

Gidroelektrostansiyalarda suvning mexanik harakati o'tkazgichlardagi elektronlarning harakatiga yoki elektromagnit harakatga aylanadi. O'z navbatida qizdirgich, asboblarda elektromagnit harakat molekulalar harakatiga aylanadi, elektr dvigatellarda esa – mexanikharakatga aylanadi.

Qayd qilinganlarning hammasijismlarning o'zaro ta'sir jarayonida harakatning bir shakli boshqa shakliga aylanishi mumkin ekanligidan dalolat beradi.

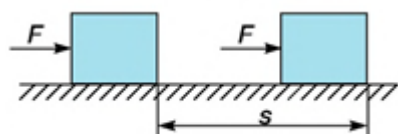
Mexanik harakatning o'lchovi jism impulsi hisoblanadi. Biroq, impuls boshqa turdagi harakatlarning miqdoriy o'lchovi bo'la olmaydi, chunki mexanik harakatlar boshqa ko'rinishga o'tganda harakatlanayotgan jism impulsi kamayadi va no'lga teng bo'lib qolishi ham mumkin. Shuning uchun maxsus fizik kattalik – energiya kiritilgan.

Energiya – har qanday harakatni miqdoriy harakterlash mumkin bo'lgan fizik kattalikdir. Boshqacha aytganda, energiya – harakatning universal miqdoriy o'lchovidir.

ISHQALANISH VA OG'IRLIK. KUCHNING ISHI

O'zaro ta'sir natijasida o'zaro ta'sirlashuvchi jismlar energiyasi o'zgarishi mumkin. O'zaro ta'sirlashuvchi jismlar energiyasining o'zgarishini harakterlash uchun maxsus fizik kattalik – kuchning ishi kiritilgan.

Mexanik ish deb biror-bir jismni kuch ta'sirida ma'lum bir masofaga ko'chirishga aytiladi (96-rasm).



96-rasm

$$A = F \cdot S$$

A - ish; F – kuch; S – ko'chish.

Biroq, kuch va ko'chish yo'nalishlari mos tushmasligi mumkin (97-rasm). Bunday holda

ishni qanday hisoblash kerak? F kuchni F_y va F_x kuchlar yig'indisi deb faraz qilaylik.

Jism vertikal yo'nalishda ko'chmaydi, shuning uchun F_y kuch ish bajarmaydi. Shuning uchun F kuchning ishi F_x kuchning ishiga teng. $A = F_x S$, biroq $F_x = F \cos \alpha$ shuning uchun

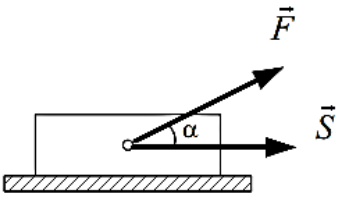
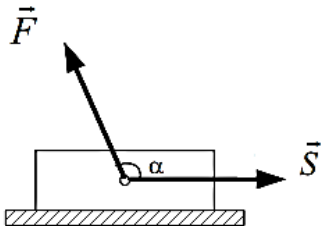
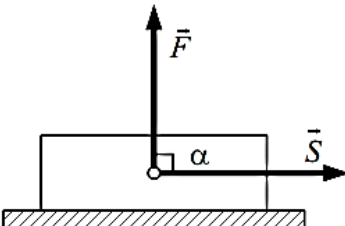
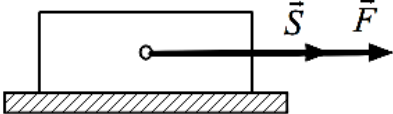
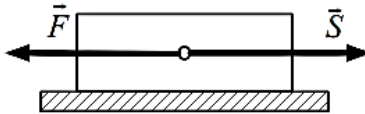
$$A = F \cdot S \cos \alpha$$

Shunday qilib, *doimiy kuchning ishi kuch vektori modulining ko'chish vektori moduliga va shu vektorlar orasidagi burchak kosinusiga ko'paytmasiga teng bo'lgan skalyar kattalikka* aytiladi.

Xalqaro birliklar sistemasida ish birligi qilib 1m yo'lda 1 N kuch bilan bajarilgan ish abul qilingan. Bu birlik ingliz fizigi Jeyms Joul sharafiga Joule (J) deb ataladi.

$$A = 1J = 1N \cdot 1m = 1kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot 1m = 1 \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

Ishni hisoblashdagi hususiy xollar:

		
1) $A > 0$; $\cos \alpha > 0$	2) $A < 0$; $\cos \alpha < 0$	
		
3) $A = 0$; $\cos 90 = 0$	4) $A = FS$; $\cos 0 = 1$	5) $A = -FS$; $\cos 180 = -1$

98-rasm

QUVVAT.

Yuqorida mexanik ish tushunchasi bilan tanishdik. Har qanday ishni bajarish uchun vaqt kerak bo'ladi. Aynan bir xil ishni bajarish uchun turlicha vaqt kerak bo'lishi mumkin. Masalan, 10000 ta g'ishtni 300 mga tashish uchun ikki kishi kuni bilan ishlashi kerak bo'lsa, mashinada bu ishni bir necha minutda bajarish mumkin. Ishning tez yoki sekin bajarilishini ko'rsatadigan kattalik sifatida **quvvat** tushunchasi kiritilgan. **Quvvat deganda vaqt birligi ichida (1 sekund) bajariladigan ish tushuniladi.** Quvvatni N bilan belgilasak, uni toppish uchun bajarilgan ishni shu ishni bajarish uchun ketgan vaqtga bo'lish kerak.

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

Quvvat birligi qilib **vatt** qabul qilingan $1w = \frac{1J}{1s}$.

$$1\text{kilovatt} \cdot \text{soat} = 1kw \cdot \text{soat} = 36000000J = 3,6 \cdot 10^6 J$$

Tekis harakatda.

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

Demak, doimiy quvvatda N dvigatel qanchalik kam kuch F sarflasa, uning tezligi v shuncha katta bo'ladi. Mana shuning uchun, avtomobilga katta tortish kuchi kerak bo'lgan joyda (tog'ga ko'tarilayotganda, joyidan qo'zg'alayotganda) haydovchi 1-uzatishda kichik tezlik bilan dvigatelni harakatlantiradi.

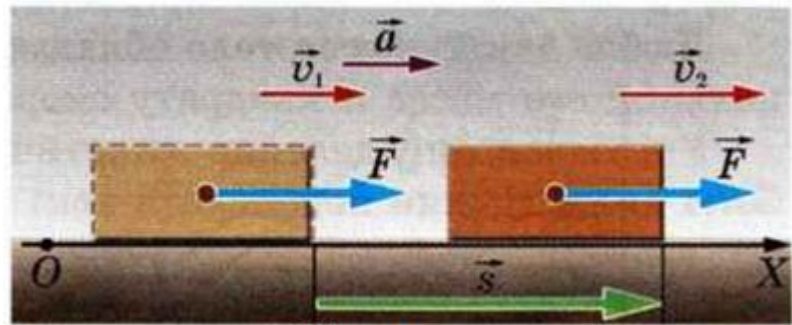
ISH VA ENERGIYANING O'ZARO BOG'LIQLIGI.

Energiya – barcha harakat turlarining umumiy miqdoriy o'lchovi va **jismning ish bajara olish qobiliyati** hisoblanadi.

Kuchning ishi va kinetik energiya

Harakatdagi jismning ish bajara olish qobiliyati *kinetik energiya* deb ataladi. Demak, kinetik energiya faqat jism harakatlenganda vujudga keladi. Kuchning ishi bilan shu kuch ta'sir etayotgan jismning kinetik energiyasi orasidagi o'zaro bog'lanishni topamiz.

Faraz qilaylik, m massali jism (99-rasm) to'g'ri chiziq bo'ylab ishqalanishsiz v_1 tezlik bilan chapdan o'ngga harakatlanadi. Bu vaqtda unga tezlanish beradigan F kuch ta'sir qila



99-rasm

boshlaydi. Jism kuch ta'siri ostida t – vaqtda s masofani bosib o'tadi. Bu masofani oxirida jismning tezligi v_2 ga teng bo'ladi. F kuchning ishini topamiz.

Kuch va ko'chish yo'nalishi mos tushadi, shuning uchun kuchning ishini quyidagi formula bo'yicha hisoblab toppish mumkin.

$$A = F \cdot S$$

Bu formulada kuch va ko'chishlarni ularning qiymatlari bilan almashtiramiz:

$$F = m \cdot a, \text{ ko'chish esa } S = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \text{ ga teng.}$$

$$A = F \cdot s = ma \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Hosil qilingan formulada $\frac{mv_2^2}{2}$ had jismning oxirgi vaziyatini, $\frac{mv_1^2}{2}$ had esa boshlang'ich vaziyatini xarakterlaydi.

Kuch ta'siri natijasida jismning kinetik energiyasi o'zgaradi, shuning uchun tabiiyki, ikkinchhi had kuch ta'siri qo'yilgan paytdagi kinetik energiyaga, birinchi had esa jismning kuch ta'siri to'xtagan paytdagi kinetik energiyaga teng deb hisoblash mumkin:

$$W_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}; \quad W_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}.$$

Shunday qilib, kuchning ishi jism kinetik energiyasining o'zgarishiga teng:

$$A = W_{k2} - W_{k1} = \Delta W_k$$

Og'irlik kuchining ishi va potensial energiya.

Jismlarning vaziyati tufayli ega bo'ladigan energiya *potensial energiya* deb ataladi. Jismlar sistemasining potensial energiyasi kinetik energiyasigari o'zgarishi mumkin.

Potensial energiya va og'irlik kuchining ishi orasidagi bog'lanishni topamiz. Faraz qilaylik, m massali jism, h_1 balandlikdan h_2 balandlikkacha tushsin (100-rasm). P og'irlik kuchining $h = h_1 - h_2$ qismida bajargan ishini topamiz. Bu holda $A = P \cdot s = P(h_1 - h_2)$ biroq $P = mg$, demak,

$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2.$$

Hosil qilingan munosabatni o'ng tomondagi birinchi had jismning boshlang'ich vaziyatini ikkinchisi esa oxirgi vaziyatini xarakterlaydi. Jismning tushishi natijasida uning potensial energiyasi o'zgaradi, u holda mgh_1 had birinchi holatdagi jismning potensial energiyasiga tengligi,

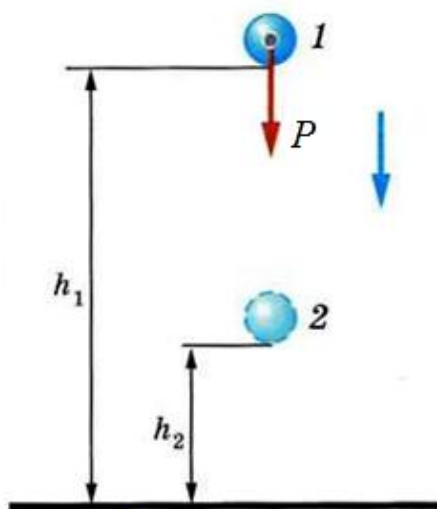
mgh_2 had esa ikkinchi holatdakisiga tengligi tabiiydir. Potensial energiyani W_p harfi bilan belgilasak, u holda

$$W_{p1} = mgh_1; \quad W_{p2} = mgh_2.$$

Shunday qilib, og'irlik kuchining ishi jism potensial energiyasining o'zgarishiga teng:

$$A = W_{p1} - W_{p2} = -(W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W_p$$

«-» ishora og'irlik kuchining ishi natijasida tortishish maydonidagi jismning potensial energiyasi kamayganini bildiradi.



100-rasm

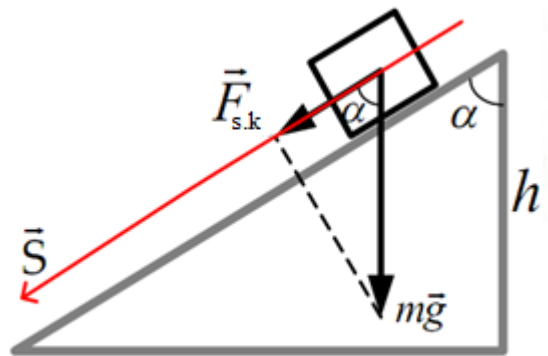
Qiya tekislikda og'irlik kuchining bajargan ishi.

Qiya tekislikda og'irlik kuchi jismni ham tekislikka bosadi, ham tekislik bo'ylab pastga sirpantiradi. U holda, og'irlik kuchining ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz va faqat og'irlik kuchining sirpantiruvchi tashkil etuvchisi ish bajaradi (101-rasm).

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

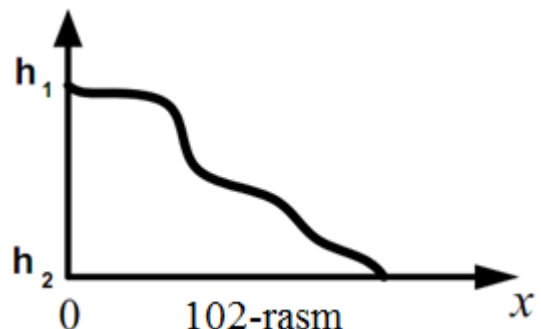
$$S \cos \alpha = h$$

$$A = mgh$$



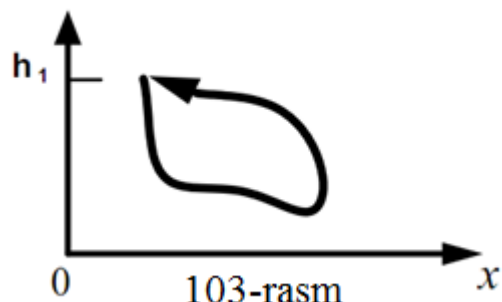
101-rasm

Demak, qiya tekislikda og'irlik kuchining bajargan ishi qiya tekislikning qiyalik burchagiga bog'liq emas, faqat qiya tekislik balandligiga bo'g'liq ($h = h_1 - h_2$). Bundan og'irlik kuchining bajargan ishi traektoriyaga bog'liq emas deb xulosa chiqarish mumkin (102-rasm):



102-rasm

Balandlik o'zgarmasa, og'irlik kuchi ish bajarmaydi (103-rasm).



103-rasm

$$A = mg(h_1 - h_2) = 0$$

Elastiklik kuchining bajargan ishi va potensial energiya.

Faraz qilaylik, elastik deformatsiyalangan (cho'zilgan) prujina (104b-rasm) qaytayotganda qandaydir jismni ko'chirsin. Prujina uzunligi x_1 dan x_2 gacha (104v-rasm), ya'ni $S = x_1 - x_2$ masofaga o'zgarganda elastiklik kuchining ishini hisoblaymiz.

Bizga ma'lumki, elastiklik kuchi prujina deformatsiyalanishiga bog'liq, ushbu holda u F_1 dan F_2 gacha o'zgaradi.

Kuch – ko'chishga chiziqli bog'liq bo'lgan o'zgaruvchan kattalik bo'lsa, u holda ishni hisoblash uchun kuchning o'rtacha qiymatini olish kerak:

$$F_{o'rt} = \frac{F_1 + F_2}{2}$$

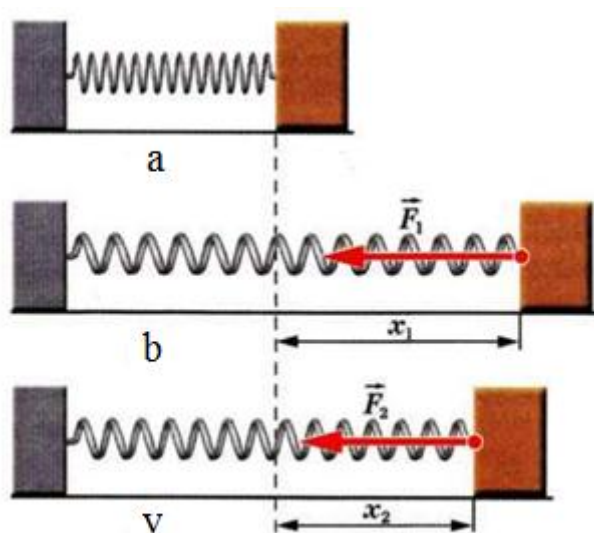
Biroq, $F_1 = kx_1$; $F_2 = kx_2$. Shuning uchun

$$F_{o'rt} = \frac{kx_1 + kx_2}{2} = \frac{k}{2}(x_1 + x_2).$$

U holda

$$A = F_{o'rt} \cdot S = \frac{k}{2}(x_1 + x_2)(x_1 - x_2) = \frac{k}{2}(x_1^2 - x_2^2)$$

Shunday qilib, $A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$



104-rasm

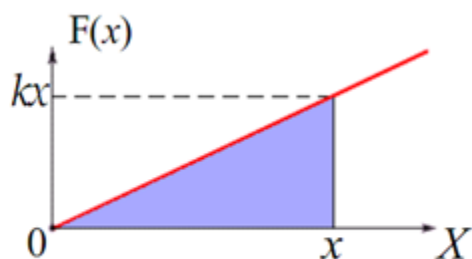
Elastiklik kuchining ishi natijasida prujining potensial energiyasi o'zgarani sababli hosil qilingan ifodaning birinchi hadi prujining boshlang'ich vaziyatidagi ikkinchi hadi esa prujining keyingi vaziyatdagi potensial potensial energiyasiga teng bo'lishi tabiiy:

$$A = W_{p1} - W_{p2} = - (W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W_p$$

Shunday qilib, elastiklik

kuchining ishi qarama-qarshi ishora bilan olingan potensial energiya o'zgarishiga teng:

«-» ishora elastiklik kuchi bajargan ishi natijasidapotensial energiya kamayganligini ko'rsatadi.



104-d rasm

Bundan tashqari elastiklik kuchining bajargan ishini grafik ko'rinishda ham aniqlash mumkin.

Kuchning $F(x)$ deformatsiya X bilan bog'liqlik grafigida bo'yalgan soha. Son jihatdan elastiklik kuchining bajargan ishiga teng bo'ladi(104-d rasm).

Ish – energiya o'zgarishining o'lchovidir. Yuqorida qarab chiqilgan misollar F kuchning ishi barcha hollarda jism energiyasining o'zgarishiga tengligini ko'rsatadi. Binobarin, o'zgarishning ishi energiya aylanishining o'lchovi bo'ladi.

$$A = \pm \Delta W$$

Barcha aytilganlarga xulosa qilib, kuchning ishiga quyidagich ta'rif berish mumkin:

Bir turdagi energiyaning o'zgarishini o'lchovi hisoblanuvchi fizik skalyar kattalikka ish deb ataladi. O'zgarmas kuchning ishi kuch moduli, ko'chish moduli va kuch vektori bilan ko'chish vektori orasidagi burchak kosinusi ko'paytmasiga teng:

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

Kuch o'zgaruvchan, masalan, elastiklik kuchi bo'lgan holda ishni hisoblash uchun mazkur ko'chishda kuchning o'rtacha qiymatini olish kerak.

Ikkita muhim xulosa. Bir turdagi energiyaning o'zgarishini o'lchovi bo'lgan skalyar kattalik ish deb atalgani uchun, quyidagi ikkita oddiy, lekin juda muhim xulosa kelib chiqadi:

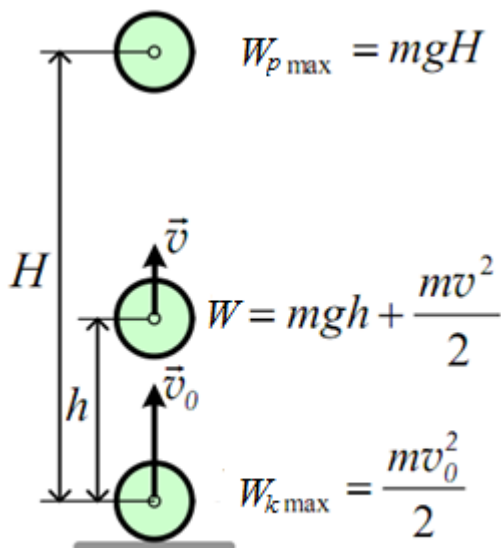
- Birinchi xulosa: *energiya-skalyar kattalik.*
- Ikkinchi xulosa: *energiya ish birliklarida o'lchanadi.*

MEXANIK ENERGIYANING AYLANISH VA SAQLANISH QONUNI.

Bizni o'rab olgan olamda hamma narsa harakatlanadi, hammasi o'zgaradi. Bunda harakatning bir turi boshqasiga aylanadi, demak, energiya turlarining o'zaro aylanishi sodir bo'ladi.

Mexanik jarayonlarda energiya aylanishiga misollar qarab chiqamiz.

Kinetik va potensial energiyalarning o'zaro aylanishi. Ko'p sonli misollar kinetik va potensial energiyalar o'zaro bir-biriga aylanishi mumkinligidan dalolat beradi. Bunday



105-rasm

aylanishlarga misol keltiramiz. m massali jismni v_0 tezlik bo'yicha yuqoriga vertikal otamiz (105-rasm). Jism otilgan paytda kinetik energiyaga ega bo'ladi.

$$W_k = \frac{mv_0^2}{2}$$

Jism ko'tarilayotgan tezligi kamayadi. Demak, uning kinetik energiyasi ham kamayadi. Biror bir vaqtda jism yuqoriga qarab harakatlangani uchun uning potensial energiyasi ortadi (105-rasm):

$$W_p = mgh$$

Bunda h – jismning ko'tarilish balandligi.

H maksimal balandlikda jismning kinetik energiyasi nolga teng, potensial energiyasi esa maksimal qiymatga erishadi:

$$W_p = mgH$$

Biroq, ko'tarilish maksimal balandligi: $H = \frac{v_0^2}{2g}$ ga teng. Bu balandlik qiymatini potensial energiya formulasiga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$W_p = mgH = mg \frac{v_0^2}{2g} = \frac{mv_0^2}{2}$$

Biz jism ko'tarilayotganda uning kinetik energiyasi potensial energiyaga aylanishini va miqdoran o'zgarmasligini ko'ramiz.

Jism pastga tushayotganda uning potensial energiyasi moduli bo'yicha teng bo'lgan kinetik energiyaga aylanadi. Jism bir vaqtda ham potensial energiyaga, ham kinetik energiyaga ega bo'lishi mumkin. Masalan, biz qarab misollarda jism traektoriyasidagi nuqtalar oraliqlarida jism ham potensial, ham kinetik energiyaga ega bo'lishi mumkin. Potensial va kinetik energiyalarning yig'indisiga to'liq mexanik energiya deb ataladi. Odatda uni W harfi bilan belgilanadi:

$$W = W_k + W_p$$

Mexanik energiyaning saqlanish qonuni. Faraz qilaylik, yopiq (izolatsiyalangan) jismlar sistemasida (bunda ishqalanish kuchi ta'sir qilmaydi va noelastik deformatsiya yo'q) jismlarning o'zaro ta'sir jarayonida ichki kuchlar A ish bajaradi. Bu ish sistemaning potensial va

kinetik energiyalari o'zgarishiga olib keladi. Sistema ichki kuchlarining ishini uning kinetik va potensial energiyalari orqali ifodalaymiz:

$$A = W_{k2} - W_{k1} \quad \text{va} \quad A = W_{p2} - W_{p1}.$$

A ish aynan bir xil bo'lgani uchun bu tengliklarning o'ng tomonlarini tenglashtirib, quyidagini hosil qilamiz:

$$W_{k2} - W_{k1} = W_{p2} - W_{p1}.$$

Sistemani aynan bir holatiga tegishli bo'lgan hadlarini guruhlab, quyidagini hosil qilamiz:

$$W_{k2} + W_{p2} = W_{k1} + W_{p1} \quad \text{yoki} \quad W_{k1} + W_{p1} = W_{k2} + W_{p2}$$

Tenglikni chap tomonidasistemaning o'zaro ta'sirlashguncha to'liq mexanik energiyasi, o'ng tomonida esa, o'zaro ta'sirlashgandan keying to'liq mexanik energiyasi turibdi. Ular teng bo'lgani uchunizolyasiyalangan sistemaning to'liq mexanik energiyasi (bunda ishqalanish kuchi ta'sir qilmaydi va elastik deformatsiya yo'q) sistemadagi o'zgarishlarda o'zgarmas qoladi:

$$W = W_k + W_p = \text{const}.$$

Hosil qilingan qonuniyat mexanik *energiyaning saqlanish qonuni* deb ataladi.

Energiyaningsaqlanish qonuni faqat mexanik hodisalar doirasidagina emas, balki boshqa barcha fizik hodisalarda ham o'rinli. Bu hodisalarda energiya bir turdan boshqa turga aylanishi mumkin. Ishqalanish kuchi ta'sirida harakatlanayotgan jism mexanik energiyasining bir qismi ichki energiyaga, ya'ni issiqlikka aylanadi, bu energiya Yer yuzini isitadi, atmosferada issiqlik hodisalari yuz beradi, yog'in yog'adi, bu yog'inlar daryolardagi suvni hosil qiladi, daryo suvining potensial energiyasi baland to'g'ondan tushishida kinetik energiyaga aylanadi. Suvning kinetik energiyasi gidroelektrstansiyalarda turbinani aylantiradi va elektr energiya hosil bo'ladi, elektr energiya esa xonadonlardagi elektr chiroqlari orqali yorug'lik energiyasiga aylanadi va h.k.

Tabiatda energiya yo'q bo'lib ketmaydi, u faqat bir turdan boshqa turga aylanadi. Bu energyaningsaqlanish qonunidir. Energiyaning saqlanish va bir turdan boshqa turga aylanish qonuni shunday ta'riflanadi:

Yopiq sistemadagi (izolasiyalangan) barcha hodisalarda energiya hech vaqt bordan yo'q bo'lmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi, u faqat bir

turdan boshqa turga yoki bir jismdan boshqa jismga o'tib, miqdor jihatdan o'zgarishsiz qoladi.

Foydali ish ko'effitsienti

Har qanday mashina yoki dvigatelning foydali ishi to'liq sarflangan energiyadan kichik bo'ladi. Chunki barcha mexanizmlarda ishqalanish kuchlari mavjud bo'lib, bu kuchlar natijasida qurilmalarning turli qismlari qiziydi. Sarflangan to'liq energiyaning bir qismi issiqlikka aylanib isrof bo'ladi, qolgan qismi foydali ish bajaradi.

Mashina va dvigatellar o'ziga sarflanayotgan energiyaning qancha qismi foydali ish berishini ko'rsatadigan kattalik – **foydali ish ko'effitsienti** (qisqacha FIK) kiritilgan.

Foydali ishning sarflangan to'liq ishga nisbati **foydali ish ko'effitsienti** deb ataladi va η harfi bilan belgilanadi.

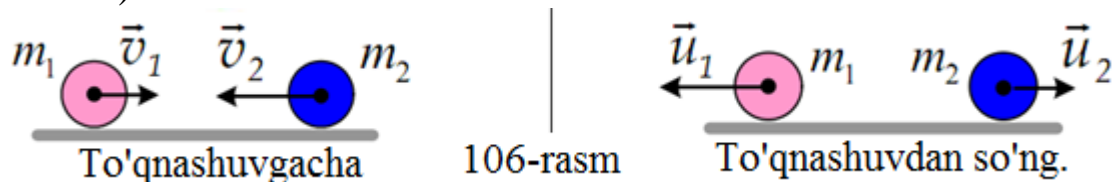
FIK foiz hisobida ifodalandi. Agar foydali ish A_f to'liq ish A_t bilan belgilasak, u holda FIK formulasi quyidagicha yoziladi:

$$\eta = \frac{A_{foydali}}{A_{to'liq}} \cdot 100\% \quad \eta < 100\%$$

FIK birdan (100%dan) katta bo'lolmaydi. Mashina va dvigatellarda ishqalanish kuchlariningishi tufayli to'liq energiyaningbir qismi isroflanadi va shu sababli FIK har doim birdan kichik bo'ladi. energiya isrofining boshqa sabablari ham bor.

ELASTIK VA NOELASTIK TO'QNASHUV

Absolut elastik to'qnashuv deb shunday to'qnashuvga aytiladiki, unda jismlar sistemasining mexanik energiyasi saqlanadi va impulsning saqlanish qonuni bajariladi. Buni qisqacha qilib, ikki to'qnashgan jismlar to'qnashuvdan keyin bir-biridan ajraladi (yopishib qolmaydi) (106-rasm).



Markaziy absolut elastik to'qnashuv.

Umumiy holda massalari m_1 va m_2 , tezliklari v_1 – birinchi shar tezligi, v_2 – ikkinchi shar tezligi bo'lgan sharlar markaziy elastik to'qnashuvdan so'ng tezliklari mos ravishda u_1 va u_2 – bo'lib qoladi (106-rasm) va bu tezliklarni aniqlaymiz.

Energiya va impulsning saqlanish qonunlari quyidagicha bo'ladi:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2 \quad (1)$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} \quad (2)$$

(1), (2) tenglamalardan quyidagilarni olish mumkin.

$$m_1 (v_1 - u_1) = m_2 (u_2 - v_2) \quad (3)$$

$$m_1 (v_1^2 - u_1^2) = m_2 (u_2^2 - v_2^2) \quad (4)$$

(4) tenglikni (3) ga bo'lib, quyidagini olamiz:

$$v_1 + u_1 = v_2 + u_2 \quad (5)$$

(3), (4), (5) tengliklardan u_1 va u_2 tezliklarni aniqlash mumkin:

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (6)$$

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad (7)$$

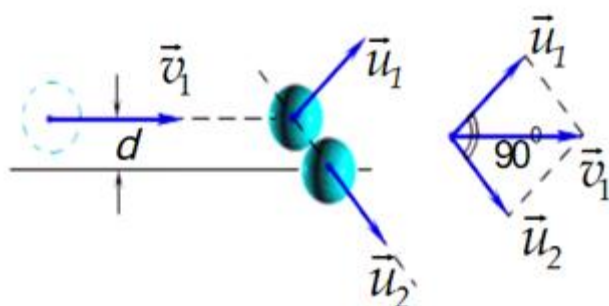
Agar jismlar massalari teng bo'lsa, $m_1 = m_2$, u holda (6) va (7) tengliklar quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$u_1 = v_2 \quad \text{va} \quad u_2 = v_1$$

Ya'ni bir xil massali ikki jism markaziy absolut to'qnashganda tezliklari almashib qoladi. Agar bir shar harakatsiz turgan ikkinchi shar bilan absolut to'qnashsa, birinchi shar tezligini ikkinchi sharga berib to'xtab qoladi, ikkinchi shar birinchi shar tezligi bilan harakatga keladi.

Nomarkaziy elastik to'qnashuv ($m_1=m_2$).

Jismlar tezligi (bilyard sharlari) to'qnashuvgacha va to'qnashuvdan keyin bir tomonga yo'nalmaydi(107-rasm). Nomarkaziy to'qnashuvdan keyin sharlar bir-biriga nisbatan ma'lum burchak ostida harakatlanishadi.



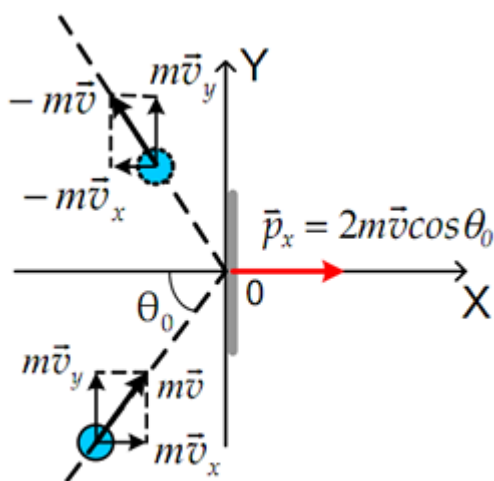
107-rasm

$m_1=m_2=m$ bo'lganda energiya va impulsning saqlanish qonunlari quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$\vec{v}_1 = \vec{u}_1 + \vec{u}_2, \quad v_1^2 = u_1^2 + u_2^2.$$

Birinchi tenglik sharlarning to'qnashuvgacha va to'qnashuvdan keyin tezliklarining vektor yig'indisi teng bo'lishini bildiradi. Ikkinchi tenglik esa, to'qnashuvdan keyin sharlar bir-biriga nisbatan o'zaro 90° burchak ostida harakatlanishini va Pifagor teoramasi o'rinli ekanini bildiradi. u_1 va u_2 tezliklar uchburchak katetlari.

Devor bilan absolut elastik to'qnashuv.



108-rasm

Devor bilan absolut to'qnashuvda tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi(108-rasm).

Sharni devorga (O nuqtaga) elastik to'qnashuvidan so'ng impulsning OY o'qidagi o'zgarishi nolga teng bo'ladi: $\Delta p_y = \Delta(mv_y) = 0$. Sharning OX o'qiga proeksiyasi mv_x ning o'zgarishi quyidagicha bo'ladi.

$$\vec{p}_x = 2m\omega_x = 2m\omega \cos \theta_0.$$

Shar devor bilan perpendikulyar ravishda elastik to'qnashsa, shar to'qnashuvdan so'ng qarama-qarshi tomonga harakatlanadi va shar impulsining o'zgarishi (va devorning ham) $2m\omega$ ga teng bo'ladi.

$$\Delta p = p_2 - p_1 = -m\omega - m\omega = -2m\omega$$

Absolut noelastik to'qnashuv.

Absolut noelastik to'qnashuv deb shunday to'qnashuvga aytiladiki, unda to'qnashgandan so'ng jismlar xuddi bir jismdek birga harakat qiladi ya'ni bir biriga yopishib qoladi.

Noelastik to'qnashuvda mexanik energiya saqlanib qolmaydi, uning bir qismi jismlarning ichki energiyasiga aylanadi (jismlar qiziydi).

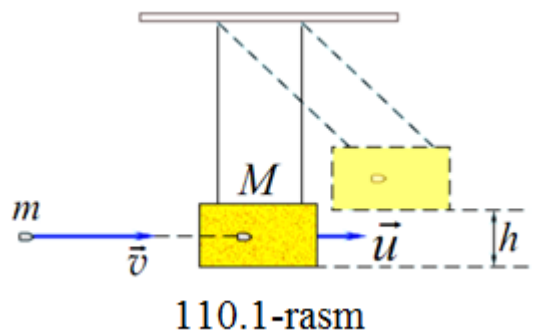
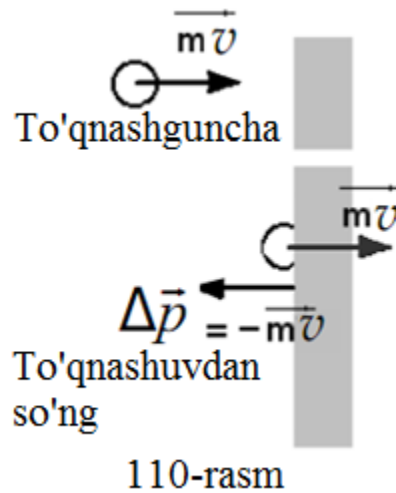
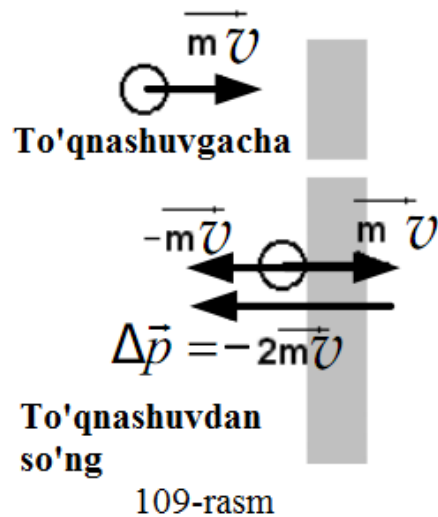
Devorga perpendikulyar ravishda noelastik to'qnashuvdan so'ng, impulsning o'zgarishi quyidagicha:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 0 - m\omega = -m\omega.$$

Ballistik mayatnik.

Ballistik mayatnik deb – ipga osilgan M massali qumli yashikka aytiladi.

Massasi m bo'lgan o'q, v tezlik bilan uchib kelib yashikka absolyut noelastik urilib, yashikka qadalib qoldi va u tezlik olib, h balandlikka ko'tarilgan bo'lsa, u tezlik va h



balandlik quyidagich aniqlanadi.

Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra, to'qnashuvdan so'ng yashik u tezlik oladi.

$$mv = (M + m)u \quad \Rightarrow \quad u = \frac{m}{M + m}v$$

O'q v tezlik bilan uchib kelayotganda u $W_k = \frac{mv^2}{2}$ energiyaga ega edi. To'qnashuv paytida o'q o'z energiyasini yashikka beradi va yashik bilan o'q birgalikda $W_p = (M + m)gh$ ga teng potensial energiya oladi. Energiyaning saqlanish qonuniga binoan quyidagi tenglik hosil bo'ladi:

$$\frac{mv^2}{2} = (M + m)gh \quad \Rightarrow \quad h = \frac{mv^2}{2(M + m)g}$$

9-mashq.

1. 0,1 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan massasi 0,5 kg bo'lgan po'lat shar loydan yasalgan massasi 0,2 kg bo'lgan qo'zg'almas shar bilan to'qnashdi. Shundan so'ng sharlar birgalikda harakatlana boshladi. Ularning to'qnashgandan keying kinetik energiyalarini aniqlang.
2. Jism 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan qiya tekislik bo'ylab uning pastki qismidan boshlab yuqoriga harakatlana boshladi. Jismning kinetik energiyasi tekislikning pastki qismidan qancha masofada ikki marta kamayadi? Jism va tekislik orasidagi ishqalanish koeffisienti 0,6; tekislikning gorizontga nisbatan qiyalik burchagi 30° .
3. Yer yuzidan 4 m balandlikda GES ning to'g'oni orqali har sekundda 10 m^3 suv oqib o'tadi. Suv 1s ichida turbinadan tushayotganda qanday ish bajaradi va qanday potensial energiya o'zgarishi yuz beradi? Trubina kuraklariga qanday kinetik energiya beriladi?
4. Jism 20 m/s tezlik bilan yuqoriga vertikal otildi. Qanday balandlikda uning kinetik energiyasi potensial energiyasiga teng bo'ladi?

5. 20 m balandlikdan massasi 20 kg bo'lgan jism erkin tushadi. Uning Yer sirtidan 1m balandlikda potensial va kinetik energiyasini toping. (Havoning qarshiligini hisobga olmang).
6. Massasi 100 kg bo'lgan odam chang'ida tepalikdan tushayotgan yo'lning gorizontol qismi bo'ylab 20 m masofani bosib o'tdi. Chang'ining qorga ishqalanish koeffisienti 0,02 bo'lsa, yo'lning shu qismida ishqalanish kuchining ishini toping.

Savol va topshiriqlar.

1. *Jism impusi va kuch impusi deb nimaga aytiladi?*
2. *Nyutonning ikkinchi qonunini impulslar orqali ifodalanishini yozing.*
3. *Impusning saqlanish qonuni qanday.*
4. *Reaktiv harakatni tushuntiring? Raketalar tezligi qanday oshiriladi?*
5. *Mexanik ish qanday formula yordamida hisoblanadi? Xalqaro birliklar sistemasidagi ish o'lchov birligini keltirib chiqaring.*
6. *Ish qachon manfiy va qachon musbat bo'ladi?*
7. *Qanday shart bajarilganda jismga qo'yilgan kuch ish bajarmaydi?*
8. *Quvvat deb nimaga aytiladi? Quvvatning qanday o'lchov birliklari bor?*
9. *Kinetik energiya deb nimaga aytiladi?*
10. *Qanday energiya potensial energiya deb ataladi?*
11. *Jismni yerdan xar xil balandlikdagi ikki nuqta orasida ko'chirishda og'irlik kuchining bajargan ishi qanday bo'ladi?*
12. *Og'irlik kuchining bajargan ishi traektoriyaga qanday bog'langan?*
13. *Deformasiyalangan prujina potensial energiyasi qanday aniqlanadi? Elastiklik kuchining bajargan ishi nimaga teng?*
14. *To'liq mexanik energiya formulasini keltiring?*
15. *Energiyaning saqlanish qonunini ishqalanish kuchi bilan tushuntiring. Ishqalanish kuchining bajargan ishi.*
16. *Foydali ish koeffisienti deb nimaga aytiladi? Nima uchun mexanizm va mashinalarda $FIK \eta < 1$?*
17. *Qanday to'qnashuv noelastik to'qnashuv deyiladi? Qanday to'qnashuv elastik?*
18. *Qanday to'qnashuvda elastik yoki noelastik energiyaning saqlanish qonuni bajariladi?*
19. *Agar jism devor bilan perpendikulyar ravishda elastik to'qnashsa, impulsi qanday o'zgaradi? Agar to'qnashuv noelastik bo'lsachi?*
20. *Agar bir xil massali jismlar markaziy elastik to'qnashsa, tezliklari qanda o'zgaradi?*
21. *Bilyard sharlari nomarkaziy to'qnashsa, bir-biriga nisbatan qanday burchak ostida harakatlanadi?*

22. Gorizontal yo'lda harakatlanayotgan avtomobilning og'irlik kuchining bajargan ishi nimaga teng?
23. Impulslari 50 kgm/s dan bo'ldan uchta bir-biriga nisbatan o'zaro 120° burchak hosil qiluvchi jismlar sistemasining impulsi nimaga teng?
24. Massasi 200 g bo'lgan jism aylana bo'ylab 10 m/s tezlik bilan tekis harakatlanmoqda. Davrning $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/6$ qismlarida impulsning o'zgarishini toping.
25. 15 kw quvvatli motorli qayiq 3000 N tortish kuchi hosil qilsa, u qanday maksimal tezlikka erishadi?
26. Jismning kinetik energiyasi bir nechta kuchlar ta'sirida 25 marta orttirilgan bo'lsa, uning impulsi qanday o'zgargan?
27. Quvvati 25 kw bo'lgan nasos 18 m chuqurlikdan suv tortadi. Agar nasosning FIK 80% bo'lsa, u bir soatda qanday massali suvni tortadi?
28. Ipga bog'langan 1 kg massali jism vertikal tekislikda aylantirilmoqda. Traektoriyaning eng yuqori va pastki nuqtalaridagi ipning taranglik kuchini toping?
29. Massasi 100 g bo'lgan sharik 3 m balandlikdan gorizontal tekislikka tushdi. Agar sharikning urilish vaqti 0,04 s bo'lsa, urilishdagi o'rtacha kuchni a) elastik urilish; b) noelastik urilishdagi bo'lgan xollar uchun aniqlang.

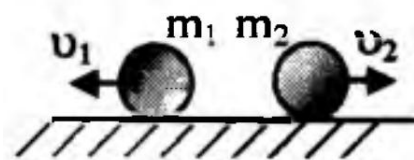
Test topshiriqlari

1. (99/10-33). Massasi 200 g bo'lgan koptok, devorga perpendikulyar, 5 m/s tezlik bilan urildi va devordan xuddi shunday tezlik bilan qaytdi. Bunda koptok impulsining o'zgarishini toping (kgm/s).
A) 4. B) 2. C) 1. D) 3. E) 0,5.
2. (99/7-13). Ikkita bir xil sharlar, bir-biriga tomon $2v$ va v tezliklar bilan harakatlanib, absolut noelastik to'qnashdi. Sharlarning to'qnashuvdan keyingi tezligini aniqlang.
A) v . B) $v/3$. C) $2v$. D) $1,5v$. E) $v/2$.
3. (99/10-26). Harakat qonuni $x = 20 + 8t + 3t^2$ bo'lgan 4 kg massali jismning 2 s dan keying impulsi o'zgarishini (kgm/s) aniqlang?
A) 20. B) 32. C) 48. D) 80. E) 96.
4. (98/7-19). Qayiqda turgan ovchi, miltiqdan 5 marta o'q uzgandan so'ng qayiq to'xtagan bo'lsa, qayiqning boshlang'ich tezligini

(m/s) toping. Ovchining qayiq bilan birgalikdagi massasi 200 kg, bitta o'qning massasi 20 g, tezligi esa 800 m/s ga teng.

A) 0,1. B) 0,2. C) 0,8. D) 0,4. E) 1,6.

5. (00/2-25). Jismlar sistemasining impulsini toping (kgm/s). $m_1=m_2=1$ kg, va $2v_1=v_2=20$ m/s.



A) 10. B) 8. C) 2. D) 0. E) 20.

6. (00/1-20). 2 kg massali jismga 5 s davomida 2 N kuch ta'sir etgan bo'lsa, jismning impulsi o'zgarishini (kgm/s) aniqlang?

A) 0. B) 2. C) 4. D) 10. E) 8.

7. (02/9-12). Massasi 0,2 kg bo'lgan jism 1 m balandlikdan 8 m/s^2 tezlanish bilan tushdi. Jismning tushishdagi impulsi o'zgarishini (kgm/s) aniqlang?

A) 8. B) 1,6. C) 1. D) 0,8. E) 0,2.

8. (00/1-27). Jism impulsining kordinata o'qlariga proeksiyalari $p_x=3$ kgm/s va $p_y=4$ kgm/s. jism impulsini o'zgarishini (kgm/s) toping.

A) 4. B) 5. C) 7. D) 12. E) 3.

9. (03/8-14). Pistolet massasi, o'q massasidan 100 marta katta. Otish paytida o'q pistolet v tezlik bilan uchib chiqsa, pistolet qanday tezlik (m/s) oladi?

A) 0. B) $v/2$. C) v . D) $v/100$. E) $100v$.

10. (03/5-18). 120 kg massali qayiqda 80 kg massali baliqchi ko'l o'rtasida tinch turibdi. Baliqchi qayiq oxiridan, uchiga qarab yurdi va suvga nisbatan 1 m masofaga ko'chgan bo'lsa, qayiq uzunligini (m) qanday? Qayiq harakatida suvning qarshiligini hisobga olmang.

A) 4. B) 2,5. C) 2. D) 1,5. E) 1,25.

11. (03/8-65). Agar raketa harakati davomida har sekundda 20 kg gazni 450 m/s tezlik bilan chiqarsa, raketaning reaktiv kuchi (kN) qanday?

A) 4,5. B) 6,5. C) 12. D) 22,5. E) 9.

12. (02/12-23). Massasi 1 t bo'lgan bolg'a, 1,8 m balandlikdan yerga erkin tushdi. Yerga urilish vaqti 0,01 s bo'lgan bo'lsa, urilishdagi o'rtacha kuchni (kN) aniqlang. Urilish noelastik deb hisoblang.

A) 3. B) 25. C) 60. D) 300. E) 600.

13. (98/4-25). 10 balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan 5 kg massali jismning balandlik o'rtasidagi kinetik energiyasini (J) toping. $g=10 \text{ m/s}^2$.
A) 10. B) 200. C) 100. D) 20. E) 250.
14. (01/1-19). Jismning kinetik energiyasi $W_k=100 \text{ J}$ va impulsi $p=20 \text{ kgm/s}$ ga teng. Jismning massasi (kg) qanday?
A) 16. B) 8. C) 4. D) 2. E) 1.
15. (01/2-6). v tezlik bilan harakatlanayotgan jism, xuddi shunday massali tinch turgan jism bilan to'qnashdi. Absolut esaltik to'qnashuvdan so'ng, jismlar o'zaro qanday burchak ostida harakatlanishadi.
A) 0. B) $0 \div 90^\circ$. C) 90° . D) 180° . E) $0 \div 180^\circ$.
16. (99/7-4). Gorizontga burchak ostida 20 m/s tezlik bilan otilgan jismning uchish vaqtidagi minimal tezligi 10 m/s bo'lsa, jism qanday balandlikkacha (m) ko'tarilgan? $g=10 \text{ m/s}^2$.
A) 5. B) 25. C) 20. D) 15. E) 10.
17. (98/11). Prujina 2 kN kuch ta'sirida 4 sm ga cho'zildi. Bu prujinani 12 sm ga cho'zish uchun qanday ish bajariladi?
A) 360. B) 300. C) 200. D) 180. E) 400.
18. (98/10-30). Massasi 10 kg bo'lgan jism 10 m balandlikdan tushmoqda. Yo'lning o'rtasida kinetik va potensial energiyalarining yig'indisi qanday bo'ladi(J)?
A) 100. B) 1000. C) 98. D) 500. E) 9,8.
19. (99/10-29). Koptokni h balandlikdan qanday boshlang'ich tezlik bilan pastga uloqtirilganda, koptok $3h$ balandlikka ko'tariladi. Koptokni Yerga urilishi absolut elastik deb hisoblansin.
A) $\sqrt{2gh}$. B) \sqrt{gh} . C) $3\sqrt{gh}$. D) $2gh$. E) $2\sqrt{gh}$.
20. (01/1-30). Uzunligi L bo'lgan matematik mayatnikning taranglik kuchi $2mg$ bo'lishi uchun uni muvozanat vaziyatidan qanday balandlikka (m) ko'tarib qo'yib yuborish kerak?
A) $L/2$. B) $L/4$. C) L . D) $1,5L$. E) $2L$.
21. (10-68). h balandlikdan erkin tushayotgan jismning potensial va kinetik energiyalari teng bo'lgan nuqtadagi tezligi qanday bo'ladi?
A) $\sqrt{4gh}$. B) $\sqrt{2gh}$. C) \sqrt{gh} . D) $\sqrt{gh/2}$. E) $\sqrt{gh/4}$.
22. (99/10-72). Massasi m bo'lgan v tezlik bilan harakatlanayotgan shar, xuddi shunday tinch turgan shar bilan to'qnashdi. Agar

to'qnashuv markaziy noelastik bo'lgan bo'lsa, to'qnashuvdan keyingi umumiy kinetik energiya qanday bo'lgan?

A) 0. B) $mv^2/2$. C) $mv^2/16$. D) $mv^2/4$. E) $mv^2/8$.

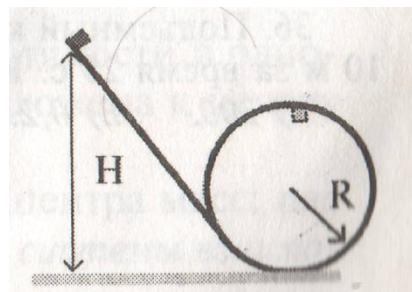
23. (99/10-72). Prujinaga maxkamlangan yuk x masofaga cho'zildi va qo'yib yuborildi. Muvozanat vaziyatidan qanday masofada prujinaning potensial va kinetik energiyalari teng bo'ladi?

A) $x/8$. B) $x/2$. C) $x/4$. D) $3x/4$. E) $x/\sqrt{2}$.

24. (98/6-16). Massasi 1 kg bo'lgan jism, uzunligi 5m, qiyaligi 30° bo'lgan qiya tekislikda boshlang'ich tezliksiz harakatlanib, tekislik oxirida 6 m/s ga teng tezlikka erishgan bo'lsa, ishqalanish kuchiga qarshi bajarilgan ishni aniqlang? $\sin 30^\circ = 0,5$; $\cos 30^\circ = 0,87$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

A) 7. B) 6. C) 5. D) 3 E) 1.

25. (11-). Uncha katta bo'lmagan jism o'lik sirtmoqdan ishqalanishsiz, sirpanib tushmoqda. Qanday minimal balandlikdan jism sirpanib tushsa, sirtmoqdan ajralib ketmaydi?



A) $4,5 R$. B) $2 R$. C) $3 R$. D) $2,5 R$. E) $3,5 R$.

26. (03/6-14). Uchib kelayotgan o'q, 1,6 m uzunlikdagi vaznsiz sterjenga osilgan shar bilan to'qnashdi. Bunda sterjen muvozanat vaziyatidan 60° burchakka og'di. Agar shar massasi, o'qning massasidan 100 marta katta bo'lsa, o'qning tezligi qanday bo'lgan (m/s)?

A) 160. B) 320. C) 500. D) 480. E) 400.

27. (01/1-35). Gorizontga burchak ostida v_0 tezlik bilan otilgan jismning h balandlikdagi tezligi qanday?

A) $v_0 - \sqrt{gh}$. B) $\sqrt{v_0^2 + gh}$. C) $v_0 + \sqrt{gh}$. D) $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$. E) $\sqrt{2gh - v_0^2}$.

28. (03/9-7). Massasi 1 kg va uzunligi 2 m bo'lgan mayatnik muvozanat vaziyatidan gorizont holatgacha og'dirildi va qo'yib yuborildi. Mayatnikning muvozanat vaziyatidan o'tayotganda ipning taranglik kuchi qanday bo'ladi(N)?

A) 40. B) 30. C) 20. D) 15. E) 10.

29. (01/2-7). 5 m/s tezlik bilan tekis harakatlanayotgan 400 kw quvvatga ega bo'lgan mexanizm harakati davomida 20 kN qarshilik kuchini yengayotgan bo'lsa, mexanizmning FIK i nimaga teng(%):

- A) 20. B) 25. C) 40. D) 80. E) 50.
30. Massasi 10 kg bo'lgan chana, balandligi 5 m bo'lgan tog'dan sirpanib tushdi va yo'lning gorizontal qismida to'xtadi. Chanani tushish chizig'I bo'ylab yuqoriga olib chiqish uchun, bola qanday minimal ish bajaradi(J)?
A) 100. B) 500. C) 1000. D) 1200. E) 2000.
31. Reaktiv harakat deb qanday harakatga ataladi?
A) *jismning biror qismiundan qandaydir tezlik bilan ajralganda paydo bo'ladigan harakat.*
B) *tinch turgan jismga boshqa jism ta'sir qilganda paydo bo'ladigan harakat.*
C) *jismga boshqa jismlar ta'sir qilganda jismning tekis harakatlanishi.*
D) *aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan harakat.*
E) *har qanday kuch ta'siridagi tezlanuvchan harakat.*
32. 4 kg massali jism 5 m balandlikka 60 N kuch ta'sirida ko'tarildi. Kuch qanday ish bajardi (J)?
A) 20. B) 30. C) 120. D) 200. E) 300.
33. Qachon bajarilgan ish musbat, qachon – manfiy? Qachonki kuch va ko'chish orasidagi burchak ...
A) *o'tkir – ish musbat, o'tmas – ish no'lga teng.*
B) *o'tkir – ish manfiy, o'tmas – ish no'lga teng.*
C) *o'tkir – ish musbat, o'tmas – ish manfiy.*
D) *har qanday ish manfiy.* E) *har qanday ish musbat.*
34. Kinetik energiyasi 1J va impulsi 1 kgm/s bo'lgan jismning massasi qancha(kg)?
A) 0,25. B) 0,5. C) 1. D) 2. E) 4.
35. Uzunligi 5 sm bo'lgan prujina 40 N kuch ta'sirida 1 sm ga cho'zildi. Bu prujinaning potensial energiyasini aniqlang (kg).
A) 1,2. B) 1. C) 0,5. D) 0,4. E) 0,2.
36. Ko'tarish krani 5 t massali yukni 10 m balandlikka 25 s davomida tekis ko'tardi. Kranning foydali quvvati qanday (kw)?
A) 200. B) 0,2. C) 2. D) 20. E) 2000.

SUYUQLIK VA GAZLAR MEXANIKASI ASOSLARI.

Shu vaqtgacha siz qattiq jismlarning harakati va o'zaro ta'sirini o'rganib chiqdingiz, uni o'rganish jarayonida Nyutonning uchta qonuni, energiya va impulsning saqlanish qonunlari kashf etildi. Quyida ifodalanishicha, bu qonunlarni suyuqlik va gazlarning harakati va ta'siriga ham qo'llanish mumkin, lekin ularning o'ziga hos hususiyatlarini e'tiborga olishga to'g'ri keladi.

Qattiq jismlardan farqli o'laroq, suyuqlik va gazlar oquvchan bo'ladi hamda muayyan shaklga ega bo'lmaydi, ular qanday idishga joylansa, o'sha idishning shaklini oladi. Suyuqlik va gazlar ozgina kuch ta'sirida ham o'z shaklini o'zgartirishi mumkin. Suyuqliklarni siqish mumkin emas.

Suyuqlik va gazlarning harakati va o'zaro ta'sirini o'rganish vaqtida ularni xayolan ko'p sonli atomlardan iborat bo'lgan mayda bo'laklarga (elementlarga) bo'linadi. Bu bo'laklarga mexanika qonunlari tatbiq etiladi.

Tinch turgan suyuqlik va gazlardagi jarayonlar o'rganilayotganda yoki suyuqlik va gazlarning o'rganilayotgan hajmidagi elementlarining o'zaro ta'sirlashuvi o'zgarmagan holatda, ularga qattiq jism sifatida qarash mumkin. Bu usul qotish deb nomlanadi.

Bunday holatda suyuqlik va gazga massa markazi, kuch momenti, muvozanat shartlari va boshqalarni qo'llash mumkin.

GIDRO VA AEROSTATIKA

Gidro va aerostatika (gidro – grekcha – suv; aero – grekcha – havo; statika – lotincha – statos –turuvchi) suyuqlik va gazlarning harakatini hamda ularga botirilgan jismlarning muvozanatini o'rganadi. Bunda yuqorida aytilgandek, qotish holati qo'llanib, u suyuqlik va gazni qattiq jism kabi o'rganishga yordam beradi.

MUVOZANAT HOLATIDA TURGAN SUYUQLIK VA GAZLARDA BOSIM.

Bitta mixni olib, yupqa taxtaga ichini qaratib, orqasiga bolg'a bilan urilsa, mix taxtaga oson kiradi. Agar taxtaga mixni qalpog'i tomoni bilan qo'yib ichiga bolg'a bilan urilsa, mix taxtaga kirmaydi. Har ikkala holda ham bolg'aning zarb kuchi bir xil bo'lsa-da, natija har xil bo'lishiga sabab nima? Buning sababi shundaki, mixning taxtaga kirishi uchun kuch kattaligidan tashqari, qo'yilgan yuzaga ham bog'liq bo'lar ekan.

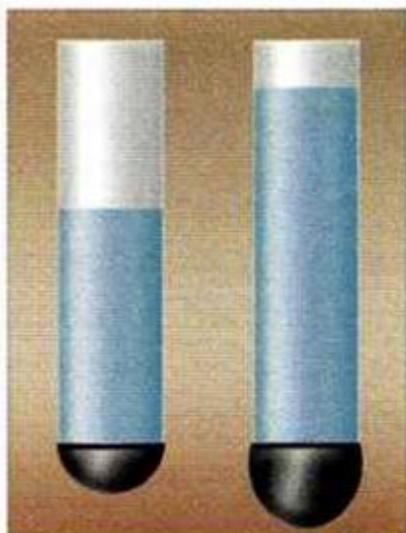
Yuza birligiga tik ravishda qo'yilgan kuchga to'g'ri keladigan fizik kattalikka bosim deyiladi.

$$P = \frac{F}{S}$$

p - bosim, F – bosim kuchi, S - kuch qo'uylgan yuz.

Bosim $[p] = \frac{1N}{1m^2} = 1Paskal$ bilan o'lchanadi. Qisqacha **1 Pa.** bu birlik fransuz olimi B.Paskal (1623-1662) sharafiga qo'yilgan.

Suyuqlik yoki gazni tashkil etgan zarralar o'z og'irliklariga ega bo'ladi. Shunga ko'ra, har bir qatlam o'z og'irligi bilan pastdagi qatlamni bosadi. Ular to'planib idish tubiga beriladi. Bu bosimni, shuningdek, **gidrostatik bosim** deb ham yuritiladi. Uni hisoblab ko'raylik.



111-rasm

Ostki qismi yupqa rezina plyonka bilan o'ralgan shisha silindr olamiz (111-rasm). Silindrga suv quyganimizda rezina plyonka cho'zilganini ko'ramiz. Tajriba suv silindr tagiga bosim berishini isbotlaydi.

Ma'lumki, bosim kuchi suv ustuning og'irlik kuchiga teng:

$$F = mg.$$

Biroq suvning massasi $m = \rho V$, bunda ρ – zichlik, V - suv hajmi. Geometriya kursidan ma'lumki, silindrning hajmi

$$V = Sh,$$

Bunda S – silindr asosining yuzi, h – silindr ichidagi suyuqlik ustunining balandligi. Shunday qilib,

$$F = mg = \rho Vg = \rho Shg.$$

Endi suvning silindrga berayotgan bosimini topamiz. Buning uchun bosimni aniqlash formulasidan foydalanamiz. Ifodaga ko'ra, bosim

$$p = \frac{F}{S} = \rho gh$$

Shunday qilib, *suyuqlikning idish tubiga bosimi, suyuqlik ustunining balandligi va zichligiga bog'liq ekan.*

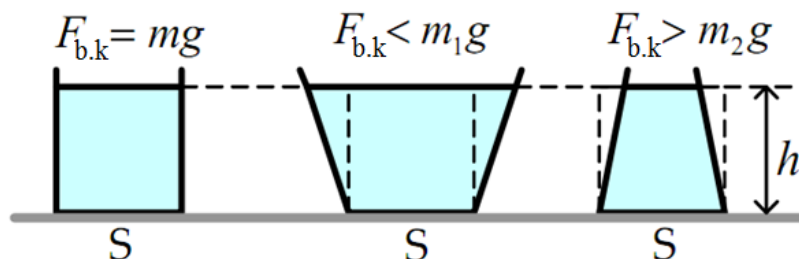
Demak, bir xil suyuqlik quyilgan idishlarning tubiga beriladigan bosim, idishlarning asosining yuziga bog'liq bo'lmasdan, faqat suyuqlik ustunining balandligiga bog'liq bo'ladi(121.1-rasm):



121.1-rasm

Barcha idishlarning idish tubiga; berilayotgan bosim bir xil.

Bunday holda, idish tubiga ta'sir qilayotgan bosim kuchlari xar xil bo'ladi. ya'ni bosim kuchi suyuqlik og'irlik kuchidan katta yoki kichik bo'lishi mumkin(121.2-rasm).



121.2-rasm

SUYUQLIKLARNING IDISH DEVORIGA BOSIMI.

Suyuqliklarning idish devoriga bosimi, har xil gorizontaal sirtlarda har xil bo'ladi. U 0 dan $p = \rho gh$ gacha o'zgaradi. Shuning uchun ko'p hollarda suyuqlikning idish devoriga bosimining o'rtacha qiymati olinadi. U quyidagicha:

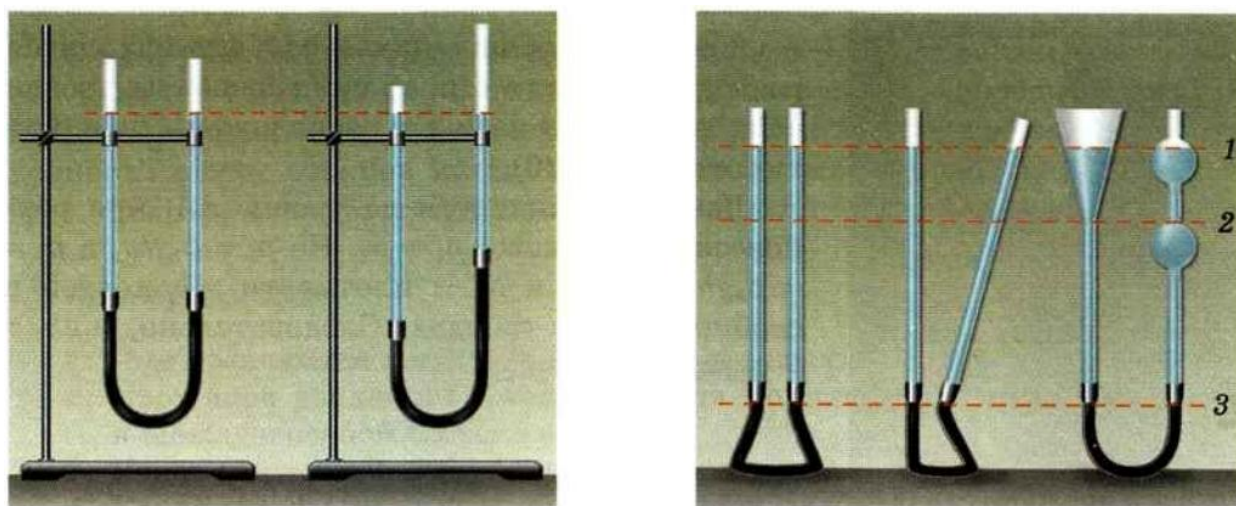
$$p_d = p_{o'rt} = \frac{p_{\min} + p_{\max}}{2} = \frac{0 + \rho gh}{2} = \frac{1}{2} \rho gh$$

Atmosfera bosimi p_0 hisobga olinsa: $p_d = \frac{1}{2} \rho gh + p_0$

TUTASH IDISHLAR

U shaklidagi shisha naycha olib, unga suv (yoki biron suyuqlik) quyib ikkala tirsagida ham suyuqlik ustunining balandligi bir xil ekanligiga ishonch hosil qilamiz (112-rasm). Tajriba muvozanatda bo'lganda, uning bosimi naychanning chap va o'ng tirsaklarida bir xil bo'ladi.

Shunday qilib, har qanday shakldagi tutash idishlarda tinch holatda bo'lgan bir xil suyuqlik ustunining balandliklari teng bo'ladi.



112-rasm

Agar U shaklidagi naychalarga turli zichlikdagi ikki xil suyuqlik quysak, suyuqliklar muvozanatlashganda balandligi turlicha bo'ladi. Bu holda suyuqliklarning zichligi har xil bo'lgani uchun ularning balandligi ham turlicha bo'ladi. Bu holatda suyuqliklar ustunlarining balandligi nisbatini topamiz.

U shaklidagi naychanning tirsaklaridagi suyuqlikning bosimlari bir xil, ya'ni $p_1 = p_2$ bo'ladi. O'ng tirsakdagi bosim chap tirsakdagi bosimga tenglashganda, suyuqlik muvozanati sodir bo'ladi (113-rasm):

$$p_1 = p_2$$

Agar $p_1 = \rho_1 g h_1$ bo'lsa, u holda $p_2 = \rho_2 g h_2$ bo'ladi.

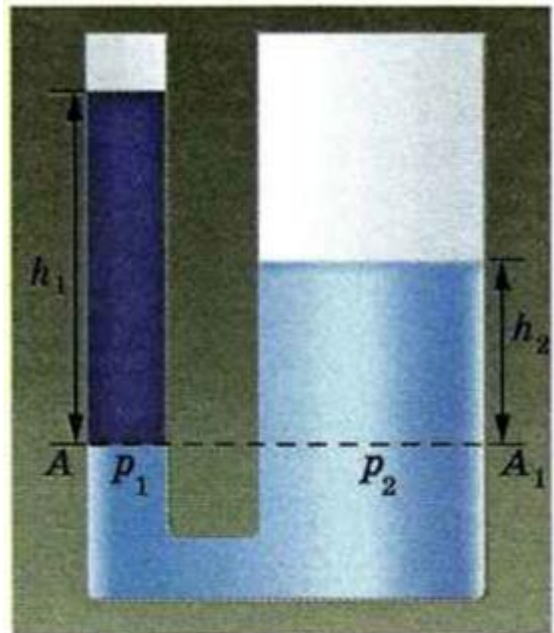
Bunda,

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2; \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2;$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

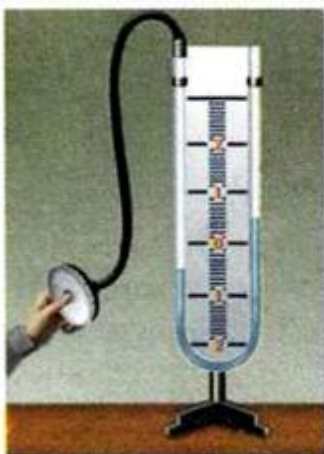
Shunday qilib, turli idishlardagi turli suyuqliklarning muvozanat holatida, suyuqliklarni ajratib turuvchi sathidan boshlab o'lchangan ustunlar balandliklari suyuqliklarning zichliklariga teskari proporsional bo'ladi.

Suyuqlikli manometer va bosim o'lchagich. Tutash idishlardan suyuqlik ichidagi bosimni o'lchashda foydalaniladi. Buning uchun U shaklidagi naychani bir tirsagiga ingichka rezina naycha orqali bir tomoni yupqa rezina plyonkasi bilan o'ralgan, ichi bo'sh doiraviy yassi qutichaga ulanadi (114-a rasm).

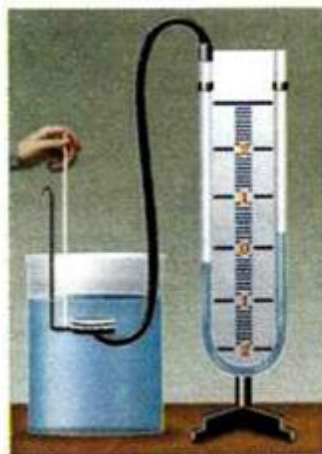


113-rasm

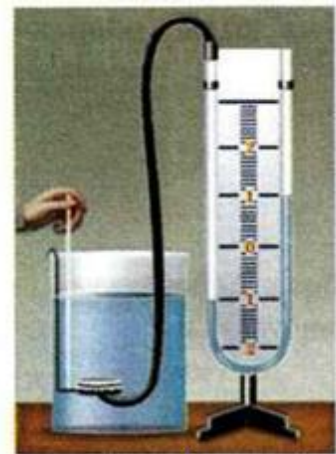
114-b va d rasmlarda suyuqlik ichidagi bosimni qanday qilib o'lchash ko'rsatilgan. Qutichani suyuqlik ichiga qanchalik chuqurroq tushirsak, suyuqlik rezina plyonkaga shunchalik ko'p bosim beradi. Bu bosim havo ustuni orqali tutash idishdagi suyuqlik ustuniga o'tadi. Turli balandliklarga qarab bosim muayyan birliklarda, masalan, millimetrlardagi suv (simob, spirt) ustunida aniqlanadi.



a



b

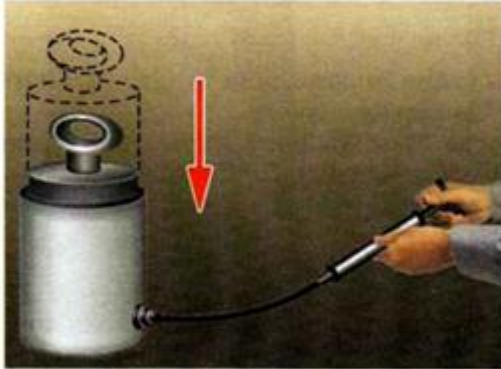


d

114-rasm

ATMOSFERA BOSIMI

Yer kurrasi balandligi 1000 km ga yaqin bo'lgan havo qatlami bilan o'ralgan. Hamma jismlar singari Yerning havo qatlami tarkibiga kiruvchi gaz molekulalari ham Yerga tortiladi.



115-rasm

Molekulalarning Yer kurrasidan butunlay uchib chiqib ketishi uchun kamida birinchi kosmik tezlikdan ham katta tezlikka ega bo'lishi kerak. Biz ulkan havo okeani tubida yashaymiz. Yer yuzida joylashgan barcha jismlarning sirtiga havo zarralarining tartibsiz harakati tufayli uzluksiz urilishlari bosim beradi. Bu atmosfera (atmosfera grekcha

– atmos –bug', havo; sfera – shar) bosimi deb ataladi.

Atmosfera bosimi mavjudligini tasdiqlovchi tajribalar. Agar porshenli silindrdan havoni haydab chiqarsak (115-rasm), porshen silindr ichiga tortiladi. Havo bosimi porshenning silindrdan itarilishining tabiiy sababidir.

Sellofan paketdan suv oqayotganda paket qisiladi. Bu qisilishning sababi atmosfera bosimi hisoblanadi.

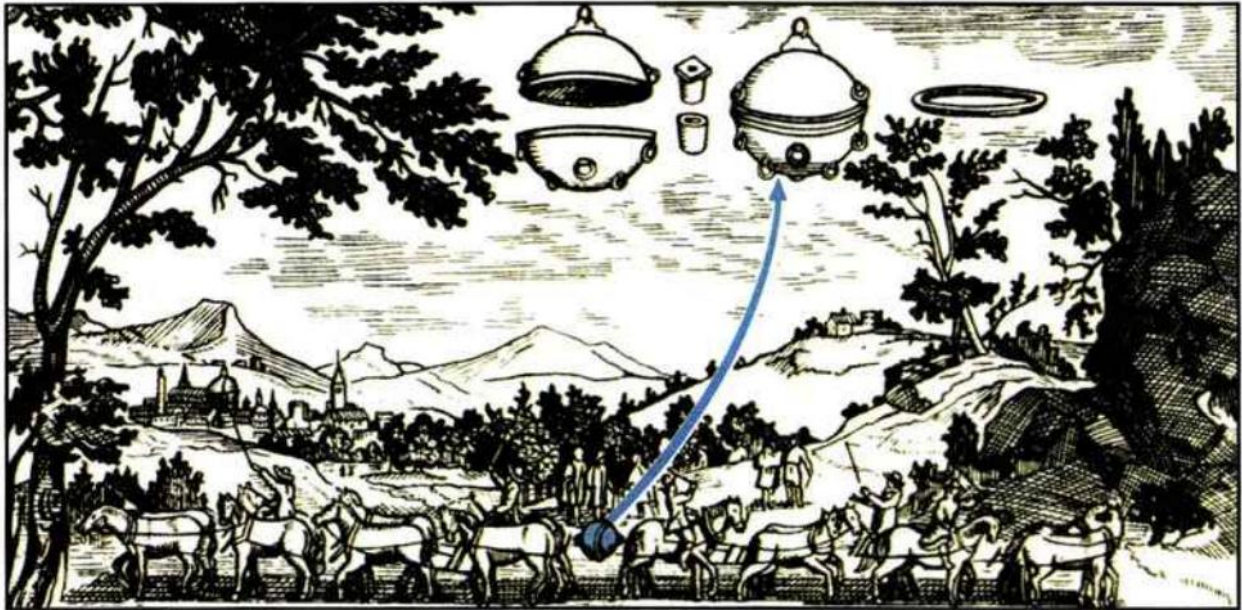
Agar bo'yni ingichka shisha idishni suvga to'ldirib, og'zini pastga qaratib to'ntarsak suv oqib ketmaydi. Atmosfera bosimi suvning oqib chiqishiga to'sqinlik qiladi.

1654- yilda nemis fizigi Otto fon Gerige qiziq tajriba o'tkazdi(116-rasm). Uning ko'rsatmasi bilan mustahkam ushlagichi bo'lgan misdan ikkita yarim shar yasaldi. Yarim sharlar ichiga havo kirmaydigan qilib bir-biriga zich qilib mahkanlandi. Gerige paydo bo'lgan yaxlit shar ichidan havoni so'rib oldi, havo so'rib olingan jo'mrak og'zi yopildi.

Atmosfera bosimi yarim sharlarni bir-biriga shu qadar kuchli qisdiki, ularni bir-biridan sakkiz juft ot ham ajrata olmadi.

Atmosfera bosimini o'lchash.

Suyuqliklarda bosimni o'lchash uchun qo'llaniladigan $p = \rho gh$ formula bilan hisoblab bo'lmaydi, chunki, birinchidan, o'lchashlarning ko'rsatishicha, balandlikning ortishi bilan havoning zichligi tez kamayadi (quyidagi jadvalda Yer yuzining turli balandliklarida havo zichligining kamayib borishi keltirilgan).

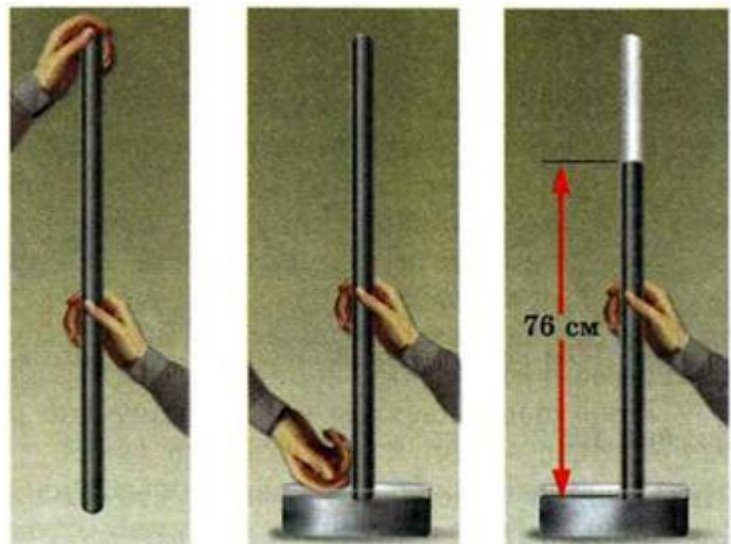


116-rasm

Balandlik km	0	10	20	40	60	80
Zichlik kg/m ³	1,2	0,4	0,09	0,004	0,0003	0,00001

Ikkinchidan, atmosfera bosimining balandligini aniq belgilashning imkoni yo'q, chunki u asta-sekin koinot bo'shlig'iga qo'shilib ketadi va taxminan 1000 km ga teng deb hisoblanadi. Shu tufayli atmosfera bosimi tajribada o'lchanadi.

Atmosfera bosimini o'lchash. Dastlab atmosfera bosimini italiyalik olim Evanjelisto Torichelli 1643 yilda o'lchagan. Buning uchun u uzunligi 1 m ga yaqin shisha naychani bir uchini kavsharlab yopib, uni simob bilan to'ldirgan (117-rasm).



117-rasm

Naychani yuqori uchini barmog'i bilan berkitib turib, uni simobli idishga botirgan va barmog'ini olgan. Simobning ozgina qismi naychadan oqib chiqib, simob ustuni 76 sm balandlikda turib qoldi. Nima uchun simobning hammasi oqib ketmadi?

Buning sababi shundaki, idishdagi simob sirtini atmosfera bosimi bosadi. Bunday holda naycha va uni o'rab turgan havo U shaklidagi idishni paydo qiladi, bir tirsagi naycha, ikkinchi tirsagi havo bo'ladi.

Torichelli mazkur tajribani diametri va shakli har xil bo'lgan naychalarda ham o'tkazib ko'rdi, naychani og'dirganda ham simob ustuni barchasida bir xil qolishini kuzatdi. 20° temperaturali ochiq havoda ocean sathidagi bosim 760 mm ga teng, deb bejiz aytmadik. Gap shundaki, bu bosim ob-havoga va o'lchash olib borayotgan yerning balandligiga bog'liq bo'ladi. Shunday qilib, atmosfera bosimi 760 mm balandlikdagi simob ustuni bilan muvozanatlanadi. Bu bosimni hisoblaymiz. 20°C temperaturada simobning zichligi 13596 kg/m^3 ga teng bo'ladi. bizga ma'lum bo'lgan ma'lumotlarni bosim ifodasiga qo'yamiz:



118-rasm

$$p_{atm} = \rho gh = 13596 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76\text{m} = 101325 \text{Pa}.$$

$$p_{atm} = 101325 \text{Pa} \approx 10^5 \text{Pa}$$

Demak, normal atmosfera bosimi 760 mm.sim.ust yoki $\approx 10^5 \text{Pa}$ ga teng.

Bundan $1 \text{mm.sim.ust} \approx 133,3 \text{Pa}$ ga tengligi kelib chiqadi.

1 mm.sim.ust deb – balandligi 1 mm bo'lgan simobning 1 m^2 yuzaga beradigan bosimi tushuniladi.

Atmosfera bosimi har **12 m balandlikka** ko'tarilganimizda (masalan, toqqa chiqqanimizda) **1 mm.sim.ust** ga kamayadi.

Agar dengiz sathidan pastga xuddi shunday balandlikka tushganimizda bosim ortadi.

Atmosfera bosimini o'lchaydigan asbob.

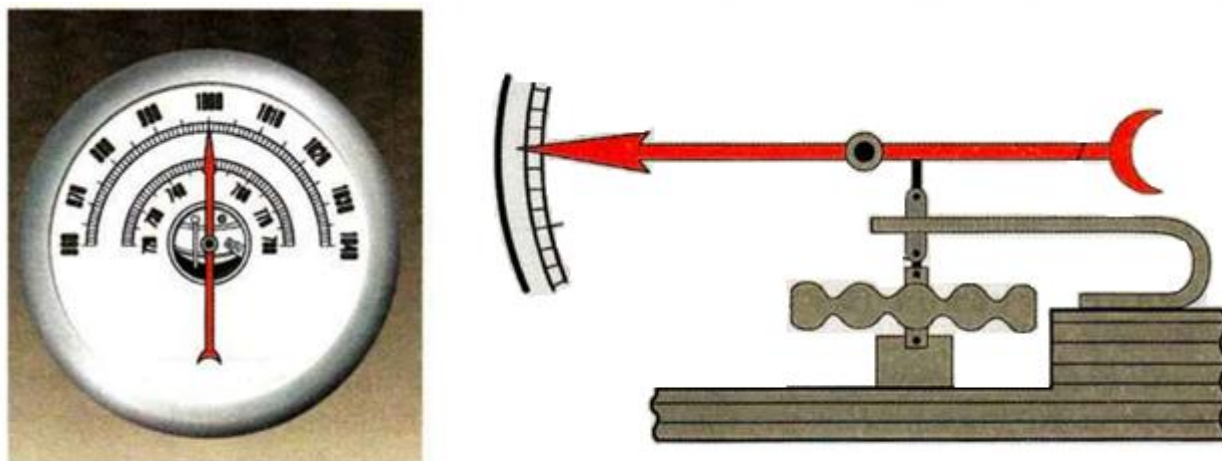
Atmosfera bosimini o'lchaydigan asbobdan biri *barometr* deb ataladi. U grekcha *baro* – bosim va *metreo* – o'lchash, ya'ni bosimni o'lchash demakdir.

Dastlabki bosim o'lchaydigan asbob simobli barometr bo'lib, u simob solingan shisha naycha, simobli kosacha va millimetrli o'lchov shkalasidan iborat. Ayni shu qismlarni Torichelli 118-rasmda tasvirlangan asbobda qo'llagan.

Simobli barometrlar asosan maxsus

laboratoriyada qo'llaniladi. Kundalik turmushda, texnikada, ishlab chiqarishda simobli barometrdan foydalanilmaydi. Sababi, simob va simob bug'i inson salomatligi uchun zararlidir. Shu sababli aneroid-barometr («Aneroid» - grekcha «suyuqliksiz») yasalgan.

Aneroid-barometr mustahkam metal qutichadan iborat bosim o'lchagich bo'lib, usti buraladigan metal qopqoq bilan germetik yopilgan. Bu qutichadan havo so'rib olingan. Atmosfera bosimi o'zgarishi bilan goh ko'proq, goh ozroq egiladi. Qopqoq shu yo'l bilan strelka – ko'rsatkichga ulanadi. Strelka – ko'rsatkich tagiga shkala o'rnatilgan bo'lib, u simobli barometrning ko'rsatish strelkasiga moslab bo'lib chiqilgan. Bosim o'zgarganda bu strelka-ko'rsatkich o'ng va chap tomonga siljiydi. Strelka – ko'rsatkich ostki qismi simobli barometr yordamida millimetr simob ustuni, yoki gektopaskalarda, ba'zan esa millimetr simob ustuni va paskalarda darajalangan shkala bo'ladi(119-rasm)

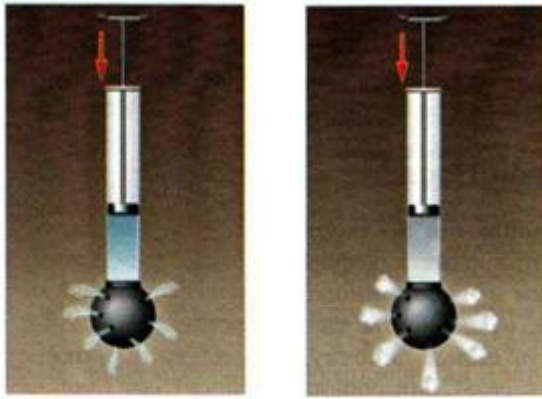


119-rasm

PASKAL QONUNI VA UNING UNING QO'LLANILISHI

Paskal qonuni. Bosim o'lchagichni suvli idishga tushiramiz. Manometrغا qarab, berilgan balandlikdagi suv bosimini aniqlaymiz. Bosim o'lchagichning botish chuqurligini o'zgartirmasdan, maxsus moslama yordamida o'lchagichni 45° ga buramiz.

Bosim avvalgidek o'zgarmay qoladi. Tajriba ko'rsatadiki, berilgan balandlikda suyuqlik bosimi o'zgarmay turadi va o'lchagich holatiga bog'liq bo'lmaydi.



120-rasm

Aneroid-barometrni olib, shunga o'xshash tajriba o'tkazamiz. Bosim o'lchagichholati o'zgarmaydigan qilib barometrni aylantiramiz. Tajriba ko'rsatadiki, berilgan balandlikda havo bosimi uning holatiga bog'liq bo'lmas ekan. Tinch turgan suyuqlik yoki gaz bosimi bu bosim ta'sir etayotgan maydon holatiga bog'liq bo'lmasligini tajribalar ko'rsatyapti.

Olib borilgan tajribalarda suyuqlik yoki gazga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi vositasida vujudga keltirilgan haqida gap bordi. Endi suyuqlik va gazlar ularga berilgan tashqi bosimni qanday o'tkazishini ko'rib chiqamiz.

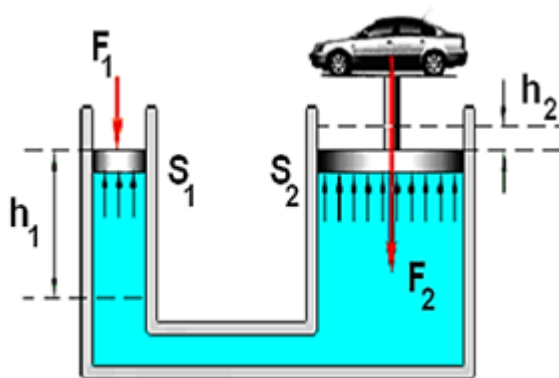
Buning uchun 120-rasmda tasvirlangandek, asbobni suv bilan to'ldiramiz. Porshenni qattiq bosganda, shardagi barcha teshiklar orqali suvning otilib chiqishini ko'ramiz.

Tajribadan ko'rinib turibdiki, suyuqlikka tashqaridan berilayotgan bosim turg'un holatdagi suyuqlikning o'z bosimi singari (gidrostatik), egallagan maydoni holatiga bog'liq bo'lmay, barcha yo'nalishlar bo'ylab bir xil tarqaladi.

Bunday xulasaga birinchi bo'lib fransiyalik olim Blez Paskal keldi. Shu sababli uning nomi bilan paskal qonuni deb ataladi.

Yopiq idishdagi suyuqlik yoki gazga tashqi kuchlar ostida berilayotgan bosim shu kuchlar yordamida barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil tarqaladi.

Suyuqlik va gazlarning bu xususiyatidanzamonaviy texnikada keng foydalaniladi.



121-rasm

Gidravlik press (ko'tarma).

Ishlab chiqarishda katta massaga ega bo'lgan jismni ko'tarish uchun gidravlik press ishlatiladi. 121-rasmda gidravlik ko'tarmaning eng oddiy tuzilishi aks ettirilgan.

Gidravlik press har xil yuzali (S_1 va S_2) ikkita silindrdan iborat bo'lib, silindrlar ostki qismi bir-

biriga ulanadi va suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Kichik S_1 yuzali porshenga F_1 kuch ta'sir qiladi. Bu kuch ta'sirida porshen h_1 balandlikka tushadi. Buning natijasida S_2 katta porshen h_2 balandlikka ko'tariladi. S_2 katta porshenda F_2 kuch vujudga kelganda porshenlar muvozanatlashadi.

Bu hodisa, Paskal qonuni bilan tushuntiriladi, porshenlardagi bosim bir xil.

$$p_1 = p_2, \quad \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}, \quad F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1. \quad (1)$$

Gidravlik press kuchdan $\frac{S_2}{S_1}$ marta yutuq beradi, shuning uchun F_2 kuch F_1 kuchdan, S_2 yuza S_1 yuzadan necha marta katta bo'lsa, shuncha marta katta bo'ladi.

Gidravlik press bajargan ishi – porshenlardan oqib o'tgan suyuqlik hajmlari teng:

$$V_1 = V_2, \quad S_1 h_1 = S_2 h_2, \quad \frac{S_2}{S_1} = \frac{h_1}{h_2}. \quad (2)$$

Yuqoridagi (1) formula bilan (2) formulani almashtirsak, quyidagi proporsiyani olamiz:

$$F_2 = \frac{h_1}{h_2} F_1, \quad F_2 h_2 = F_1 h_1, \quad A_1 = A_2$$

Demak, gidravlik press ishdan yutuq bermaydi, «Mexanikaning oltin qoidasi» ga binoan faqat kuchdan yutuq beradi, ishdan yutuq bermaydi.

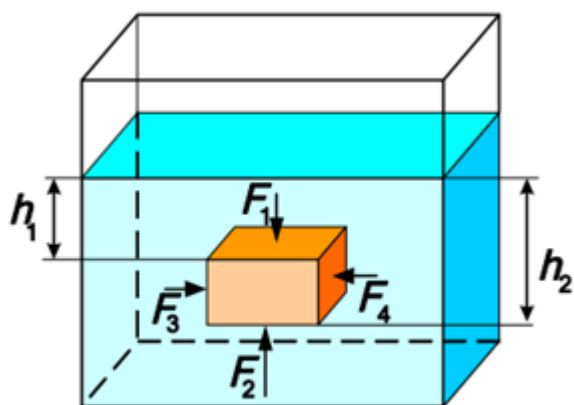
Gidravlik press turli xil materiallarni presslashda, detallarni shtamplashda, og'ir yuklarni ko'tarishda, mashinalarni tormoz sistemalarida va boshqalarda qo'llaniladi.

ARXIMED QONUNI VA UNING QO'LLANILISHI.

Paskal qonunini bilgan holda, Arximed qonunini nazariy jihatdan keltirib chiqarish mumkin. Faraz qilaylik, suyuqlikda zichligi ρ bo'lgan kub shaklida jism mavjud (122-rasm).

Suyuqlikdagi jismga F_1, F_2, F_3 va F_4 kuchlar ta'sir qiladi.

Yon tomonlardan ta'sir qilayotgan F_3 va F_4 kuchlar o'zaro teng va bir-birini kompensasiyalaydi.



122-rasm

Jismga ta'sir etuvchi suyuqlikning bosim kuchi (siqib chiqaruvchi kuch yoki Arximed kuchi deb ham ataladi)

$$F_A = F_2 - F_1$$

Paskal qonuniga binoan kubning ustki va ostki sirtlariga tushadigan bosim kuchlari quyidagi formuladan aniqlanadi:

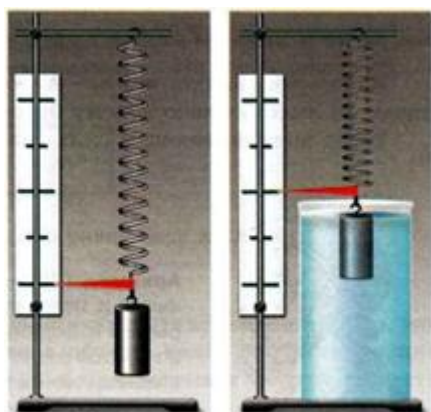
$$F_A = p_2 S - p_1 S$$

Bundan bosimlar $p_1 = \rho_s h_1 g$ va $p_2 = \rho_s h_2 g$ ekanini hisobga olib,

$$F_A = \rho_s g h_2 S - \rho_s g h_1 S = \rho_s g S (h_2 - h_1) = \rho_s g S h = \rho_s g V_j$$

Bu yerda: $h = h_2 - h_1$ – jism balandligi, V – jism hajmi, ρ_s – suyuqlik zichligi.

Arximed qonuni: suyuqlik (yoki gaz) ga to'la botirilgan jism, o'z xajmi qadar suyuqlik yoki gazni siqib chiqaradi, jismga o'zi siqib chiqargan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng bo'lgan siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi, bu kuchga Arximed kuchi (F_A) deyiladi.



123-rasm

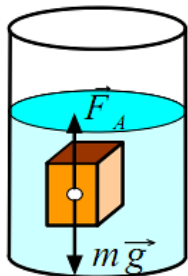
$$F_A = \rho_s g V_j$$

Jism og'irligi, suyuqlikka tushirilganda havodagiga nisbatan Arximed kuchiga kamayadi(123-rasm):

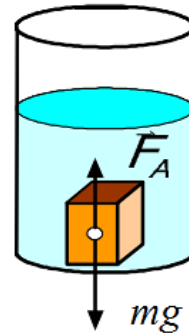
$$P = mg - F_A$$

JISMLARNING SUZISH YOKI CHO’KISH SHARTLARI:

Agar suyuqlikka tushirilgan jism zichligi, suyuqlik zichligi bilan teng bo’lsa, jism suyuqlik ichida befarq (farqsiz) muvozanatda bo’ladi (124-rasm).



124-rasm



125-rasm

$$mg = F_A, \quad \rho_J V_J g = \rho_s V_J g,$$

$\rho_J = \rho_s$ - jism befarq muvozanat holatida bo'ladi

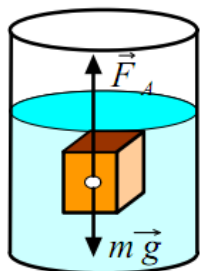
$$mg > F_A, \quad \rho_J V_J g > \rho_s V_J g,$$

$\rho_J > \rho_s$ - Jism cho'kadi.

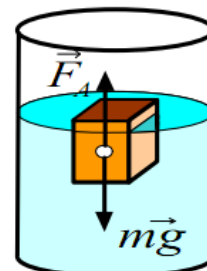
Agar suyuqlikka tushirilgan jism zichligi, suyuqlik zichligidan katta bo’lsa, jism cho’kadi (125-rasm).

Agar suyuqlikka tushirilgan jism zichligi, suyuqlik zichligidan kichik bo’lsa, jism suyuqlik sirtiga qalqib chiqadi(126-rasm).

Agar suyuqlikka tushirilgan jism zichligi, suyuqlik zichligidan kichik bo’lsa, jismning bir qismi suyuqlikka qisman botgan xolda suzib yuradi (127-rasm).



126-rasm



127-rasm

$$mg < F_A, \quad \rho_J V_J g < \rho_s V_J g,$$

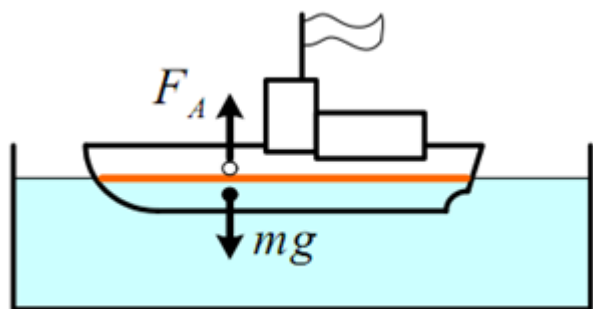
$\rho_J < \rho_s$ - Jism suyuqlik sirtiga qalqib chiqadi.

$$mg = F_A, \quad \rho_J V_J g = \rho_s V_{chx} g,$$

V_{chx} - Jismning suyuqlikka cho'kan qismining xajmi
Jism suyuqlik sirtida suzib yuradi.

Kemalarning suzishi.

Kemalarning suzishi 127-rasmda ko'rsatilgan shart bajarilganda amalga oshiriladi. Bunda kema yuki bilan birgalikdagi og'irligi, Arximed kuchiga teng bo'ladi (128-rasm).



128-rasm

$$F_A = mg$$

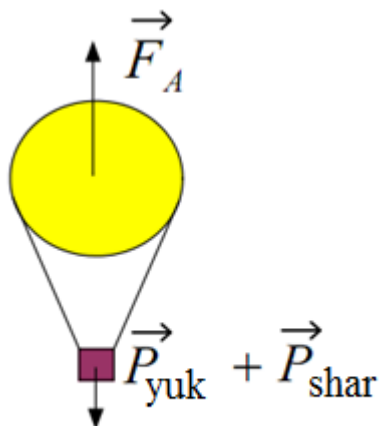
To'liq yuklangan kema bilan siqilgan suv hajmi kema hajmi deyiladi. Bunday holatda kema suvga botish darajasi alohida chiziq bilan ko'rsatiladi, bu *vater* chiziq (suv chizig'i) deb ataladi. Odatda kema suvosti

qismini bir xil rangga, suvosti qismini boshqa rangga bo'yaladi. Shunday qilib, kema korpusidan *vater* chiziq – kema to'liq yuklanganda uning suvosti qismi va suvosti qismini ajratib turuvchi chiziqdir. *Vater* chiziqning joylashuviga qarab kema yuklanganlik darajasini bilish mumkin.

Havoda suzish.

M massaga ega bo'lgan, V gaz hajmga mo'ljallangan shar qobig'iga egamiz. Sharni zichligi Yer sathidagi havo zichligidan ($\rho_h=0,8 \text{ kg/m}^3$) kichik bo'lgan gaz masalan, geliy bilan ($\rho_g=0,13 \text{ kg/m}^3$) to'ldiramiz. Sharni geliy bilan to'ldirilgan naychani ham yopiq deb hisoblaymiz.

Gaz bilan to'ldirilgan sharning P og'irlik kuchini aniqlaymiz. Havo sharga itaruvchi kuch bilan ta'sir etadi.



129-rasm

$$F = \rho_g Vg$$

Bunda quyidagi uch hol yuz berishi mumkin.

a) $mg > F_A$ – shar Yer sirtida yotadi.

Uning og'irligi $P = mg - F_A$;

b) $mg = F_A$ – shar yer sirtida tinch turadi.

Uning og'irligi $P = mg - F_A = 0$;

c) $mg < F_A$ – shar Yer sirtidan ko'tarila boshlaydi.

Uning ko'tarish kuchi

$$F_k = F_A - mg$$

$$F_k = \rho_h V_{sh} g - \rho_g V_{sh} g.$$

$$F_k = (\rho_h - \rho_g) V_{sh} g.$$

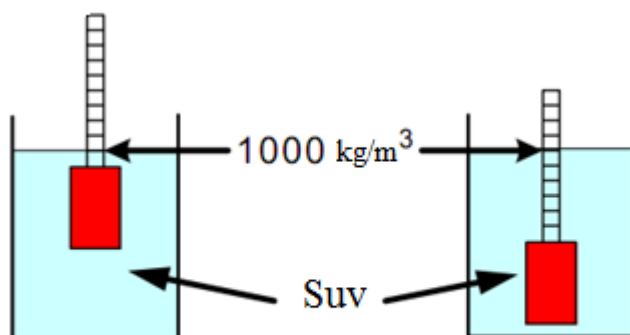
Shar ko'tarilgan sari havo zichligi kamayib brogan uchun F_A itaruvchi kuchi sharning og'irlik kuchiga teng bo'lib qoladi ($F_A = mg \Rightarrow F_k = F_A - mg = 0$). Xuddi shu paytda shar ko'tarilishdan to'xtab «osilib qoladi».

Areometr

Suyuqliklarning zichligini aniqlash uchun maxsus asbob - **Areometr** ishlatiladi. Uning ishlashi Arximed qonuniga asoslangan. 130 – rasmda ushbu asbobning tashqi ko'rinishi aks ettirilgan. Bu ostki qismiga yuk mahkamlangan shisha naychadir. Bu yuk areometrning vertikal holda turishi uchun mahkamlangan.

Areometr shkalasini darajalash uchun uni muntazam ravishda zichligi ma'lum bo'lgan suyuqliklarga (suyuqliklar zichligini $\rho = \frac{m}{V}$ ifoda orqali aniqlash mumkin) tushirish va har gal chuqurligini o'lchab turish kerak. Bu ma'lumotlar asosida areometr shkalasi tuziladi. Etalon areometrqa qarab areometrlar seriyasi yasaladi.

Areometr shkalasidagi bo'linmalar suyuqlikning zichligini emas, balki zichlikka bog'liq bo'lgan kattalikni ko'rsatadi. Kundalik turmushda sutning yog'liqligini ko'rsatuvchi laktometr, eritmadagi qand miqdorining foizini ko'rsatuvchi saxarimetrlar singari areometrlar ishlatiladi.



130-rasm

10-mashq.

1. Simobli barometr bilan o'lchangan atmosfera bosimi 750 mm.sim.ust. ga teng bo'ladi. bu bosimni gektopaskalda ifodalang.
2. Kosmik kemada velosiped nasosi bilan velosiped shinasiga dam berish mumkinmi?
3. So'rib oluvchi nasos bilan quduqdan suvni qanday balandlikka ko'tarish mumkin? Quduqning chuqurligi 8 m.
4. Mashhur grek olimi Aristotel charm qopni havo bilan va havosiz o'lchab ko'rib, vazni bir xil ekanligini aniqladi. Aristotel qanday hatoga yo'l qo'yganini tushuntiring?
5. Muzning zichligi taxminan 920 kg/m^3 , dengiz suvining zichligi esa taxminan 1000 kg/m^3 . Aysbergning suvdan chiqib turgan qismining balandligi 20 m. aysbergning umumiy balandligi qancha?
6. Suvli idishda katta muz parchasi suzmoqda. Muz erib bo'lganda idishdagi suyuqlik hajmi o'zgaradimi?
7. Atmosfera bosimi 1000 gPaga teng. Bu bosimni qanday suv ustuni bilan muvozanatlash mumkin?
8. Vazni 300 kPa bo'lgan po'lat langar suvga tushirildi. Uni suvdan ko'tarish uchun qancha kuch sarflash zarur?
9. Havo shari qobig'I hajmi 100 m^3 ga teng. Qobiq geliy yoki atmosfera havosi bilan to'ldirilgan. Sharning ko'tarish kuchi 30 N. Qobiq massasini aniqlang.

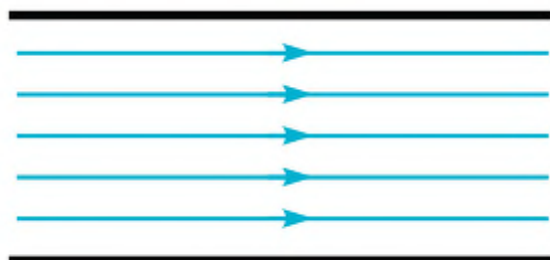
SAQLANISH QONUNLARINING QO'LLANILISHI

SUYUQLIKLAR VA GAZLAR HARAKATI

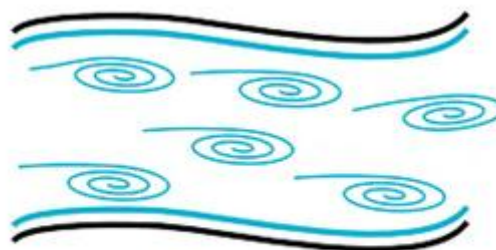
Shu vaqtgacha biz qattiq jismlar harakatini qarab chiqdik. Saqlanish qonunlari to'g'risidagi bilimlar tabiatda va texnikada keng tarqalgan suyuqliklar va gazlar harakatining asosiy qonuniyatlari bilan tanishishga imkon beradi. Havo yer atmosferasida; suv okeanlarda, dengizlarda, ko'llarda va daryolarda; neft va gaz quvurlarda; qon tomirlarda, ozuqa sharbatlari o'simlik tomirlarida harakatlanadi va hokazo.

Mexanikaning maxsus bo'limi – suyuqliklar va gazlar mexanikasi, suyuqliklar va gazlar harakatini o'rganishga bag'ishlangan. Biz eng muhim hodisalar bilan tanishamiz.

Laminar va turbulent oqimlar. Siz tinch holatda turgan suyuqlik va gazlarning idish devoriga bosim berishi haqida bilib oldingiz. Tabiatda va turmushda suyuqlik tinch holatdan tashqari harakatda ham bo'ladi. Ariq, kanal, daryolar va vodoprovod quvurlarida oqayotgan suvda qanday kuchlar vujudga keladi? Buni o'rganish uchun ariqda oqayotgan suv yuzasi holatini bir eslab ko'raylik. Suvi mo'l, keng kanalda sekin oqayotgan suvning o'rta qismi bir tekisda, taxminan bitta chiziq bo'ylab harakat qiladi. Buni suvda birga oqib kelayotgan cho'plar harakatini kuzatib ishonch hosil qilish mumkin (131-rasm). Bunday oqim **qatlamli** yoki **laminar** (lamina lotincha so'z bo'lib, «qatlam» degan ma'noni bildiradi) oqim deyiladi.



131-rasm



132-rasm

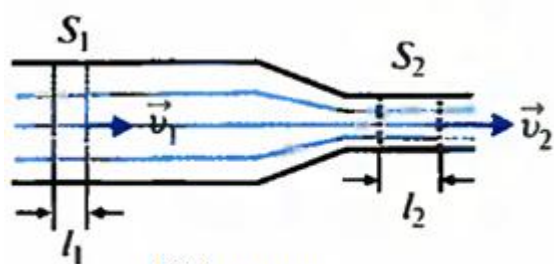
Agar suvning laminar oqimiga bir necha kaliy permanganat kristali tashlansa, u holda ularning erishidan hosil bo'lgan suv oqimi

yuvilmasdan butun oqim davomida saqlanadi. Bu laminar oqimning **statsionar oqim** ekanligidan dalolat beradi

Tog'dan tushib kelayotgan ariq suvi tez oqadi. Unga tashlangan mayda cho'plar, burglar harakati kuzatilsa, ko'pchilik joylarida girdob, ya'ni uyurma ko'rinishidagi harakatlar hosil bo'ladi. Bunday oqimga **turbulent** (turbulentus lotincha so'z bo'lib, «uyurma» degan manoni bildiradi) oqim deyiladi. Demak, suyuqlik biror-bir nayda oqqanda suyuqlikning nay devorlariga ishqalanishi tufayli qatlamlarning siljishi nayning o'rta qismida tezroq, chetki qismlarida sekinroq bo'lar ekan. Suyuqlik tinch holatda turganida nisbatan harakat holatida qo'shimcha bosim hosil bo'ladi (132-rasm). Bu bosimga **dinamik bosim** deyiladi.

Turbulent oqim **nostatsionar oqim** bo'ladi.

Soddalik uchun biz suyuqliklar va gazlarning quvurlar bo'yicha laminar harakatlanishidan boshlaymiz.



133-rasm

Faraz qilaylik, suyuqlik ko'ndalang kesimi o'zgaruvchan bo'lgan quvur ichida ishqalanuvchan oqsin (133-rasm). Agar quvurga S_1 ko'ndalang kesimi orqali V_1 hajmdagi suyuqlik oqib kirsam, u holda ravshanki, S_2 kesimi orqali xuddi shunday hajmdagi $V_2 = V_1$ suyuqlik

oqib chiqadi, aks holda suyuqlik oqimi quvur ichida yo yorilishi, yo siqilishi kerak, unisi ham, bo'lishi mumkin emas. Aytilganlar quvurning istalgan kesimi uchun o'rinli.

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_N.$$

Boshqacha aytganda, quvurning hamma kesimlari orqali bir xil hajmdagi suyuqlik oqib o'tadi.

S_1 kesimdagi suyuqlik oqimining tezligini v_1 , S_2 kesimdagi tezligini esa v_2 orqali belgilaymiz. U holda t vaqt ichida S_1 kesim orqali oqib o'tuvchi suyuqlik hajmi:

$$V_1 = S_1 l_1,$$

bunda l_1 – S_1 kesim orqali o'tuvchi suyuqlik ustunining uzunligi, biroq $l_1 = v_1 t$, shuning uchun $V_1 = S_1 v_1 t$.

Xuddi o'sha t vaqt ichida S_2 kesim orqali oqib o'tuvchi suyuqlik hajmi quyidagiga teng:

$$V_2 = S_2 v_2 t.$$

$V_1 = V_2$ bo'lsa, u holda $S_1 v_1 t = S_2 v_2 t$ yoki $S_1 v_1 = S_2 v_2$.

Oxirgi ifoda suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi deyiladi. Bundan

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

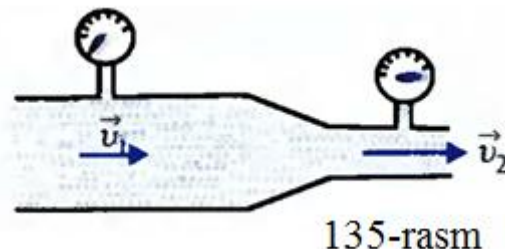
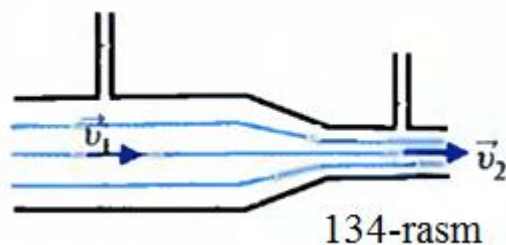
ifoda kelib chiqadi, ya'ni

Quvurda suyuqlik oqimining tezligi o'zgaruvchan kesimli quvurning ko'ndalang kesim yuziga teskari proporsional.

Shunday qilib, o'zgaruvchan kesimli quvur bo'yicha suyuqlik harakatlanganda uning tezligi o'zgaradi. Suyuqlik quvurning keng qismidan ingichka qismiga o'tganda tezlanuvchan harakatlanadi, natijada uning tezligi ortadi. Aksincha, suyuqlik quvurning ingichka qismidan keng qismiga o'tganda sekinlanuvchan harakat qiladi. U holda ham, bu holda ham suyuqlik tezlanish bilan harakatlanadi (134-rasm). Biroq tezlanish kuch ta'sirida hosil qilinadi. Qanday kuch suyuqlikka tezlanish beradi? Bunday kuch faqat quvurning keng va ingichka qismlaridagi bosim kuchlari farqida bo'lishi mumkin. Shunday qilib, suyuqlik bosimi quvurning bosimidan kichik bo'lishi kerak. Bu xulosani tajribada sinab ko'ramiz.

O'zgaruvchan kesimli naycha olamiz va unga manometer o'rnatamiz (135-rasm). Quvur bo'ylab suv o'tkazilganda uning keng qismida suv bosimi katta va aksincha, tor qismida bosim kichik bo'ladi.

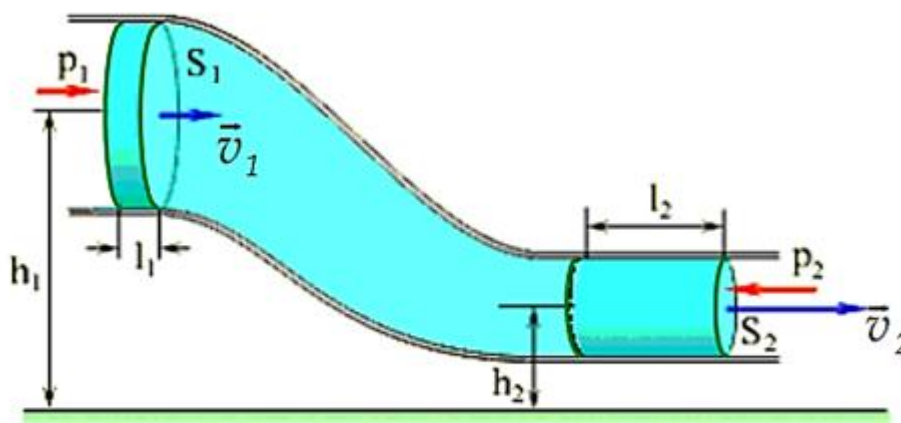
Boshqacha aytganda, qayerda oqim tezligi kichik bo'lsa, o'sha yerda suyuqlik bosimi katta bo'ladi.



BERNULLI TENGLAMASI

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni suyuqlik oqimining tezligi bilan uning bosimi orasidagi miqdoriy bog'lanishni topishga imkon beradi. Bu munosabatni birinchi bo'lib Peterburg Fanlar akademiyasining akademigi Daniil Bernulli topdi va u shu olimning nomi bilan yuritiladi.

Faraz qilaylik, o'zgaruvchan kesimli gorizontaal joylashgan nayda suyuqlik ishqalanishsiz harakatlanmoqda. Nayda S_1 va S_2 kesimlar bilan



136-rasm

chegaralangan suyuqlik hajmini ajratamiz. Bu hajm Δt vaqt ichida nay bo'ylab ko'chib l_1 va l_2 masofaga ko'chadi (136-rasm).

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, to'la energiyaning o'zgarishi, suyuqlikni ko'chirishda bajarilgan ishga teng bo'ladi.

$$W_2 - W_1 = A \quad (1)$$

Suyuqlikni ko'chirishda bajarilgan ish - nayning S_1 va S_2 kesimlarida F_1 va F_2 bosim kuchlari hosil bo'ladi. Bu bosim kuchlari suyuqlikni l_1 va l_2 masofalarga ko'chiradi.

$$A = F_1 l_1 - F_2 l_2 = p_1 S_1 l_1 - p_2 S_2 l_2 = (p_1 - p_2) V \quad (2)$$

Bu yerda: $S_1 l_1 = S_2 l_2 = V$ - Δt vaqt ichida nay bo'ylab ko'chirilgan suyuqlik hajmi.

To'la energiyasi esa, m massali suyuqlikning kinetik va potensial energiyalari yig'indisiga teng bo'ladi:

$$W_1 = \frac{m v_1^2}{2} + m g h_1, \quad W_2 = \frac{m v_2^2}{2} + m g h_2 \quad (3)$$

Hosil qilingan (2) va (3) tengliklarni (1) ga qo'yamiz. (3) tenglikdagi suyuqlik massasi m ni ushbu ifoda bilan almashtiramiz: $m = \rho V$

$$\frac{\rho V v_2^2}{2} + \rho V g h_2 - \frac{\rho V v_1^2}{2} - \rho V g h_1 = (p_1 - p_2) V$$

Hajmlarni qisqartiramiz:

$$\frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 + p_2 = \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 + p_1 \quad (4)$$

(4) ifodadan ko'rinib turibdiki, nayning ko'ndalang kesim suzi o'zgargani bilan undagi bosimlar yig'indisi o'zgarmas ekan. Demak:

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho g h + p = const \quad (5)$$

(5) ifoda (4) bilan teng va bu ifodalar *Bernulli tenglamasi* deyiladi. Bernulli tenglamasidagi bosimlar quyidagicha nomlanadi:

p – *statik bosim*, suyuqlikni oqizuvchi bosim.

$\rho g h$ - *gidrostatik bosim*;

$\frac{\rho v^2}{2}$ - *dinamik bosim*.

Bernulli tenglamasi, energiyaning saqlanish qonunining bir ko'rinishi bo'lib, ideal suyuqlik (yoki gaz) lar uchun qo'llash mumkin.

Gorizontal truba uchun to'la bosim - $\frac{\rho v^2}{2} + p = const$ ga teng.

Gorizontal truba uchun oqimning uzluksizlik tenglamasi va Bernulli tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$\begin{cases} \frac{\rho v^2}{2} + p = const \\ Sv = const \end{cases}$$

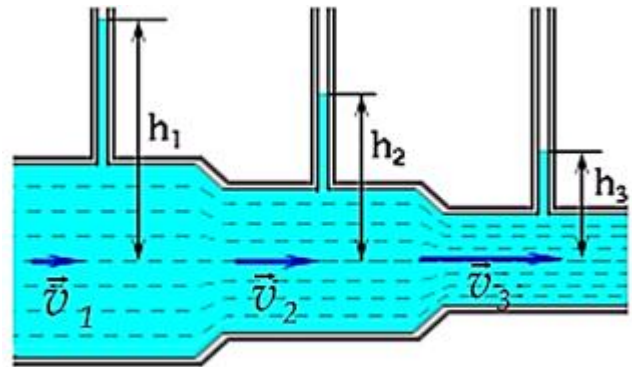
bundan quyidagi xulosalar kelib chiqadi.

Har xil ko'ndalang kesim yuzaga ega bo'lgan gorizontal trubadan suyuqlik oqib o'tganda, tor kesimda tezlik katta bo'ladi, keng kesimda esa tezlik kichik bo'ladi. Keng kesimda statik bosim katta, tor kesimda esa dinamik bosim katta bo'ladi.

Yuqoridagi xulosa yordamida har xil kesimda oqayotgan suyuqlik bosimini o'zgarishini aniqlash mumkinligi kelib chiqadi:

$$v_1 < v_2 < v_3;$$

$$h_1 < h_2 < h_3.$$



137-rasm

HARAKATLANAYOTGAN GAZ VA SUYUQLIKLARDA BOSIMNING TEZLIKKA BOG'LIQLIGIDAN TEXNIKADA FOYDALANISH (BERNULLI TENGLAMASINING QO'LLANILISHI).

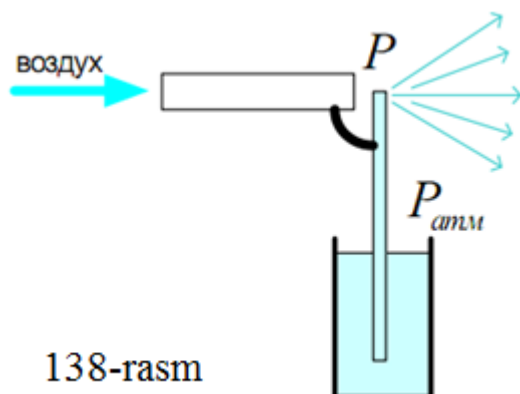
Harakatlanayotgan suyuqliklar va gazlar bosimining tezlikka bog'liqligidan turmushda va sanoatda ishlatiladigan qurilmalarda keng foydalaniladi.

Purkagich. Purkagichni hamma biladi. 138-rasmda purkagichning sxemasi ko'rsatilgan. Stakan (yoki atir solingan shisha) dagi havoning harakatlanish tezligi deyarli no'lga teng, bosimi esa atmosfera bosimiga teng. Havo yuboradiga asbob bilan gorizontol naychada beriladigan havo tezligi katta, undagi suyuqlikka tushirilgan naycha ustidagi bosim esa juda kichik. Atmosfera bosimi ostida suyuqlik naycha bo'ylab yuqoriga ko'tariladi va havo oqimi bo'ylab suyuqlik sepiladi.

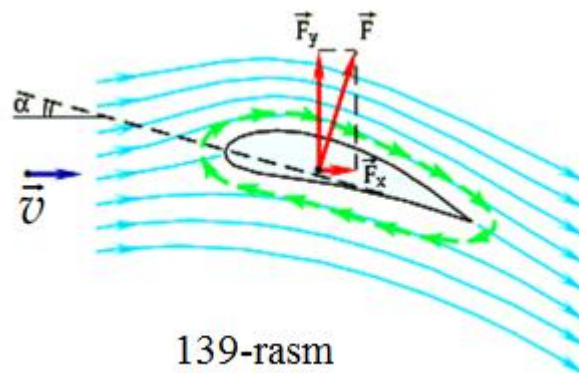
Samolyot qanotining ko'tarilish kuchi. Energiya saqlanish qonuni-ning xususiy holi bo'lgan Bernulli tenglamasi nima uchun og'ir samolyotlar havoga ko'tarilishini va uchishini tushuntirishga imkon beradi.

Samolyot harakatlanganda havo oqimi qanoti atrofini shunday aylanib o'tadiki, bunda havoning qanot ustidagi bosimi pastdagsidan kichik bo'ladi. Shunga asosan samolyotni havoga ko'taruvchi kuch hosil bo'ladi(139-rasm).

Samolyot qanotining ko'tarilish kuchi nazariyasini rus olimi Yegorovich Jukovskiy ishlab chiqqan.



138-rasm



139-rasm

11-mashq

1. Massalari teng bo'lgan ikki jism bir-biriga qarab bir to'g'ri chiziq bo'ylab v_1 va v_2 tezliklar bilan harakatlanadi. Jismlar to'qnashgandan keyin ularning urilishi absolyut elastik deb hisoblab tezliklarini aniqlang.
2. Bernulli tenglamasidan foydalanib, harakatlanayotgan suyuqlik (gaz) da qayerda oqim tezligi kichik bo'lsa, o'sha yerda bosim katta, qayerda oqim tezligi katta bo'lsa, o'sha yerda bosim kichik bo'lishini isbotlang.
3. Sokin ko'lda uzunligi 10 m bo'lgan sol tinch holatda turibdi. Solning ikki uchida massalari 40 va 80 kg bo'lgan ikki baliqchi o'tiribdi. Agar baliqchilar o'rinlarini almashtirsalar kemada qanday hodisa sodir bo'ladi? solning massasi 320 kg.
4. Agar qo'zg'almas qayiqda turgan 80kg massali ovchi gorizontol yo'nalishda o'q uzsa, massasi 120kg bo'lgan qayiq qanday tezlik oladi? Pitra o'qining massasi 20g, uning boshlang'ich tezligi 400 m/s.
5. 72 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobil daraxtga urildi va 0,04s da to'xtadi. Massasi 80kg bo'lgan haydovchi $5 \cdot 10^4$ N kuchga bardosh beradigan xavfsizlik kamari bilan bog'langan. Kamar avariya paytida uziladimi? Zarur bo'lgan hisoblashlarni bajaring.
6. Prujinali miltiqdan otilgan, 10g bo'lgan sharcha ipga osilgan 40g massali plastilindan yasalgan sterjenning markaziga tegib yopishib

qoldi. Prujinaning bikrligi (elastikligi) 400N/m . prujina 5m ga siqilgan edi. Sharcha plastilin bilan birgalikda qanday balandlikka ko'tariladi.

7. Massasi 500kg bo'lgan bolg'a qoziqoyoqqa 8m/s tezlik bilan uriladi. Qoziqoyoqning massasi 200kg . bolg'aning qoziqoyoqqa urilishining FIKini aniqlang. Urilishni noelastik deb hisoblang.
8. Avvalgi masalaning yechimini tahlil qiling va quyidagilarni tushuntiring: a) bolg'aning FIK uning tushish tezligiga bog'liq bo'ladimi; b) bolg'aning tezligiga nima bog'liq?

Savol va topshiriqlar.

1. *Suyuqlik va gazlarning asosiy xususiyatlari qanday?*
2. *Bosim deb nimaga aytiladi? U qanday o'lchov birliklarda o'lchanadi?*
3. *Qanday qilib bosimni orttirish yoki kamaytirish mumkin? Misol keltiring?*
4. *Paskal qonunini tushuntiring. Paskal qonuniga oid misol keltiring.*
5. *Suyuqlikning idish tubiga va devorlariga bosimi qanday aniqlanadi?*
6. *Suyuqlik bosimi idish shakliga qanday bog'liq? Suyuqlik bosimi idish asosining yuziga qanday bog'liq?*
7. *Tutash idishlar qonuni nimaga asoslangan? Tutash idishlarga misollar keltiring.*
8. *Tutash idishda har xil ikkita suyuqlik sathi qanday joylashadi?*
9. *Gidravlik pressda kuchdan qanday yutiladi?*
10. *Mexanikaning «oltin qoida» sini gidravlik pressda tushuntiring.*
11. *Qanday qilib suyuqlik yoki gazga botirilgan jismga siqib chiqaruv- chi kuch ta'sir qilishini tushuntiring.*
12. *Arximed qonunini tushuntiring.*
13. *Suyuqlikka botirilgan jismning suyuqlikda cho'kish, suzib yurish va suyuqlik ichida befarq muvzanat holatida bo'lish shartlari qanday?*
14. *Suyuqlik zichligi qanday asbob yordamida aniqlanadi. Uning ishlash prinsipini tushuntiring.*
15. *Kemaning yuk ko'tarish sig'imi nima deb ataladi?*
16. *Havo sharining yuk ko'tarish kuchi nimalarga bog'liq?*
17. *Suyuqliklarning uzluksizlik tenglamasini tushuntiring.*
18. *Bernulli tenglamasini yozing. Uni ta'riflang.*

19. Yerning atmosfera bosimi nimani bildiradi? Atmosfera bosimini borligini tushuntiruvchi misollar keltiring.
20. Nima uchun atmosferaning tarkibidagi gaz molekulalari o'zining og'irlik kuchi ta'sirida yerga tushib ketmaydi? Nima uchun bu molekulalar kosmosga uchib ketmaydi?
21. Atmosfera zichligi balandlikda qanday o'zgaradi?
22. Bir mm.sim.ust necha paskalga teng bo'ladi?
23. Atmosfera bosimi, tog'ga chiqqanimizda yoki shaxtaga tushganimizda qanday o'zgaradi?
24. Samolyotning qanotida ko'tarish kuchi qanday hosil bo'ladi?

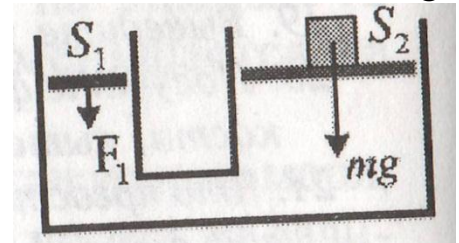
Test topshiriqlari.

1. (98/8-36). Suzuvchiga Arximed kuchi qanday yo'nalishda ta'sir qiladi, suzuvchi gorizontal holatda?
A) harakat yo'nalishiga teskari holda. B) harakat yo'nalishida.
C) pastdan yuqoriga. D) Arhimed kuchi ta'sir ko'rsatmaydi.
E) yuqoridan pastga.
2. (98/3-18). Plastilin bo'lagini avval shar, keyin kub, silindr va konus shakliga keltirib suvga tushurildi, qaysi holda unga eng ko'p siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi:
A) shar. B) kub. C) silindr. D) barcha hollarda siqib chiqaruvchi kuch bir xil. E) konus.
3. (99/7-15). Suv bilan to'ldirilgan idish dinomometrغا osilgan. Dinomometrning ko'rsatishi qanday o'zgaradi, agar idishga suvda cho'kadigan jism tashlansa?
A) ortadi. B) o'zgarmaydi. C) kamayadi.
D) jism massasiga bog'liq. E) aniqlab bo'lmaydi.
4. (98/8-35). Suvga tushirilganda bir jinsli jismning og'irligi n marta kamaygan bo'lsa, uning zichligini aniqlang; ρ – suvning zichligi.
A) $\frac{n}{n-1}\rho$. B) $\frac{n-1}{n}\rho$. C) $n\rho$. D) ρ . E) $\frac{\rho}{n}$.
5. (98/11-). Birinchi pallada bo'sh stakan, ikkinchi pallada suvli stakan bor. Ular muvozanatda turibdi. Agar suvli stakanga idishga

tegmaydigan qilib barmoq tushirilsa, tarozining muvozanati qanday o'zgaradi?

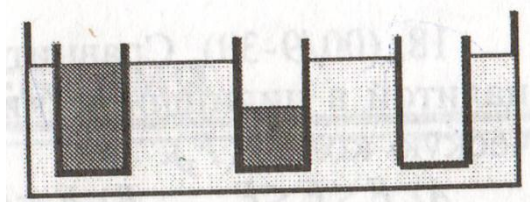
A) suvli stakan ko'tariladi. B) suvli stakan avval tushadi, keyin ko'tariladi. C) muvozanat buzilmaydi. E) aniqlab bo'lmaydi.

6. (99/3-29. Gidravlik press muvozanatda bo'lishi uchun, uning kichik porsheniga qanday F_1 kuch qo'yish kerak? porshenlar yuzalari mos ravishda $S_1=120\text{sm}^2$, $S_2=600\text{sm}^2$.



A) $F_1=mg$. B) $F_1=5mg$. C) $F_1<mg$.
D) $F_1>mg$. E) $F_1=mg/5$.

7. (98/2-16). Suvga bir-xil uchta stakan tushirilgan: birinchisi suvga to'la, ikkinchisi yarmigacha suv bilan to'ldirilgan, uchinchisi bo'sh. Bu stakanlarga ta'sir qiluvchi Arximed kuchlari qanday munosabatda?

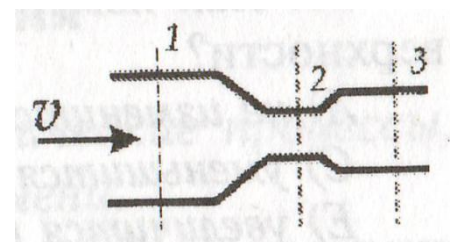


A) $F_1= F_2= F_3$. B) $F_1< F_2< F_3$. C) $F_1> F_2> F_3$.
D) $F_2> F_1< F_3$. E) $F_3< F_1> F_2$.

8. (03/6-38). Trubaning keng qismidagi suvning oqish tezligi 2m/s ga teng. Diametri ikki marta kichik bo'lgan trubaning tor qismidagi suvning oqish tezligi (m/s) qanday?

A) 8. B) 6. C) 4. D) 2. E) 1.

9. (01/12-2). Suyuqlik o'zgaruvchi kesimli trubada oqyapti. Qaysi kesimda suyuqlik eng kam bosim hosil qiladi?



A) 3. B) 1. C) 2. D) bu suyuqlik qo'shimcha bosim hosil qilmaydi.

E) hamma kesimlarda bosim bir xil.

10. (98/6-23). Massasi 20 g bo'lgan probka suv yuzida suzmoqda, unga qanday Arximed kuchi ta'sir qilmoqda?

A) $0,2\text{ N}$. B) $0,02\text{ N}$. C) 2 N . D) 10 N . E) 20 N .

11. (99/3-28). Suvli idishda, brusok vertikal holatda suzmoqda. Brusokni gorizontal holatga o'tkazilsa, unga ta'sir qilayotgan Arximed kuchi qanday o'zgaradi?

A) ortadi. B) javob brusok zichligiga bog'liq. C) kamayadi.

D) o'zgarmaydi. E) aniqlab bo'lmaydi.

12. (98/3-28). Vazni 36 N bo'lgan qutqaruv baloni, suvda qanday og'irlikni ko'tara oladi. Suvning zichligi 1000 kg/m^3 , balon zichligi 200 kg/m^3 bo'lgan moddadan tayyorlangan.
A) 100 N. b) 170 N. c) 180 N. D) 164 N. E) 144 N.
13. (00/7-18). Suvi muzlagan ko'lning o'rtasidan suv olish uchun teshik ochildi. Agar muzning qalinligi 10 m bo'lsa, ko'ldan suv olish uchun kamida necha metr arqon kerak bo'ladi? $\rho_m=0,9 \text{ g/sm}^3$.
A) 1. B) 2. C) 9. D) 10. E) 11.
14. (04/9-14). Jism hajmining 0,75 qismi cho'kkan holda kerasinda suzmoqda. Bu jismni suvga tushirilsa, qancha qismi suvga cho'kadi?
A) 0,3. B) 0,6. C) 0,75. D) 0,9. E) 0,25.
15. (00/10-5). 250 sm^3 sig'imga ega bo'lgan 200 g massali stakanga, qanday minimal yuk qo'yilsa, cho'kib ketadi? $\rho_{sh}=2,5 \text{ g/sm}^3$.
A) 250g. B) 200g. C) 130g. D) 50g. E) aniqlab bo'lmaydi.
16. (00/7-48). Areometr yordamida qanday fizik kattalik o'lchanadi?
A) tezlik. B) tezlanish. C) kuch. D) bosim. E) suyuqlik zichligi.
17. (00/7-28). Ikki stanning biri suv, ikkinchisi simob bilan to'ldirilgan. Agar biri suvga, ikkinchisi simobga tushirilsa, qaysi biri cho'kib ketadi?
A) hammasi. B) hammasi cho'kmaydi. C) ikkinchi.
D) birinchi. E) aniqlab bo'lmaydi.
18. (00/9-30). Biz xil massaga ega bo'lgan silindrik stakan (F_1), menzurka (F_2) va kolba (F_3) suvga tushirilgan, ularga ta'sir qiluvchi bosim kuchlarini taqqoslang.
A) $F_2 < F_1 < F_3$. B) $F_1 = F_2 = F_3$. C) $F_2 < F_3 < F_1$.
D) $F_1 < F_3 < F_2$. E) aniqlab bo'lmaydi.
19. (00/5-23). U simon tutash idishning bir tomoniga 13,6 sm balandlikda suv quyilgan. Ikkinchi tomoniga simob quyilsa qanday balandlikkacha (sm) ko'tariladi? Simob zichligi $13,6 \text{ g/sm}^3$.
A) 13,6. B) 10. C) 6,8. D) 3,6. E) 1.
20. Yer sirtidan 600 m balandlikda havo bosimi qanday o'zgaradi?
A) o'zgarmaydi. B) 50 mm.sim.ust ga ortadi.
C) 600 mm.sim.ust ga kamayadi. D) 50 mm.sim.ust ga kamayadi.
E) 600 mm.sim.ust ga ortadi.

21. Paralelopiped shaklidagi qalinligi 10 sm bo'lgan plastic suvda suzmoqda. Plastikning qancha qismi (sm) suvdan chiqib turadi? Plastic zichligi 800 kg/m^3 .
A) 2. B) 5. C) 10/8. D) 8. E) aniqlab bo'lmaydi.
22. (98/3-16). Jism ketma ket zichliklari $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ bo'lgan suyuqliklarga tushirildi. Jismga ta'sir etgan Arximed kuchlarini taqqoslang.
A) $F_1 > F_2 < F_3$. B) $F_1 > F_2 > F_3$. C) $F_1 = F_2 = F_3$.
D) $F_1 < F_2 > F_3$. E) $F_1 < F_2 < F_3$.
23. Har xil chuqurlikka tushirilgan jismga ta'sir etuvchi Arximed kuchi qanday o'zgaradi?
A) chuqurlik kamaysa ortadi, ko'paysa kamayadi. B) o'zgarmaydi.
C) chuqurlik ortgan sari ortadi. D) chuqurlik ortsa kamaydi.
E) chuqurlik kamaysa kamayadi, ortsa ortadi.
24. (00/7-26). Agar aysbergning suv ustidagi hajmi 20 m^3 bo'lsa, suv ostidagi hajmini aniqlang? $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_m = 900 \text{ kg/m}^3$.
A) 160. B) 170. C) 180. D) 190. E) 200.
25. (99/8-45). Suvda muz bo'lagi suzmoqda, muzning suvdan chiqib turgan qismining hajmi 200 m^3 bo'lsa, muzning to'la hajmini aniqlang (m^3)? Suv va muzning zichliklari mos ravishda 1000 va 900 kg/m^3 ga teng.
A) 200. B) 900. C) 1000. D) 1800. E) 2000.
26. (00/9-32). Suvli idishda muz suzmoqda. Agar suvning ustiga kerosin quyilsa, muzning botish chuqurligi qanday o'zgaradi?
A) o'zgarmaydi. B) kamayadi.
C) javob quyilgan kerosin miqdoriga bog'liq. D) ortadi.
E) javob muz balandligiga bog'liq.
27. (00/10-7). Suvli idishda yog'och korobka suzmoqda. Korobkaning ichiga suv kirdi va korobka suvga cho'kdi, lekin suv ichida suzishda davom etdi. bunda suvning sathi qanday o'zgardi?
A) o'zgarmadi. B) ortdi. C) kamaydi.
D) javob korobkaning cho'kish balandligiga bog'liq.
E) javob korobka materiali zichligiga bog'liq.
28. Hidravlik press kuchdan 40 marta yutuq beradi. Agar gidravlik pressning katta porshenini, kichik porsheniga nisbati 100/1 ga teng bo'lsa, FIK ni aniqlang (%)?
A) 30. B) 40. C) 54. D) 80. E) 100.

TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR

Tebranma harakat - tabiatda va texnikada eng ko'p tarqalgan harakatlardan biridir. Tebranishlar uchramaydigan hech bir soha yo'q. o'rmondagi daraxtlar, daladagi bug'doylar, o'tlar tebranadi. Musiqa asboblarining torlari, telefon membranasi va hokazo.

Tebranma harakatlar sayyoramizda (yer qimirlashi, suvning ko'tarilishi va pasayishi) va astronomik hodisalarda (Quyoshda 160 minutda bir marta chaqnashlar) bo'lib turadi.

Ko'pgina kimyoviy hodisalarda ham tebranishlar kuzatiladi. Biz tebranishlarni o'z organizmimizda ham uchratamiz. Yurak urishida, tovush paylari harakatida – bularning hammasi tebranishga misollardir.

Tebranishlarni o'rganish uchun avvalgi bo'limlarda o'rganilgan qonunlar qo'llaniladi.

GARMONIK TEBRANISHLAR.

Bir xil vaqt oraliqlarida harakatlar yoki jarayonlarning takrorlanishiga **mexanik tebranishlar** deb ataladi.

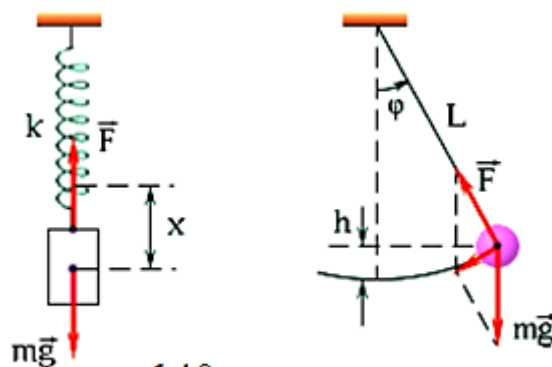
Tebranishlar ikki turga bo'linadi: erkin tebranishlar va majburiy tebranishlar.

Tebranuvchi sistemada tashqi o'zgaruvchi ta'sir bo'lmaganda shu sistemaning turg'un muvozanat vaziyatidan qandaydir og'ishi (yoki ichki kuchlar) natijasida yuzaga keluvchi tebranishlar **erkin** (yoki **xususiy**) **tebranishlar** deb ataladi.

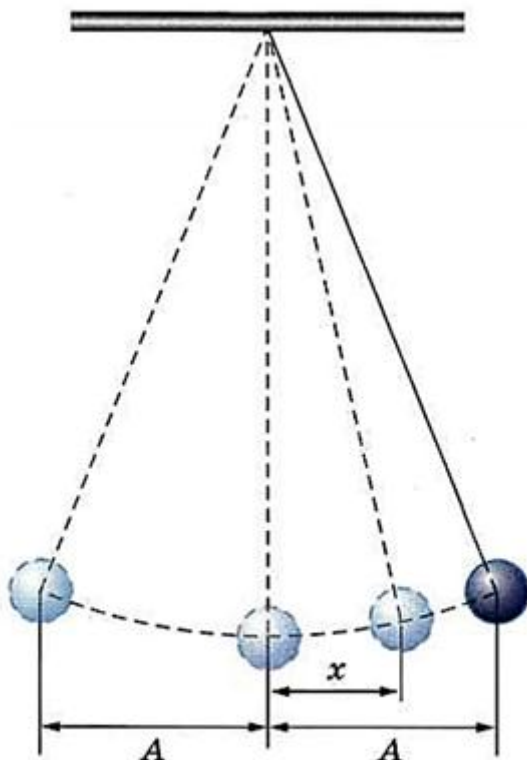
Tebranuvchi sistemada davriy o'zgaruvchi tashqi kuch ta'sirida sodir bo'luvchi tebranishlar **majburiy tebranishlar** deb ataladi.

Tebranishlarni vujudga keltiruvchi jism yoki jismlar sistemasiga **mayatnik** deb ataladi. Oddiy tebranuvchi sistemalarga: matematik va prujinali mayatniklar kiradi(140-rasm).

Prujinali va matematik mayatniklar erkin tebranishlarni vujudga keltiradi.



140-rasm



141-rasm

Tebranishlarni tasvirlash uchun ko'chish, tezlik va tezlanishdan tashqari harakatning bu turi uchun maxsus kattaliklar kiritilgan bunday kattaliklardan biri *siljishdir*.

Siljish deb, tebranayotgan jismning muvozanat vaziyatidan OX o'q bo'yicha ko'chish proeksiyasiga aytiladi(141-rasm).

Siljish - skalyar kattalikdir.

Tebranma harakatda siljish qiymati uzluksiz o'zgaradi. Siljishning maksimal qiymati *amplidudaviy qiymat* yoki *amplituda* deyiladi. Amplituda A (yoki X_m) harfi bilan belgilanadi, vaqtning istalgan paytidagi siljishni esa x

belgilaymiz.

Tebranuvchi sistemaning bir marta to'la tebranishi uchun ketgan vaqt oralig'i davr deyiladi. Davr T harfi bilan belgilanadi.

Agar t vaqt ichida N martato'la tebranish sodir bo'lsa, u holda tebranish davri

$$T = \frac{t}{N} \quad [s]$$

formula bilan ifodalanadi.

Shunday qilib, to'la bir marta tebranish uchun ketga vaqt oralig'i tebranish davri deb ataladi.

Jismning 1 s ichida to'la tebranishlari soni tebranish chastotasi deyiladi.

Tebranish chastotasi odatda ν harfi bilan belgilanadi. Agar t vaqt ichida N marta to'la tebranish sodir bo'lsa, u holda

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

1 s da yuz bergan to'la tebranishlar soni chastota deyiladi. chastota birligi qilib, 1 s da sodir bo'lgan bitta tebranish qabul qilingan. Bu birlik gars (Gs) deb ataladi. Chastota birligi nemis fizigi Genrix Gers sharafiga

qo'yilgan. Amalda chastotani o'lchash uchun karrali birliklar qo'llaniladi: kilogers (kGs), megagers (MGs) va gegagers (gGs).

Davr va chastota uchun formulalarni taqqoslash, davr va chastota o'zaro teskari kattaliklar ekanini ko'rsatadi.

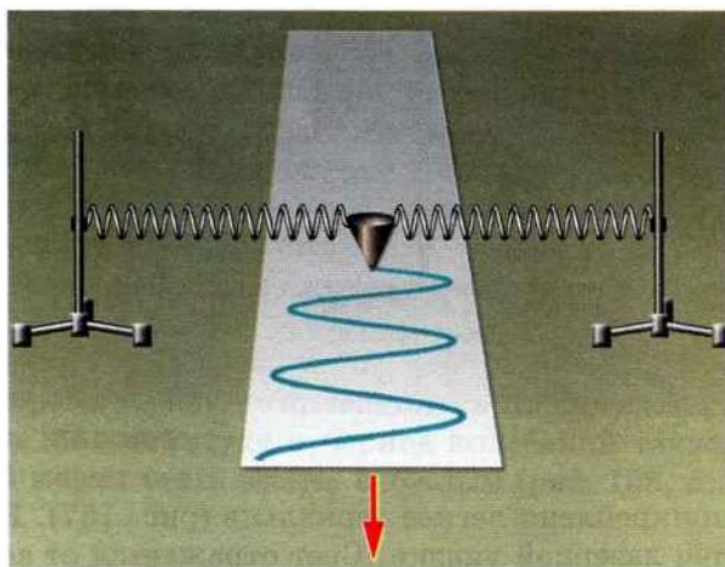
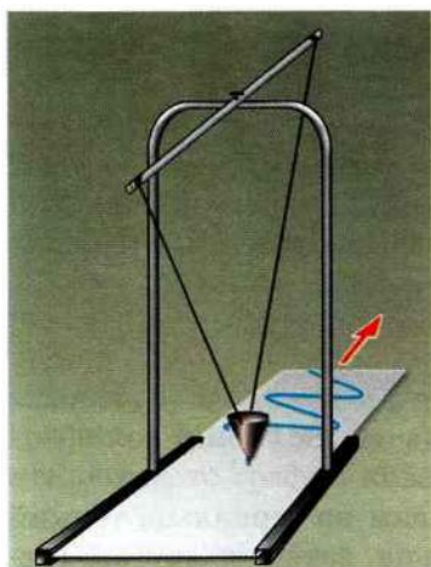
$$\nu = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{\nu}$$

Vaqt birligi ichida tebranishlarning chastotasi, amplitudasi o'zgarmas bo'ladigan tebranishlarga **garmonik tebranishlar** (grekcha «garmoniya» so'zidan olingan bo'lib, moslashish degan ma'noni bildiradi) deb ataladi.

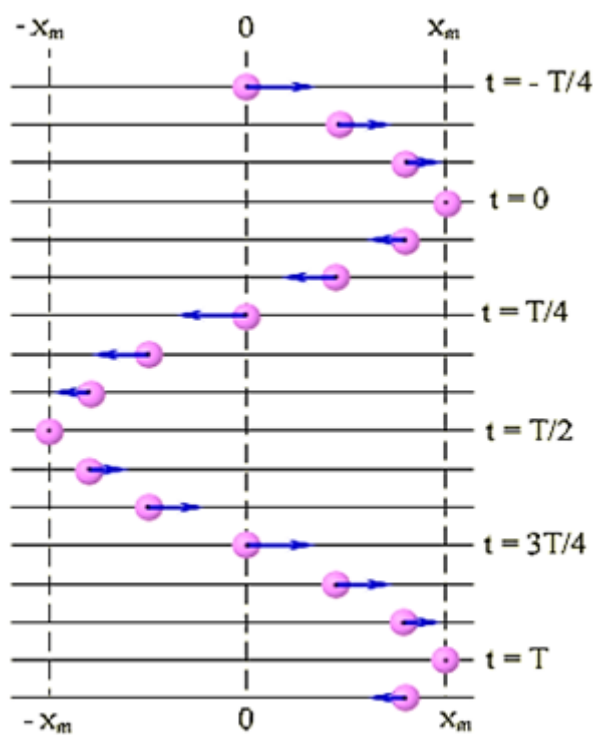
Tebranish chastotasi ν siklik chastota (burchak tezlik) ω bilan quyidagicha bog'langan.

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T};$$

Garmonik tebranayotgan jismlarning harakat grafigi 142-rasmda ko'rsatilgan. Agar mayatnik bo'shlig'iga siyoh to'ldirilsa, u holda mayatnik tebranganda undan oqib tushayotgan siyoh mayatnik osilgan nuqtaga nisbatan tekis harakatlanayotgan qog'oz tasmada egri chiziq chizadi. Qog'oz tasma tekis harakatlansa, hosil bo'lgan egri chiziq mayatnikning vaqt o'tishi bilan muvozanat vaziyatiga nisbatan qanday o'zgarishini, ya'ni mayatnik ko'chishining vaqtga bog'liqligini ko'rsatadi.



142-rasm



143-rasm

143-rasmda garmonik harakat qilayotgan jismning bir xil vaqt oraliqlaridagi holatlari ko'rsatilgan. Jismdagi strelka tezlik vektorining har xil vaqt oraliqlaridagi yo'nalishini ko'rsatadi. Bundan, garmonik harakat qilayotgan jismning tezligi ham garmonik tebranishini ko'rish mumkin.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, garmonik harakat qilayotgan jismlar harakat qonuni sinuslar qonuni bo'yicha bo'ladi. Ya'ni quyidagicha:

$$x = x_m \sin \varphi = x_m \sin(\omega t + \varphi_0) \quad \text{yoki} \quad x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Bu yerda:

$x(m)$ - jismning muvozanat vaziyatidan siljishi,

$x_m (m)$ - jismning maksimal siljishi (tebranish amplitudasi),

ω (rad/s) – sikl chastota (burchak tezlik),

$\varphi = \omega t + \varphi_0$ - tebranish fazasi,

φ_0 – tebranishning boshlang'ich fazasi.

GARMONIK HARAKAT QILAYOTGAN JISM TEZLIGI VA TEZLANISHI.

Tezlik v yo'ldan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga teng.

Garmonik harakat qonuni $x = x_m \sin(\omega t + \varphi_0)$ uchun birinchi tartibli hosila quyidagicha:

$$v = x'(t) = \omega x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Bu yerda: $v_m = \omega x_m$ - maksimal tezlik yoki tezlikning amplituda qiymati.

Bunday tezlikka jism muvozanat vaziyatidan o'tayotganda erishadi.

Tezlanish a tezlikdan $v(t)$ vaqt t bo'yicha olingan birinchi tartibli hosila yoki yo'ldan $x(t)$ vaqt t bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosilaga teng:

$$a = v'(t) = x''(t) = -\omega^2 x_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

«-» ishorasi, tezlanishni siljishga qarama-qarshi ekanligini bildiradi va garmonik harakat qilayotgan jismga ta'sir etuvchi kuch har doim muvozanat vaziyatiga yo'nalgan bo'lishini ham bildiradi.

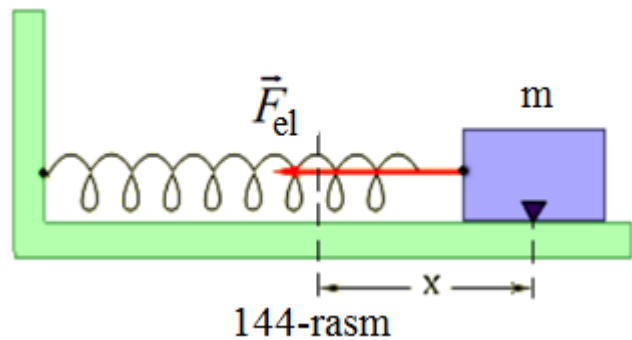
Bu yerda: $a_m = -\omega^2 x_m$ - maksimal (amplituda) tezlanish.

PRUJINALI MAYATNIK

Massasi m bo'lgan yukni bikrligi k bo'lgan prujinaga mahkamlash natijasida hosil bo'lgan jismlar sistemasi, prujinali mayatnik deyiladi(144-rasm).

Prujinali mayatnikda tebranish elastiklik kuchi ($F_{el} = -kx$) hisobiga vujudga keladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra prujinali mayatnik uchun quyidagi tenglik o'rinli bo'ladi.



$$-kx = ma \Rightarrow -m\omega^2 x = -kx \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Burchak tezlik $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ekanligini hisobga olsak, prujinalimayatnik tebranish davri formulasi kelib chiqadi.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Demak, prujinali mayatnikning tebranish davri, prujina bikrligi va unga osilgan yuk massasiga bog'liq ekan.

Prujinali mayatnikning maksimal cho'zilishi quyidagicha bo'ladi:

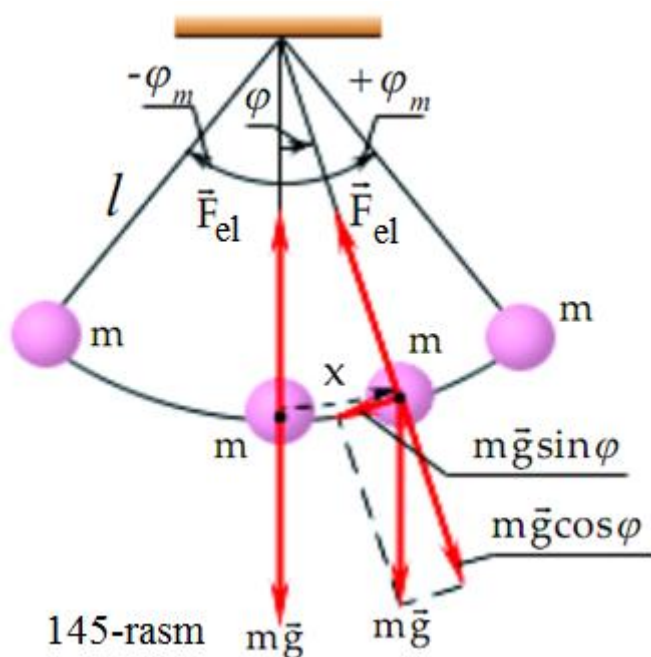
$$x_m = v_{\max} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Prujinali mayatnikning o'z og'irligi bilan cho'zilishi esa quyidagicha:

$$x_m = \frac{mg}{k}$$

MATEMATIK MAYATNIK

Matematik mayatnik deb – uzunligi jism o'lchamlaridan juda katta, massasi esa jism massasidan juda kichik bo'lgan cho'zilmas ip va unga mahkamlangan jismga aytiladi(145-rasm).



Muvozanat vaziyatida jismning og'irlik kuchi ipning taranglik kuchiga teng bo'ladi.

Mayatnik muvozanat vaziyatidan biror φ burchakka og'ganda esa, og'irlik kuchining $F_\tau = mg \sin \varphi$ tashkil etuvchisi mayatnikka a tezlanish beradi va muvozanat vaziyatiga qaytarishga intiladi.

Mayatnikning muvozanat vaziyatidan kichik og'ishlarida radiusi l bo'lgan aylananing bir qismi bo'yicha harakatlanadi

va burilish burchagi $\varphi = \frac{x}{l}$ ga teng bo'ladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra: $ma = mg \sin \frac{x}{l}$

Oxirgi ifoda muvozanat vaziyatiga qaytaruvchi kuch siljish x ga emas, $\sin \frac{x}{l}$ ga proporsional ekanligini ko'rsatadi. Matematik mayatnik faqat kichik og'ishlarda garmonik harakat qiladi. Bunday hollarda esa, $\sin \frac{x}{l}$ ifodani $\frac{x}{l}$ ifodaga almashtirish mumkin.

Amalda matematik mayatnik $10^{-12}0$ ga og'adi. Bunda $\sin \frac{x}{l}, \frac{x}{l}$ dan 1% ga farq qiladi.

Mayatnikning tebranishi katta amplitudalarda garmonik hisoblanmaydi.

Kichik tebranishlarda matematik mayatnik uchun Nyutonning ikkinchi qonunini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$ma = mg \frac{x}{l} \Rightarrow m\omega^2 x = mg \frac{x}{l} \Rightarrow \omega^2 = \frac{g}{l}$$

Bundan matematik mayatnikning tebranish davri formulasi quyidagicha yozish mumkin:

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

$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ - ifoda esa, matematik mayatnikning hususiy tebranish chastotasi deyiladi.

Masala yechish namunasi. Mayatnik diametri 4 sm bo'lgan po'lat sharcha osilgan 98 sm uzunlikdagi yengil ipdan iborat. Agar mayatnikning tebranish davri 2s bo'lsa, erkin tushish tezlanishini aniqlang.

Shart tahlili: masalani yechish uchun uzunligi bizga ma'lum bo'lgan mayatnikning tebranish davri formulasidan foydalanish mumkin. shunday qilib, mayatnikning massalar markazi mayatnik osmasidan $D/2$ pastda bo'lsa, mayatnik uzunligi $l=100$ sm bo'ladi.

Yechilishi. Mayatnikning tebranish davri formulasidan

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Hisoblashlar:

$$T=2s$$

$$l=100\text{sm}=1\text{m}$$

$$g=?$$

$$g = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1}{4} \approx 9,86 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Javob: } g \approx 9,86 \text{ m/s}^2$$

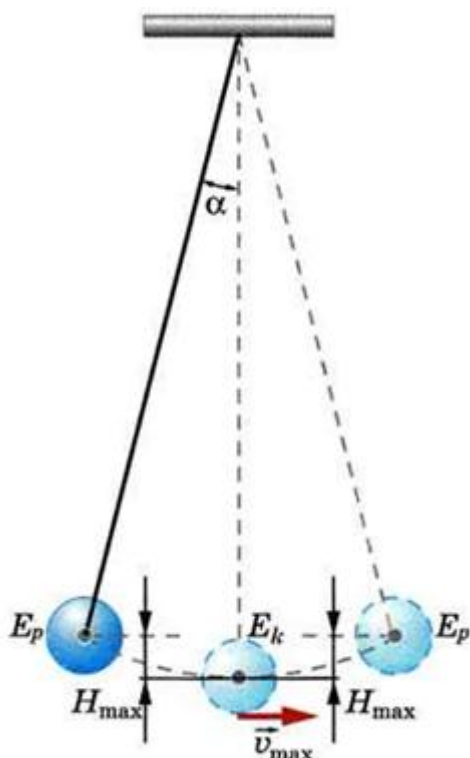
TEBRANISHLARDA ENERGIYA AYLANISHI

Erkin tebranishlarda energiya aylanishi. Mayatnikni turg'un muvozanat vaziyatidan uncha katta bo'lmagan α burchakka og'diramiz (146-rasm). shu bilan mayatnikka qo'shimcha energiya beramiz:

$$W_p = mgH_{\max}$$

bunda H_{\max} – mayatnikning maksimal ko'tarilish balandligi.

Mayatnikni qo'yib yuboramiz. Mayatnik og'irlik kuchi va ipning reaksiya kuchi ta'sirida muvozanat vaziyatiga qarab harakatlanadi. Bunda uning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. Muvozanat vaziyatida mayatnikka berilgan barcha potensial energiya kinetik energiyaga aylanadi:



146-rasm

$$W_k = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

bunda v_{\max} – ipga osilgan jism harakatlanish tezligining maksimal qiymati. Mayatnik eng oxiri chap vaziyatga borib, teskari yo'nalishda harakatlana boshlaydi.

Ishqalanish kuchi bo'lmaganda energiyaning saqlanish qonuni bo'yicha potensial energiyaning maksimal qiymati kinetik energiyaning maksimal qiymatiga teng bo'lar edi:

$$mgH_{\max} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

Shunday qilib, mayatnik tebranganda potensial energiya kinetik energiyaga va aksincha davriy aylanishi sodir bo'ladi:

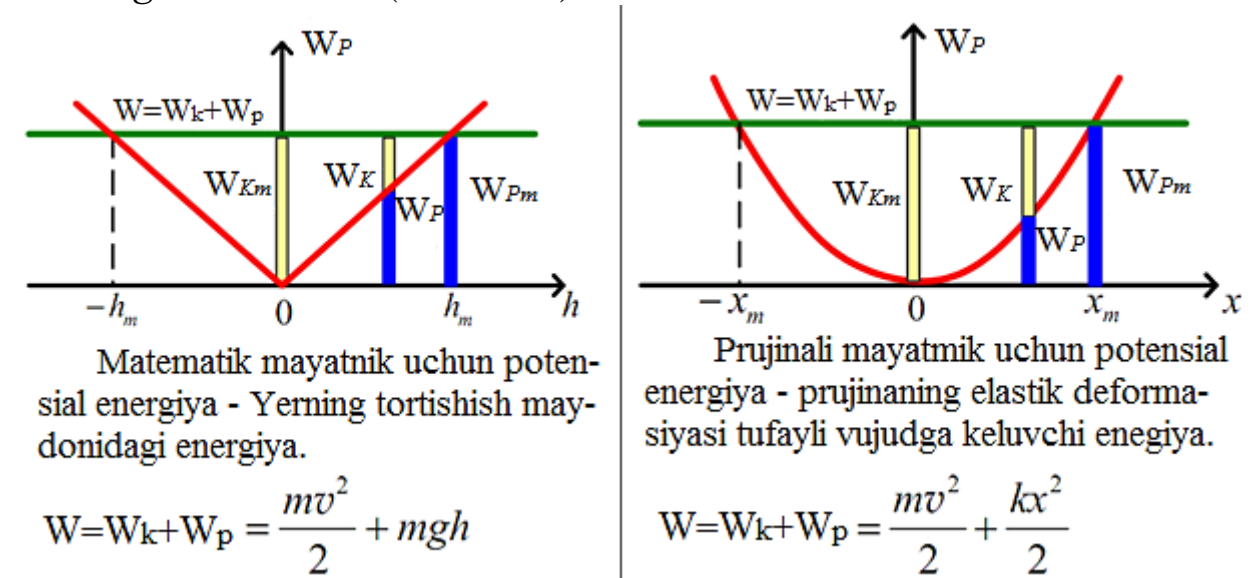
$$W_p \rightarrow W_k \rightarrow W_p \rightarrow W_k \rightarrow W_p \rightarrow \dots$$

Tebranayotgan jismning to'la mexanik energiyasi ixtiyoriy paytda energiyaning aylanish va saqlanish qonuni bo'yicha uning potensial va kinetik energiyalari yig'indisiga teng:

$$W = W_p + W_k$$

Demak, mayatnikning ixtiyoriy vaqtdagi kinetik va potensial energiyalari yig'indisi o'zgarmas.

Garmonik tebranishda kinetik va potensial energiya davriy ravishda bir-biriga o'tib turadi (147-rasm).



147-rasm

Prujinali mayatnik uchun tebranishning W_p va W_k formulalari:

Mayatnikning siljish qonunini $x(t) = x_m \sin(\omega t)$ ga teng bo'lsin, tezlik

esa $v(t) = \omega x_m \cos(\omega t)$ bunda $\omega^2 = \frac{k}{m}$.

$$W_p(t) = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kx_m^2 \sin^2(\omega t); \quad W_k(t) = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 \cos^2(\omega t)$$

Potensial energiya uchun $k = m\omega^2$ almashtirishni bajarsak:

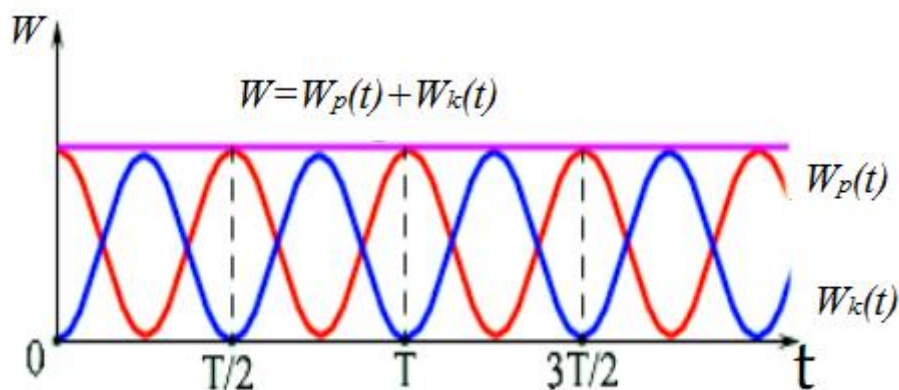
$$W_p(t) = \frac{1}{2} m\omega^2 x_m^2 \sin^2(\omega t); \quad W_k(t) = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 \cos^2(\omega t)$$

To'la mexanik energiya esa:

$$W = W_p + W_k = \frac{1}{2} m\omega^2 x_m^2 = const.$$

148-rasmda potensial $W_p(t)$ va kinetik $W_k(t)$ energiyalarning grafiklari ko'rsatilgan. Potensial va kinetik energiyalar bir davr ichida ikki marta o'zining maksimal qiymatiga erishadi. W_p va W_k energiyalarning yig'indisi o'zgarmasdan qolmoqda.

$$W_p(t) + W_k(t) = W = \text{const.}$$



148-rasm

MAJBURIY TEBRANISHLAR. REZONANS HODISASI.

Tebranuvchi sistemada davriy o'zgaruvchi tashqi kuch ta'sirida sodir bo'luvchi tebranishlar majburiy tebranishlar deyiladi.

Sizning uyingiz yonidan og'ir yuk tashiydigan mashina o'tsa, uy derazalari titrashini kuzatgansiz. Deraza oynalarining tebranishlari majburiy tebranishlar bo'ladi. bu tebranishlar yuk mashinasi Yerning ustki qatlamlarini va havoni tebratishi natijasida sodir bo'ladi.

Siz telefon orqali gaplashyapsiz. Mikrofon membranasini havoning tebranishlari ta'sirida tebranadi, havo og'iz bo'g'inlari tebranishlari ta'sirida tebranadi. Mikrofon membranasini va havoning tebranishlari majburiy tebranishlardir.

Ishlab turgan hamma mashina va mexanizmlarning korpuslari ham majburiy tebranadi. Gromkogovoritel diffuzori ham majburiy tebranadi.

Yuqorida keltirilgan misollar majburiy tebranishlar bizning atrofimizdagi olamda tez-tez uchrab turishidan dalolat beradi, shuning uchun ularning asosiy xossalarini bilish kerak.

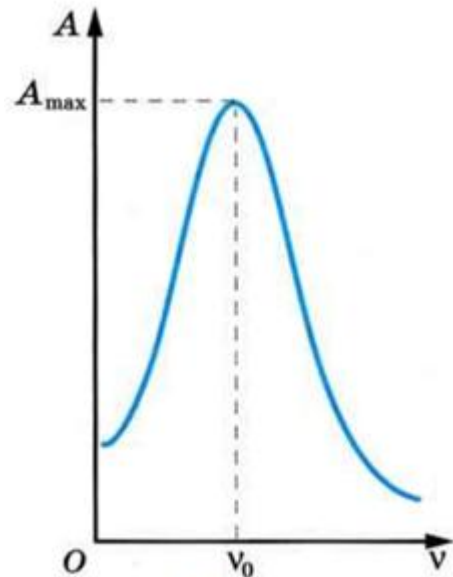
Agar prujinali mayatnik prujinasining uchiga kichik chastota bilan sekin ta'sir qilinsa, u holda mayatnikning yuki ham kichik chastota bilan tebranadi. Agar majburlovchi tebranishlar chastotasi orttirilsa, u holda majburiy tebranishlarchastotasi ham ortadi. Majburlovchi tebranishlar chastotasi qancha katta bo'lsa, majburiy tebranishlar chastotasi ham shuncha katta bo'ladi. Bu va bunga o'xshash tajribalar majburiy tebranishlar chastotasi majburlovchi tebranishlar chastotasiga teng ekanini tasdiqlaydi.

Majburlovchi tebranishlar chastotasi erkin tebranishlar chastotasiga yaqinlashganda majburiy tebranishlar amplitudasining keskin ortishi hodisasi rezonans deb ataladi.

Rezonans hodisasida jismning amplitudasi keskin, bir necha barobar ortib ketadi. Bu hodisadan keng qo'llaniladi.

Turar joylar va sanoat korpuslari, temir yo'llar va samolyotlar, dengiz kemalari va avtomobillar, kosmik kemalar va raketalar, gidravlik turbinalar va ichki yonuv dvigatellari, ko'priklar va Yer osti yo'llari tebranuvchi sistemalari hisoblanadi, bularda ma'lum sharoitlarda majburiy tebranishlar sodir bo'lishi mumkin. ba'zan majburiy tebranishlar amplitudasi shunchalik katta bo'ladiki, inshootlarni buzib yuborishi mumkin.

Bu hatardan saqlanish uchun inshootlar qurilishida rezonans hodisasini hisobga olish zarur. Bir qator hollarda rezonans hodidasidan ma'lum ijobiy samaraga erishish maqsadida foydalanish mumkin. Ularga radio, televideniya, telefon aloqasi va boshqalarni misol qilish mumkin.



149-rasm

Savol va topshiriqlar.

1. Mexanik tebranishlar deb nimaga aytiladi? Misollar keltiring.
2. Qanday tebranish garmonik tebranish deb ataladi?
3. Garmonik tebranish tenglamasi yozing.
4. Qanday kuch ta'sirida erkin va majburiy tebranish sodir bo'ladi.

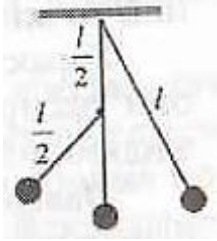
5. *Siljish va amplituda deb nimaga aytiladi?*
6. *Garmonik tebranish fazasi, qanday fizik tushuncha? Boshlang'ich faza deganda nima tushuniladi?*
7. *Garmonik harakat qilayotgan jismning tezligi va tezlanishini vaqtga bog'liqligini ko'rsating?*
8. *Garmonik tebranayotgan matematik va prujinali mayatnikning xususiy chastotasi va tebranish davri formulalarini yozing.*
9. *Erkin mexanik tebranishlarda energiyaning aylanishini tushuntiring.*
10. *Matematik va prujinali mayatnikdagi yuk uchun energiyaning saqlanish qonuni ifodasini yozing.*
11. *Majburiy tebranish qanday chastotada sodir bo'ladi?*
12. *Rezonans qanday hodisa?*
13. *Mexanik rezonansga (foydali va zararli) misollar keltiring?*

Test topshiriqlari

1. (03/10-38). Prujinali mayatnikning tebranish davri, erkin tushish tezlanishi yernikidan 4 marta katta bo'lgan sayyorada qanday bo'ladi, yerdagiga nisbatan?
 A) o'zgarmaydi. B) 2 marta ortadi. C) 4 marta ortadi.
 D) 2 marta kamayadi. E) 4 marta kamayadi.
2. (01/1-51). Massasi 4 kg bo'lgan yuk prujinali mayatnikda T davr bilan garmonik tebranmoqda, yukning tebranish davrini $T/2$ gacha kamaytirish uchun, qanday massali (kg) yukni olib qo'yish kerak?
 A) 1. B) 2. C) 3. D) 3,5. E) prukinaning bikrligini bilish kerak.
3. (03/6-35). Prujinaga osilgan yukka 60 g yuk qo'shilganda, tebranish davri 2 marta organ bo'lsa, yukning boshlang'ich massasi (g) qanday bo'lgan?
 A) 20. B) 30. C) 40. D) 60. E) 120.
4. (03/10-36). Garmonik tebranayotgan jism, bir marta tebranishida 2 m masofani bosib o'tgan bo'lsa, jismning amplitudasi qanday bo'lgan (m)?
 A) 0,25. B) 0,5. C) 1. D) 2. E) 4.
5. (03/9-22). Ikki matematik mayatnikning birinchisi tebranish davri 0,5 s ga teng. Agar ikkinchi mayatnik 4 marta tebranganda,

- birinchisi 6 marta tebransa, ikkinchi mayatnikning tebranish davrini (s) aniqlang?
 A) 1,2. B) 1,5. C) 0,25. D) 0,35. E) 0,75.
6. (03/6-36). Matematik mayatnikning tebranish davri Yerda 0,5 Gs bo'lsa, bu mayatnik Oyda qanday chastota (Gs) bilan tebranadi? Oydagi erkin tushish tezlanishi, Yernikidan 6 marta kam.
 A) 0,2. B) 0,3. C) 0,6. D) 0,8. E) 1,2.
7. (03-10-37). Matematik mayatnikning tebranish amplitudasi A , maksimal tezlanishi a bo'lsa, bu mayatnikning uzunligini (m) aniqlang?
 A) $Atg\alpha$; B) $\frac{ag}{A}$; C) $\frac{Ag}{a}$; D) $\frac{A^2g}{a}$; E) $\frac{Ag}{a^2}$.
8. (98/4-29). Matematik mayatnikka massasi 50 g bo'lgan po'lat shar osilgan va u 2 s davr bilan tebranmoqda. Bu mayatnikni magnit maydoniga ko'chirilganda tebranish davri 1 s gacha kamaygan bo'lsa, sharga magnit maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchni aniqlang.
 A) 0,5 N. B) 1 N. C) 5 N. D) 3 N. E) 1,5 N.
9. (8-49). Uzunlilari l_1 va l_2 bo'lgan mayatniklarning tebranish davrlari mos ravishda T_1 va T_2 ga teng bo'lsa, uzunligi $l=l_1+l_2$ bo'lgan matematik mayatnikning tebranish davri qanday?
 A) $T = \sqrt{T_1 \cdot T_2}$. B) $T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$. C) $T = T_1 + T_2$.
 D) $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$. E) $T = \sqrt{2T_1 + T_2}$.
10. (98/6-18). Matematik mayatnikning tebranish qonuni $x = 0,1 \sin 5t$ (t) bo'lsa, mayatnikning uzunligini toping(m). $g=10 \text{ m/s}^2$.
 A) 5. B) 2,5. C) 0,5. D) 0,1. E) 0,4.
11. (99/7-19). Vaznsiz, cho'zilmaydigan ipga osilgan. Agar uning massasi 2 marta orttirilsa, tebranish chastotasi qanday o'zgaradi?
 A) 2 marta kamaydi. B) 2 marta ortadi. C) o'zgarmaydi.
 D) 4 marta ortadi. E) 4 marta kamayadi.
12. (98/4-23). Ikki matematik mayatnikning uzunliklari $l_1/l_2=4$, mayatniklar bir xil burchakka og'dirildi va qo'yib yuborildi. Mayatniklar maksimal tezliklari qanday munosbatda?
 A) $v_2 = 2v_1$. B) $v_2 = 4v_1$. C) $v_2 = v_1$. D) $v_1 = 4v_2$. E) $v_1 = 2v_2$.

13. (98/7-21). Muvozanat vaziyatidan tebranishni boshlagan, amplitudasi 0,2 m, uzunligi 2 m bo'lgan matematik mayatnikning tezlanishi qanday (m/s^2)? $g=10 m/s^2$.
A) 1. B) 0,8. C) 0,4. D) 0,2. E) 0,1.
14. (98/6-21). Matematik mayatnikning uzunligi 1,6 m, maksimal tezligi – 0,5 m/s bo'lsa, uning amplitudasi qanday? $g=10 m/s^2$.
A) 5 sm. B) 20 sm. C) 16 sm. D) 8 sm. E) 50 sm.
15. (98/7-24). Matematik mayatnikning uzunligi 1 m, tebranish amplitudasi – 0,2 m bo'lsa, mayatnikning maksimal tezlanishi qanday? $g=10 m/s^2$.
A) 0,5. B) 1. C) 2. D) 0,2. E) 0,1.
16. (99/10-70). G'ildiragining radiusi 0,4 m bo'lgan avtomobil bino oldidan o'tmoqda. Bunda deraza oynalari titrashni boshladi. Agar oynaga o'rnatilgan chastotometr 5 Gs ni ko'rsatsa, avtomobilning tezligini (m/s) toping? Tebranish g'ildirak aylanishidan hosil bo'lmoqda.
A) 2. B) 6,5. C) 9,6. D) 12,6. E) 20.
17. (04/9-45). Moddiy nuqtaning tebranish davri 36 s. Qancha vaqtdan (s) keyin u muvozanat vaziyatidan amplitudaning yarmiga teng masofaga siljiydi?
A) 9. B) 8. C) 4,5. D) 4. E) 3.
18. (00/5-15). Uzunligi 98 m bo'lgan mayatnikning muvozanat vaziyatidan maksimal og'ish burchagi 5^0 bo'lsa, uning tebranish amplitudasi qanday (m)?
A) 9,8. B) 8,5. C) 1. D) 9,5. E) 0,5.
19. (99/6-29). Ikkita matematik mayatnik bir xil davr bilan tebranmoqda. Ikkinchi mayatnik yarim davrga kech qolishni boshlasa, mayatniklar fazalar farqini toping?
A) 0. B) $\pi/4$. C) π . D) $\pi/2$. E) 2π .
20. (99/2-39). OX o'qi bo'yicha garmonik tebranayotgan jismning tezlanishi $a_x = 4 \cos 2t$ (m/s^2) qonun bilan o'zgarmoqda. Jismning tebranish amplitudasi qanday?
A) 1m. B) 4m. C) 8m. D) 12m. E) 16m.
21. (04/9-44). edddd qonuniyat bilan tebranayotgan 30 g massali moddiy nuqtaning to'la mexanik energiyasini aniqlang (mJ).
A) 0,6. B) 0,3. C) 3. D) 6. E) 5.

22. (99/2-36). To'g'ri tasdiqlarni ko'rsating. Matematik mayatnikning tebranish davri ... ga bog'liq: 1) mayatnik massasiga; 2) tebranish amplitudasiga; 3) erkin tushish tezlanishiga; 4) mayatnik uzunligiga.
 A) 1;4. B) 3;4. C) 2;3. D) 2;4. E) 1;2.
23. (99/2-40). Agar uzunligi l bo'lgan matematik mayatnik osilish nuqtasidan $l/2$ masofada pastda joylashgan mixga tegib tebranayotgan bo'lsa, uning tebranish davri qanchaga teng bo'ladi?
- A) $1,35\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. B) $1,5\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.
 C) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. D) $1,7\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.
- 
24. Uzunligi 0,1 m, amplitudasi 2 sm bo'lgan matematik mayatnikning tebranish qonunini ko'rsating.
 A) $x = 2\cos 10t$. B) $x = 2\cos 0,1t$. C) $x = 0,02\cos 0,1t$.
 D) $x = 0,02\cos 10t$. E) $x = 0,1\cos 2t$.
25. (99/9-29). Prujinali mayatnikning to'la mexanik energiyasi 36 marta ortgan bo'lsa, uning tebranish amplitudasi qanday o'zgargan?
 A) o'zgarmagan. B) 36 marta kamaygan. C) 6 marta ortgan.
 D) 36 marta ortgan. E) 6 marta kamaygan.
26. (6-19). Prujinali mayatnik prujinasi yarmi kesib tashlansa, uning tebranish davri qanday o'zgaradi?
 A) 2 marta ortadi. B) 2 marta kamayadi. C) o'zgarmaydi.
 D) $\sqrt{2}$ marta kamayadi. E) $\sqrt{2}$ marta ortadi.
27. (10-31). 2 s da 5 marta tebranadigan prujinasining bikrligi 1000 N/m bo'lgan mayatnikdagi yukning massasini (kg) toping.
 A) 10. B) 0,125. C) 2. D) 8. E) 4.
28. (7-55). Bikrligi 120 N/m bo'lgan prujinaga osilgan yuk, 2 s da 10 marta tebransa, yukning massasini (kg) aniqlang. $\pi^2=10$ deb hisoblang.
 A) 0,12. B) 0,15. C) 0,24. D) 0,25. E) 0,4.

MEXANIK TO'LQINLAR

TO'LQIN HAQIDA TUSHUNCHA

Arqonning bir uchini tayanchga bog'lab, ikkinchi uchidan ushlab davriy ravishda tebrantiraylik. Bunda tebranish arqon bo'ylab tarqalayotganini ko'ramiz. Tarqalayotgan bu tebranish to'lqindir.

Agar ip uchiga biror jism bog'lab, uni idishdagi suv sirtiga davriy ravishda tekizib ko'tarib turilsa, suv sirtida davriy ravishda tarqalayotgan to'lqinlarni kuzatish mumkin.

Tebranishlarning muhitda tarqalish jarayoni **to'lqin** deb ataladi.

To'lqin harakatda tebranayotgan jism zarralari to'lqin bilan birgalikda ko'chmaydi, balki joyida tebranadi xolos. Arqon tebrantirilganda, biz ushlab turgan qismi o'z o'rnida qoladi, tebranish esa ikkinchi uchi tomon boradi. Suv sirtida hosil qilingan aylanalar ko'chadi, lekin suv zarralari o'z joyida tebranadi.

O'zaro kichik prujinalar bilan biriktirilgan sharchalar harakatini ko'rib chiqamiz (150 a-rasm).

Agar eng chetki sharchani muvozanat vaziyatidan rasmda ko'rsatilgandek qilib og'dirsak, u holda u ikkinchi sharchani muvozanat vaziyatidan tortadi, ikkinchi sharcha uchinchisini va hokazo. Agar biz birinchi sharchani qo'yib yuborsak, u tebranma harakatga keladi, sharchalar orasidagi bog'lanishlarga asosan qolgan barcha sharchalarga uzatiladi va 150 b-rasmdagidek tebranish hosil bo'ladi.

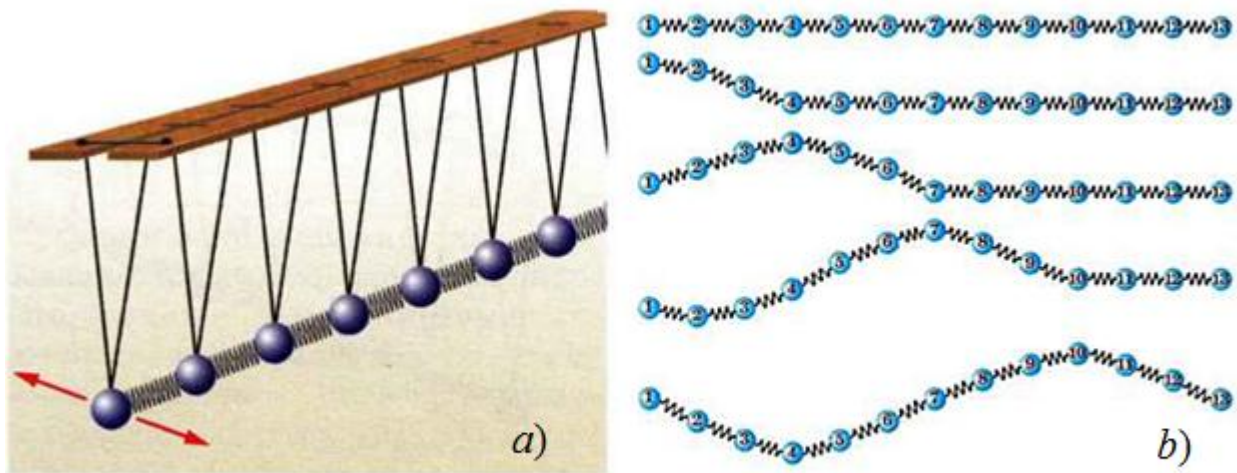
KO'NDALANG VA BO'YLAMA TO'LQINLAR

Suv sirtida va arqonda gorizontal yo'nalishda to'lqin hosil qilinganda suv zarrachalari, arqon qismlari to'lqinning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar (tik) ravishda yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun bunday to'lqinlar ko'ndalang to'lqinlardir.

Zarralarning tebranishi to'lqinning tarqalish yo'nali- shiga perpendikulyar bo'lgan to'lqin **ko'ndalang to'lqin** deb ataladi.

Ko'ndalang to'lqinlarga: suv yuzasidagi to'lqinlar, ipda tarqalayotgan to'lqinlar, elektromagnit to'lqinlar kiradi.

Ko'ndalang to'lqinlar faqat qattiq jismlarda tarqaladi. Suyuqlik yoki gazlarda tarqalmaydi.



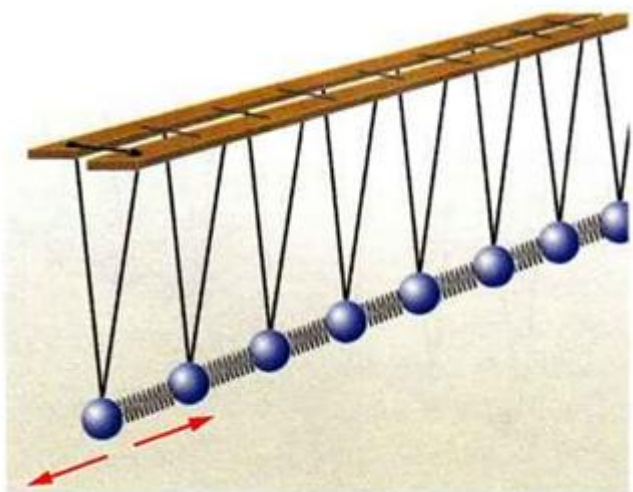
150-rasm

150-rasmda sharcha va prujinalardan tashkil topgan zanjirda hosil qilingan to'liq ko'ndalang to'liqdir. Xuddi shunday zanjirda boshqacha to'liqni ham hosil qilish mumkin. Agar 1-sharchani vertikal yo'nalishda emas, balki 151-rasmdagidek tebrantirilsa, prujinalar sistemasi 152-rasmdagidek tebranish hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan to'liq tebranish yo'nalishida tarqalganini ko'rish mumkin.

To'liqning tarqalish yo'nalishi zarralarning tebranish yo'nalishi bilan bir xil bo'lgan to'liq **bo'ylama to'liq** deb ataladi.

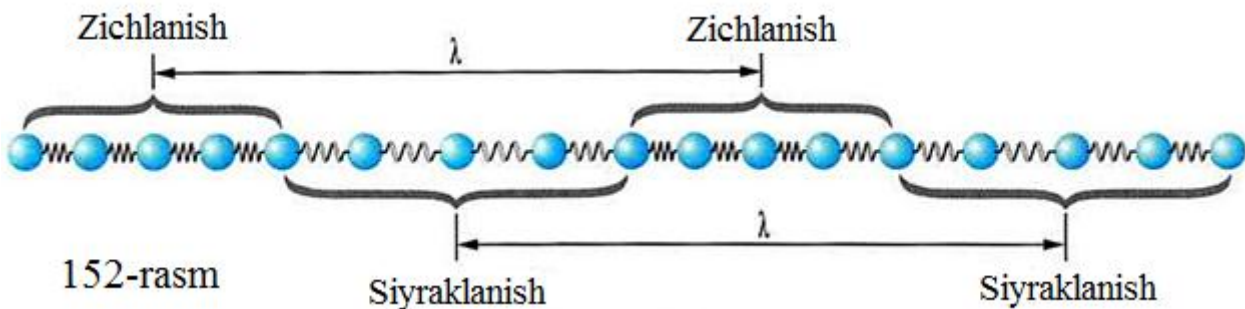
Bo'ylama to'liqlarga: barcha tovush to'liqlari, utratovushlar, suyuqlik ichida tarqaluvchi mexanik to'liqlar kiradi.

Gazlarda va suyuqliklarda faqat bo'ylama to'liqlar tarqaladi.



151-rasm

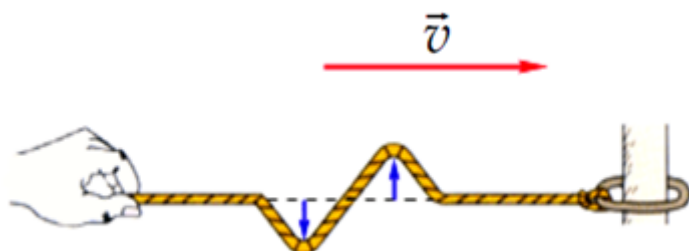
Bir-birlariga o'zaro bog'langan sharchalardan iborat bo'lgan sistemada tebranishlar



152-rasm

tarqalishining mexanizmi qarab chiqilgan, bu tebranishlarni istalgan gaz, suyuq va qattiq muhitda tarqatish mumkin.

Misol sifatida arqonda tarqalayotgan to'lqinlar bilan tanishamiz.



153-rasm

Arqonni bir uchini devorga mahkamlaymiz va uning bo'sh uchini ushlab keskin siltaymiz va bir marta tebranishga majbur qilamiz. Arqon bo'ylab yakka ko'ndalang to'lqin yuguradi. Bunday to'lqinlarni

yuguruvchi to'lqin deb ataladi (153-rasm).

Arqonning bo'sh uchini tebranayotgan vibratorga bog'lasak, ip bo'ylab to'lqinlar sistemasi yuguradi.

Tebranishning tarqalishi uchun, ya'ni to'lqinning bir joydan boshqa joyga ko'chib borishi uchun ma'lum vaqt kerak bo'ladi, ya'ni to'lqin ma'lum tezlik bilan harakat qiladi. Suv sirtida aylana shaklidagi to'lqin ham, arqon tebranganda hosil bo'lgan to'lqin ham tezlikka ega.

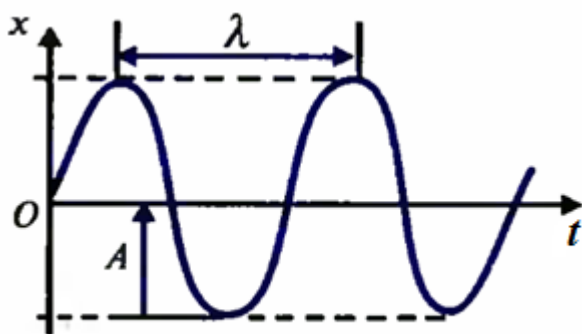
Ma'lum bir tebranish davrida to'lqinning bosib o'tgan masofasini tavsiflash uchun to'lqin uzunligi degan fizik kattalik kiritilgan.

To'lqinning bir davr ichida tarqalish masofasi **to'lqin uzunligi** deb ataladi va λ (**lyambda**) harfi bilan belgilanadi.

To'lqin uzunligi tebranish davri va tezligi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\lambda = v \cdot T$$

To'lqin uzunligining tebranish chastotasi bilan munosabati quyidagicha bo'ladi:



154-rasm

$$\lambda = \frac{v}{\nu}, \quad \nu = \frac{v}{\lambda}$$

154-rasmda ko'ndalang to'lqin ning to'lqin uzunligi ko'rsatilgan. Bo'ylama to'lqinlarning uzunligi esa 152-rasmda tasvirlangandek bo'ladi.

Mexanik to'liqlarining yana bir asosiy parametrlaridan biri fazalar farqi xisoblanadi va $\Delta\varphi$ harfi bilan belgilanadi.

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda}$$

Bunda: Δx (Δl) – yo'llar farqi.

Yo'llar farqi bilan fazalar farqi orasida quyidagicha munosabat o'rinli.

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \Delta\varphi; \quad \Delta x = \frac{v}{2\pi\nu} \Delta\varphi; \quad \Delta\varphi = \frac{2\pi\nu}{v} \Delta x$$

To'liqin fazasining o'zgarishi: 1) bir davr (T) davomida - $\Delta\varphi=2\pi$

2) $\frac{1}{4}$ davr ($T/4$) davomida - $\Delta\varphi=\pi/2$

3) yarim davr ($T/2$) davomida - $\Delta\varphi=\pi$

4) $\frac{3}{4}$ davr ($3T/4$) davomida - $\Delta\varphi=3\pi/4$

To'liqlar bir nuqtadan boshqa nuqtaga tebranish energiyasini uzatadi. Demak, tebranish energiyasi, to'liqin energiyasiga teng.

$$W = \frac{1}{2} \rho v^2 \omega^2 A^2 V$$

To'liqin sirti deb – bir xil fazada tarqalayotgan to'liqlarning geometrik o'rniga aytiladi.

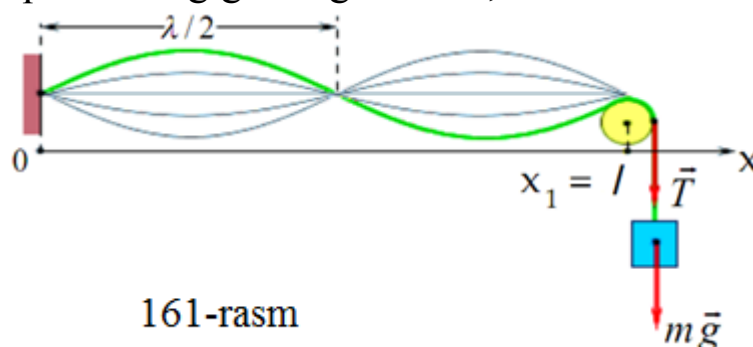
Yassi to'liqin deb – to'liqinning tarqalish sirtlari bir-biriga parallel bo'ladigan to'liqlarga aytiladi.

Sferik to'liqin deb – to'liqinning tarqalish sirtlari sfera shaklida bo'ladigan to'liqlarga aytiladi.

TURG'UN TO'LQIN

Tarqaluvchi to'liqin bilan to'siqdan qaytgan to'liqinning qo'shilishi natijasida turg'un to'liqin hosil bo'ladi. Turg'un to'liqin qo'shni tugunlari orasidagi masofa yarim to'liqin uzunligiga teng bo'ladi, 1-chi va 3- chi tugunlar orasidagi masofa to'liqin uzunligiga teng bo'ladi (161-rasm).

Turg'un to'liqinning chastotasi va amplitudasi bir xil bo'lib, sinusoida bo'yicha tarqaladi.



161-rasm

TO'LQINLAR INTERFERENSIYASI

Agar ikki to'lqinning chastotalari, amplitudalari va fazalar farqi bir xil bo'lsa, bunday to'lqinlar **kogarent to'lqinlar** deb ataladi.

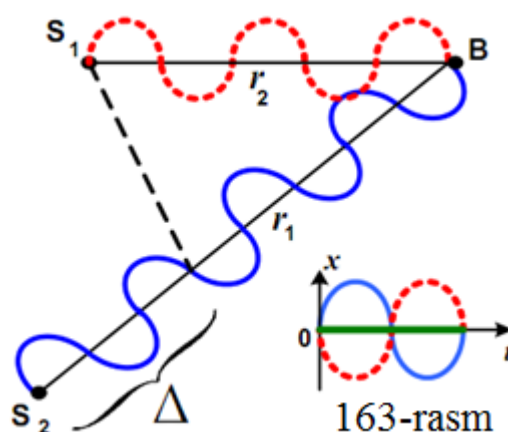
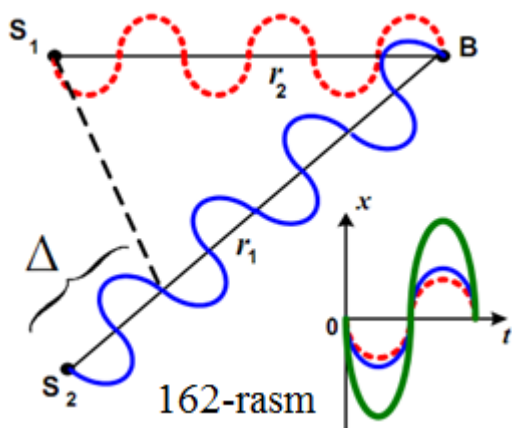
Fazoda tarqalayotgan ikki (yoki bir nechta) kogarent to'lqinlar to'qnashganda natijaviy to'lqinni kuchayishi yoki susayishi **to'lqinlar interferensiyasi** deb ataladi.

Interferensiyaning maksimumlik sharti (kuchayishi); Agar ikki kogarent to'lqinning yo'llar farqi, yarim to'lqin uzunligiga juft son marta karrali bo'lsa, unda to'lqinlar bir-birini kuchaytiradi(162-rasm):

$$\Delta = r_1 - r_2 = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad (k=0,1,2, \dots)$$

Interferensiyaning minimumlik sharti (pasayishi); Agar ikki kogarent to'lqinning yo'llar farqi, yarim to'lqin uzunligiga toq son marta karrali bo'lsa, unda to'lqinlar bir-biri susaytiradi(163-rasm):

$$\Delta = r_1 - r_2 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k=0,1,2, \dots)$$



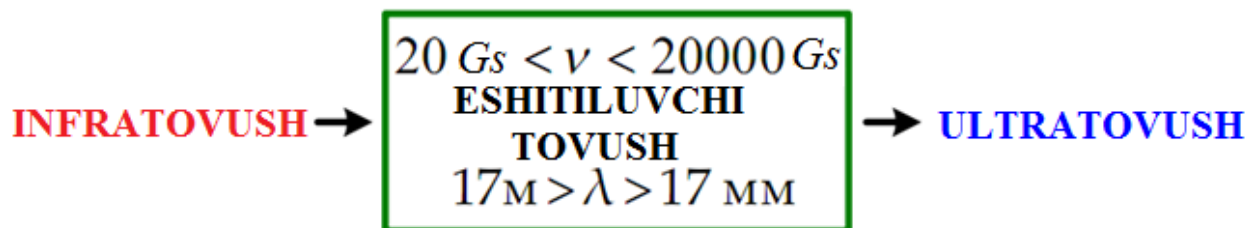
To'lqinlar tezligini uning chastotasiga bog'liqligi - **to'lqinlar dispersiya hodisasi** deyiladi.

Tarqalayotgan to'lqinlar to'siqlardan o'tganda, to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish xossasidan chetlashiga **to'lqinlar difraksiyasi** deb ataladi.

TOVUSH TO'LQINLARI

Tovush to'lqinlari yoki tovush deb – eshitish o'rganarimiz bilan sezadigan mexanik to'lqinlarga aytiladi.

Inson qulog'i 16 Gs dan 20000 Gs gacha bo'lgan tovushlarni seza oladi. 16 Gs dan kichik tovushlarni **infratovush** va 20000 Gs dan kattalarini **ultratovush** deyiladi(155-rasm).



Ultratovushlar yordamida dengiz chuqurligini yoki biror to'siqqacha bo'lgan masofani aniqlash mumkin.

$$S = \frac{v \cdot t}{2}$$

TOVUSH TURLI MUHITLARDA TARQALISHI

Tovush to'lqinlarining faqat gazlarda emas, balki suyuqlik va qattiq jismlarda ham tarqaladi. Tovush to'lqinlari vakuumda tarqalmaydi. Fizikaning tovush hodisalarini o'rganuvchi bo'limi **akustika** deb ataladi.

Tovush gazlarda tarqalganda, uning atom va molekulari tovushning tarqalish yo'nalishida tebranadi. Bu esa, muhitning zichligi va bosimini o'zgarishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ba'zida tovush to'lqinlarini to'lqin zichligi yoki to'lqin bosimi deb ataladi.

Tovush xarakteritikalari.

Tovush to'lqinlarining eng muhim xarakteristikasi ularing **tarqalish tezligi** hisoblanadi. U muhitning inertligi va elastikligini bildiradi.

Normal sharoitda (ya'ni 0°C temperatura va 1 atm bosimda) tovush tezligi 331,5 m/s, 20°C temperatura va 1 atm bosimida esa 343 m/s ga teng.

Tovush tezligi gazning xususiyatlariga juda kuchli bog'langan. Gaz qancha yengil bo'lsa, bu gazda tovush tezligi shuncha katta bo'ladi. Masalan, normal sharoitda havoning tezligi ($\mu=29 \cdot 10^{-3}$ kg/mol) $v=331,5$ m/s, geliyda ($\mu=4 \cdot 10^{-3}$ kg/mol) $v=970$ m/s, vodorodda ($\mu=2 \cdot 10^{-3}$ kg/mol) $v=1270$ m/s.

Suyuqlik va qattiq jismlarda tovush tezligi bundan ham katta. Masalan, suvda $v=1480$ m/s (20°C da), po'latda $v=5-6$ km/s.

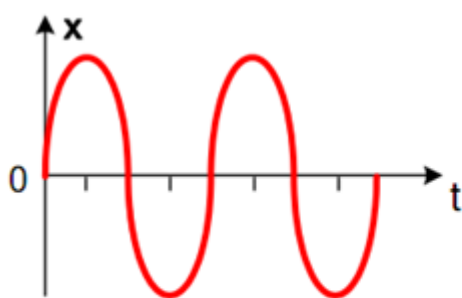
Insonning tovushlarni qabul qilishi sub'yektivdir. Masalan, aynan bir xil tovushni ikkita odam turlicha qabul qilishi mumkin: bittasiga tovush normal bo'lib tuyuladi, boshqasiga esa – juda baland bo'lib tuyuladi. Shuning uchun yuqorida sanab o'tilgan tovush xarakteristikasi *sub'ektiv* deb ataladi. Tovushning sub'ektiv xarakteristikasi uning **qattiqligi** deb ataladi. Tovushning qattiqligi nafaqat tovush to'lqinlariga bog'liq, quloqning sezgirligiga ham bog'liqdir.

Tovush qattiqligi L harfi bilan belgilanadi.

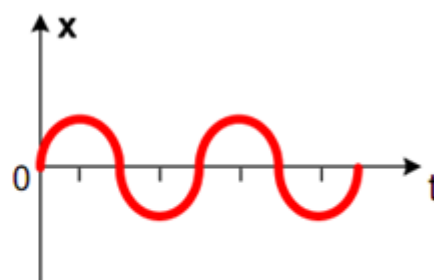
Tovushning qattiqlik birligi fizik Genrix Bel sharafiga bel (B) deb ataladi. Biroq amalda ulushli birligi – detsibel (dB) dan foydalaniladi.

Quloqlarimiz qabul qiladigan tovush to'lqinlarining butun diapazoni 0 dan 130 dB gacha mos keladi. Tovushning qattiqlik normasi 30-40 dB hisoblanadi. Bu tinch, sekin suhbatdagi qattiqlik darajasiga mos keladi.

Tovush qattiqligi, tovush to'lqinining amplitudasiga bog'liq (155,156-rasmlar).



155-rasm. Qattiq tovush



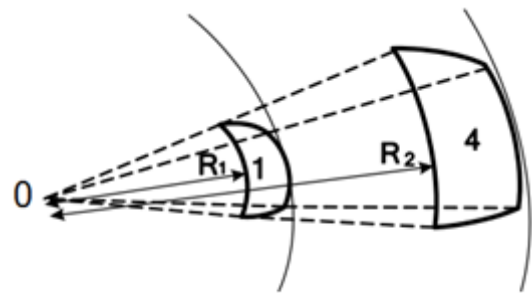
156-rasm. Past tovush

Tovush intensivligi (tovush kuchi) – I deb t vaqt ichida tovush yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishdagi S yuzadan o'tgan to'lqin energiyasi W miqdoriga aytiladi.

$$I = \frac{W}{St} = \frac{N}{S} \left[\frac{w}{m^2} \right]$$

Bu yerda: N – tovush to'lqinining quvvati: $N=I \cdot S$

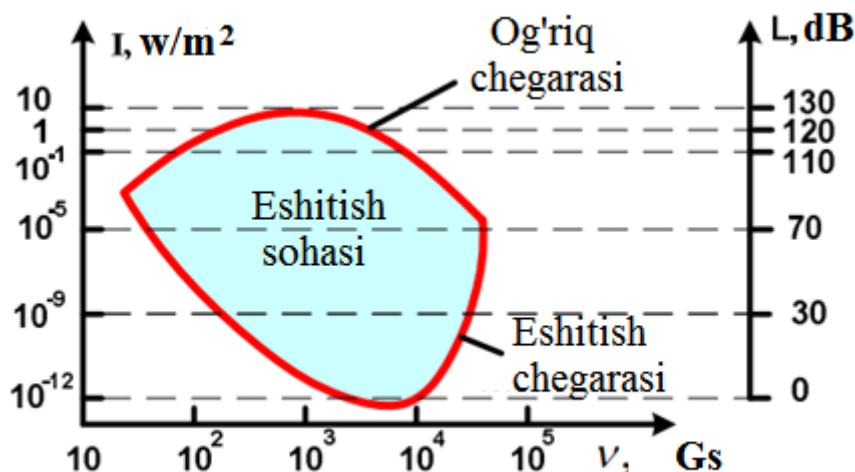
Sferik to'liq intensivligi, manbagacha bo'lgan masofa kvadratiga teskari proporsional. Masalan, radius ikki marta ortsa, suza to'rt marta ortadi, demak, intensivlik to'rt marta kamayadi (157-rasm).



157-rasm

Inson qulog'i tovush intensivligini ma'lum diapazonda qabul qiladi.

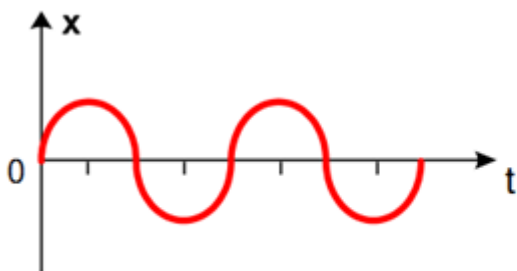
Uning quyi chegarasi, **eshitish chegarasi** deb ataladi. Tovush intensivligi qiymati mana shu chegaraga yetganda inson qulog'i tovushni eshita boshlaydi. Bunda tovush bosimi 10^{-10} atm yoki 10^{-5} Pa ga teng bo'ladi. Yuqori chegara esa, **og'riq chegarasi** deb ataladi. Tovush intensivligi bu chegaraga yaqinlashganda inson qulog'i og'rishni boshlaydi. Bunda tovush bosimi 10^{-4} atm yoki 10 Pa ga teng bo'ladi (158-rasm). Shu ikki chegara orasida inson qulog'i yaxshi eshitadi.



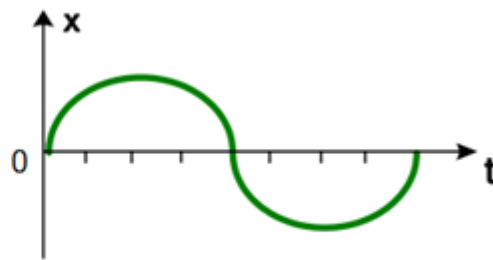
158-rasm

Tovushning ikkinchi sub'yektiv xarakteristikasi – uning **balandligi** (yoki yuksakligi) hisoblanadi. Tovushning balandligi uning chastotasiga bog'liq: tovush chastotasi qancha katta bo'lsa, tovush shuncha yuqori bo'ladi. Va aksincha, chastota qancha past bo'lsa, tovush shuncha past bo'ladi (159,160-rasmlar).

Inson tovush balandligini chastotasiga qarab turlarga bo'lish mumkin. Masalan, erkaklarning eng past ovozi **bas** bo'lib, u 80 – 400 Gs gacha. Ayollarning eng baland ovozi **soprano** bo'lib, u 250 – 1050 Gs gacha diapazonda bo'ladi.



159-rasm. Baland tovush.



160-rasm. Past tovush

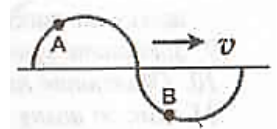
Tovushning uchinchi sub'ektiv xarakteristikasi – uning **tembri** hisoblanadi. Tovushning bu xossasi bizga turli xil asboblardan tarqalayotgan bir xil balandlik va qattqlikdagi tovushlarni farqlashga imkon beradi. **Tovush tembri** – bu uning manbasiga xos bo'lgan tovushning ohangidir.

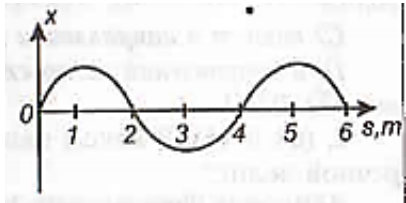
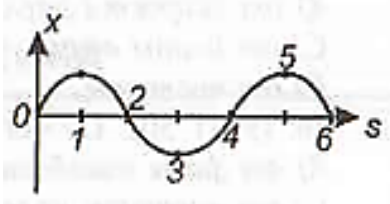
Savol va topshiriqlar.

1. *To'lqin deb nimaga aytiladi?*
2. *Qanday to'lqinlar bo'ylama (ko'ndalang) to'lqinlar deb ataladi?*
3. *Bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar bir-birlari bilan qanday farq qiladi?*
4. *Bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlarga misollar keltiring?*
5. *Nima uchun ko'ndalang to'lqinlar suyuqlik va gazlarda tarqalmaydi?*
6. *To'lqin uzunligi deb nimaga aytiladi?*
7. *To'lqin tezligi va to'lqin uzunligi o'zaro qanday bog'langan?*
8. *O'zaro to'lqin uzunligiga teng masofada tebranayotgan ikki nuqtaning fazalar farqi qanday?*
9. *Yuguruvchi to'lqinlar tenglamasini yozing?*
10. *Qanday to'lqinlar yassi to'lqinlar?, Sferik to'lqinlar? deb ataladi.*
11. *Qanday to'lqinlar kogarent to'lqinlar deb ataladi?*
12. *Interferensiya deb qanday hodisaga aytiladi?*
13. *Interferension maksimum va minimumlik shartlarini tushuntiring?*
14. *Dispersiya deb qanday hodisaga aytiladi?*
15. *Difraksiya deb qanday hodisaga aytiladi?*
16. *Qanday tebranish akustik tebranish deyiladi?*
17. *Havoda tovush tezligi nimaga bog'liq?*
18. *Tovush qattqligi va balandligi qanday aniqlanadi?*
19. *Tovush balandligi qanday birlikda o'lchanadi?*

Test topshiriqlari.

- (03/9-44). Muhitdagi bo'ylama to'lqinda muhit zarrachalari qanday yo'nalishda tebranadi?
A) barcha yo'nalishlarda.
B) to'lqinlarning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishda.
C) faqat to'lqinlarning tarqalish yo'nalishida.
D) to'lqinlarning tarqalish yo'nalishida va tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishlarda tebranadi.
- (03/9-45). Ko'ndalang to'lqinda muhit zarrachalari qanday yo'nalishda tebranadi?
A) barcha yo'nalishlarda.
B) to'lqinlarning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishda.
C) faqat to'lqinlarning tarqalish yo'nalishida.
D) to'lqinlarning tarqalish yo'nalishida va tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishlarda tebranadi.
- (97). Agar ko'ndalang to'lqinning birinchi va beshinchi do'ngliklari orasidagi masofa 40 m bo'lsa, ko'ndalang to'lqinning uzunligi qanday?
A) 10 m. B) 40m. C) 4m. D) 8m.
- (97). Quyidagilardan qaysi biri bo'ylama to'lqin:
1) suv yuzasidagi to'lqin; 2) tovush to'lqinlari; 3) elektromagnit to'lqinlar; 4) musiqa asboblari yordamida hosil qilinadigan to'lqinlar.
A) 1. B) 2. C) 3. D) 1 va 2.
- (00/3-39). Qaysi to'lqinlar ko'ndalang to'lqinlar hisoblanadi?
A) gazlardagi tovush to'lqinlari. B) ultrabinafsha nurlari.
C) ultratovush. D) suyuqliklardagi tovush to'lqinlari.
- (02/9-6). Ko'ndalang to'lqin o'ngga tarqalmoqda. A va B nuqtalar qanday yo'nalishda harakat qiladi?
A) A - pastga va B - yuqoriga. B) A va B pastga.
C) A va B yuqoriga. D) A - yuqoriga, B - pastga.
- (00/3-35). Gazlarda qanday mexanik to'lqinlar tarqaladi?
A) gazlarda to'lqinlar tarqalmaydi. B) ko'ndalang.
C) bo'ylama. D) ko'ndalang va bo'ylama.



8. (03/10-39). Mexanik to'lqin havodan suvga o'tganda qaysi parametri o'zgarmaydi: 1) tezlik; 2) to'lqin uzunligi; 3) chastota;
 A) 3. B) 2. C) 1. D) 1 va 3.
9. (97). Agar 18 m ga 4,5 ta to'lqin joylashgan bo'lsa, bu to'lqin uzunligi qanday?
 A) 2 m. B) 4,5 m. C) 4 m. D) 3 m.
10. (97). Shnur orqali tarqalayotgan to'lqin chastotasi 4 Gs va tezligi 8 m/s ga teng bo'lsa, to'lqin uzunligi qanday?
 A) 2 m. B) 32 m. C) 4 m. D) 12 m.
11. (97). Agar birinchi va uchinchi tugunlar orasidagi masofa 0,2 m ga teng bo'lsa, turg'un to'lqin uzunligini toping (m)?
 A) 1. B) 0,7. C) 0,4. D) 0,2.
12. (97). Agar turg'un to'lqin tugunlari orasidagi masofa 0,5 m ga teng bo'lsa, to'lqin uzunligini toping(m)?
 A) 0,25. B) 0,5. C) 0,75. D) 1.
13. (98/5-47). Rasmda ko'rsatilgan to'lqinning to'lqin uzunligini aniqlang(m)?
- 
- A) 5. B) 0,1. C) 4. D) 2.
14. (03/10-35). Bir-biridan 2 m uzoqlikda joylashgan nuqtalarning fazalar farqi 2π ga teng bo'lsa, bu to'lqinning uzunligi qanday(m)?
 A) 2π . B) 4π . C) 1. D) 2.
15. (01/2-44). x o'qi bo'yicha tarqalayotgan yassi to'lqinning qarama-qarshi fazada joylashgan ikki nuqtasi orasidagi eng yaqin masofa 1 m ga teng bo'lsa, bu to'lqin uzunligi (m) qanday?
 A) 1. B) 2. C) 4. D) 4π .
16. (99/4-44). Rasmda aniq vaqt ichida to'lqin profili ko'rsatilgan. 0 va 4 nuqtalar orasidagi fazalar farqi nimaga teng?
- 
- A) $\frac{\pi}{3}$. B) 2π . C) π . D) $\frac{\pi}{2}$.
17. (03/9-9). To'lqin 5 s da 10 marta tebranadi. Agar bu to'lqinning qo'shni do'ngliklari orasidagi masofa 1 m ga teng bo'lsa, to'lqin tezligi qanday (m/s)?
 A) 2,5. B) 1. C) 2. D) 3.
18. (03/10-40). Odam, chastotasi 2 kGs, to'lqin uzunligi 15 sm bo'lgan sirena ovozini u chalingandan so'ng 5 s da eshitgan bo'lsa, sirena odamdan qanday masofada chalingan (m)?

- A) 1500. B) 1000. C) 3000. D) 2000.
19. (03/8-22). Tovush to'liqining uzunligi, havodan suvga o'tganda qanday o'zgaradi? Tovushni havodagi tezligi 330 m/s, suvdagi tezligi 1485 m/s.
A) o'zgarmaydi. B) 4,5 marta kamayadi.
C) 2,25 marta ortadi. D) 4,5 marta ortadi.
20. (03/11-5). Dengiz chuqurligini exolot yordamida aniqlanmoqda. Agar utratovush impulsi 2 s da qaytgan bo'lsa, dengiz chuqurligini aniqlang (m)? tovushning suvda tarqalish tezligi 1480 m/s.
A) 370. B) 740. C) 1480. D) 2960.
21. (03/6-37). Ovchi qanday uzoqlikdagi (m) nishonga o'q uzsa, uning aks sadosini 3 s dan so'ng eshitadi? O'q tezligi 680 m/s, tovushning havodagi tezligi 340 m/s.
A) 340. B) 680. C) 1360. D) 1020.
22. (97). Qaysi muhitda tovush to'liqlari eng katta tezlik bilan tarqaladi?
A) havoda. B) suvda. C) qattiq metal jismda. D) vakuumda.
23. (97). Tovush to'liqining havodagi tezligi 340 m/s, chastotasi 2000 Gs bo'lsa, to'liqin uzunligini aniqlang (m)?
A) 0,05. B) 0,08. C) 0,13. D) 0,17.
24. (97). Tovush intensivligi deb nimaga aytiladi? Tovush intensivligi deb ...
A) ... tovush to'liqinining tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar ravishda birlik yuzadan o'tuvchi tovush energiyasiga aytiladi.
B) ... tovush to'liqinining tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar ravishda berilgan yuzadan o'tuvchi tovush energiyasiga aytiladi.
C) ... tovush to'liqinining tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar ravishda birlik yuzadan ma'lum vaqtda o'tgan tovush energiyasiga aytiladi.
D) tovush to'liqinining tarqalish yo'nalishiga ixtiyoriy burchak ostida, birlik yuzadan birlik vaqt ichida o'tgan tovush energiyasiga aytiladi.
25. (98/2-50). Tovush qattiqligi nimaga bog'liq?
A) tovushning tarqalish tezligiga. B) tebranish chastotasiga.
C) to'liqin uzunligiga. D) tebranish amplitudasiga.
26. (99/1-50). Tovush balandligi nimaga bog'liq?
A) tebranish fazasiga. B) to'liqin uzunligiga.

- C) tebranish chastotasiga. D) tebranish amplitudasiga.*
27. (99/1-51). Tovush to'liqini bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda, to'liqin uzunligi ikki marta ortsa, tovushning balandligi qanday o'zgaradi?
- A) 2 marta ortadi. B) 4 marta ortadi.
C) 4 marta kamayadi. D) o'zgarmaydi.
28. (00/4-35). Qanday tovushlar ultratovush deyiladi?
- A) chastotasi 200 Gs dan kichik. B) chastotasi 20 Gs dan kichik.
C) chastotasi 20-20000 Gs oraliqda. D) chastotasi 20000 Gs dan katta.
29. (03/3-68 va 00/4-32). Tovush havodan suvga o'tganda qaysi kattalik o'zgarmay qoladi?
- A) tezligi. B) to'liqin uzunligi.
C) chastota. D) chastota va to'liqin uzunlik.
30. (04/2-67). Sayyoh 1020 m uzoqlikdagi radiodan berilgan aniq vaqt signalidan foydalanib soatini to'g'riladi. Bunda uning soati necha sekund orqada bo'ladi? Tovushning havodagi tezligi 340 m/s.
- A) 3. B) 30. C) 15. D) 0.
31. (10-18). To'liqinning birinchi va uchinchi do'ngliklari orasidagi masofa 18 sm bo'lsa, bu to'liqin uzunligi (sm) nimaga teng?
- A) 18. B) 9. C) 36. D) 54.
32. (7-20). Kuzatuvchi oldidan 6 s da o'tayotgan to'liqin do'ngliklari orasidagi masofa 12 m ekanligini aniqladi. Bu to'liqinning tarqalish tezligi (m/s) nimaga teng?
- A) 2. B) 4. C) 6. D) 12.
33. (3-70). Qayiq 1,5 m/s tezlik bilan tarqalayotgan to'liqinda tebranmoqda. Eng yaqin do'ngliklar orasidagi masofa 9 m. qayiqning tebranish davrini toping.
- A) 9 s. B) 6 s. C) 4 s. D) 3 s.
34. (15-139). Tovush tezligi nimani aniqlaydi?
- A) to'liqin uzunligini. B) to'liqin amplitudasini.
C) tebranish chastotasini. D) muhit hususiyatlarini.
35. (15-160). Tovush manбайдan 1,5 km uzoqlikdagi devordan tovush 10 s da qaytgan bo'lsa, tovushning bu muhitdagi tarqalish tezligini (m/s) aniqlang?
- A) 300. B) 150. C) 75. D) 70.

Mashqlarning javoblari.

- 1-mashq.** 1. 218 km; 0. 3. 2 m; 1 m. 4. 38 km; 2 km. 5. b; d; e.
- 2-mashq.** 1. $v \approx 240 \text{ m/s}$; 2. $s \approx 13,4 \text{ km}$; 3. $t=150 \text{ s}$; 4. $t=20 \text{ s}$;
5. $t=12 \text{ s}$;
- 3-mashq.** 1. $a = 1 \text{ m/s}^2; s = 1,1 \cdot 10^2 \text{ m}$; 2. $a = -4 \text{ m/s}^2; s = 50 \text{ m}$.
3. $H \approx 20,4; t \approx 4,1 \text{ s}$. 4. $H=2 \text{ km}$. 5. $v = 18,9 \text{ m/s}$.
6. $15 \text{ m/s}; 3 \text{ m/s}; 1,5 \text{ s}$. 7. $v_0 = \sqrt{\frac{gH}{2}}$.
- 4-mashq.** 2. $v \approx 7514 \text{ m/s}; a \approx 8,1 \text{ m/s}^2$. 3. $v = 7,85 \text{ m/s}; s = 78,5 \text{ m}$.
4. $\omega = 0,628 \text{ rad/s}; \varphi = 6,28 \text{ rad}$. 5. $a \approx 2,73 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$.
6. 3600
- 5-mashq.** 2. $F=26 \text{ N}$. 3. $F=2000 \text{ N}$. 4. $a \approx 1 \text{ m/s}^2$. 5. $F \approx 6,8 \text{ N}$. 6. $t=2 \text{ s}$.
7. $v \approx 4,9 \text{ m/s}$. 8. $F \approx 667 \text{ N}$.
- 6-mashq.** 1. $F \approx 2 \cdot 10^{20} \text{ N}$. 2. $N = 5,3 \cdot 10^4 \text{ N}$. 3. $N = 1,43 \cdot 10^5 \text{ N}$.
6. $H = 3,6 \cdot 10^4 \text{ m}$. 7. $T=5200 \text{ s}$. 8. $T=5500 \text{ s}$. 9. $v_0 \approx 3 \text{ km/s}$.
- 7-mashq.** 2. $m=3982 \text{ kg}$. 3. $S=225 \text{ m}$.
- 8-mashq.** 2. $v = 6,4 \text{ m/s}$. 3. $v = 1,5 \text{ m/s}$. 4. $v = 93 \text{ m/s}$. 5. $l_2=1 \text{ m}$.
6. $\Delta p=40 \text{ kgm/s}$. 7. $I = 2,5 \cdot 10^{-23} \text{ N} \cdot \text{s}$.
- 9-mashq.** 1. $W_k=1,8 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. 2. $s \approx 2,5 \text{ m}$. 3. $A=4 \cdot 10^5 \text{ J}$. 4. $h=10 \text{ m}$.
5. $W_p=196 \text{ J}$. 6. $A_{\text{ishq}}=-400 \text{ J}$.
- 10-mashq.** 5. $h=230 \text{ m}$. 7. $h=10 \text{ m}$. 8. $F=2615 \text{ m}$. 9. $m=12 \text{ kg}$.
- 11-mashq.** 6. $h=0,20 \text{ m}$. 7. $\eta=71\%$.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI.

1. Т. М. Оплачко, К. А. Турсунметов. Физика часть 1.: Издательско-полиграфический творческий дом имени Чулпана Ташкент 2009.
2. N. M. SHaxmayev, D. SH. SHodiyev. Fizika 8.: Ijod dunyosi. Toshkent 2002.
3. N. SH. SHodiyev. Fizika 6.: Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. Toshkent 2009.
4. P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov. Fizika 7.: Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. Toshkent 2009.
5. Н. Ш. Шахмаев, А. В. Бунчук. Физика 9.: Москва 2011.
6. «Открытый колледж» www.physics.ru

MUNDARIJA

Kirish	2
--------	---

KINEMATIKA ASOSLARI

Mexanik harakat	3
Kinematikaning asosiy tushunchalari	5
Vektorlar ustida amallar	7
1-mashq	9
To'g'ri chizikli tekis harakat	10
2-mashq	13
To'g'ri chizikli notekis harakat	14
Tog'ri chizikli tekis o'zgaruvchan harakat	16
Jismlarning erkin tushishi	20
Egri chizikli harakat	22
3-mashq	25
Aylana bo'ylab tekis harakat	26
Aylana bo'ylab notekis harakat	30
Aylanma harakatni uzatish	32
4-mashq	34
Savol va topshiriqlar	35
Tast topshiriqlari	36

DINAMIKA ASOSLARI

Jismlarning harakati o'zaro ta'siri kuch	41
Harakat qonunlari	44
Nyutonning I qonuni - inersiya qonuni	44
Nyutonning II qonuni	46
Nyutonning III qonuni	47
5-mashq	49
Bog'lanish reaksiyasi. Elastiklik kuchi	50
Prujinalarni ketma-ket va parallel ulash	54
Ishqalanish kuchi	55
Suyuqlik va gazlarda qarshilik kuchi	60
Butun olam tortishish qonuni	61

Og'irlik kuchi. Jismning og'irligi	62
Jismlarning vertikal harakati. O'ta yuklanish va vaznsizlik	66
Yerning sun'iy yo'ldoshlari	67
6-mashq	70
Aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismlar dinamikasi	71
Bir-biriga bog'langan jismlar dinamikasi	76
7-mashq	77
Savol va topshiriqlar	78
Tast topshiriqlari	79

STATIKA ELEMENTLARI

Qattiq jismlarning muvozanat sharti	82
Oddiy mexanizmlar	86
Savol va topshiriqlar	88
Tast topshiriqlari	89

MEXANIKADA SAQLANISH QONUNLARI

Jismlarning o'zaro ta'siri. Impulsning saqlanish qonuni	91
Reaktiv harakat	97
8-mashq	98
Jismlarning o'zaro ta'siri Ishqalanish va og'irlik kuchining ishi	99
Quvvat	101
Ish va potensial energiyaning bog'liqligi	103
Qiya tekislikda og'irlik kuchining bajargan ishi	103
Elastiklik kuchining bajargan ishi	104
Mexanik energiyaning aylanish va saqlanish qonuni	106
Foydali ish koeffisient (FIK)	109
Elastik va noelastik to'qnashuv	110
9-mashq	113
Savol va topshiriqlar	114
Tast topshiriqlari	115

SUYUQLIK VA GAZLAR MEXANIKASI

Gidro va aerostatika	120
-----------------------------	-----

Muvozanat holatida turgan suyuqlik va gazlarda bosim	121
Atmosfera bosimi	125
Paskal qonuni va uning qo'llanilishi	128
Arximed qonuni va uning qo'llanilishi	131
10-mashq	135
Saqlanish qonunlarining qo'llanilishi	136
Suyuqliklar va gazlar harakati	136
Bernulli tenglamasi	138
Harakatlanayotgan gazlar va suyuqliklarda bosimning tezlikka bog'liqligidan texnikada foydalanish	141
11-mashq	142
Savol va topshiriqlar	143
Tast topshiriqlari	144

TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR

Garmonik tebranishlar	148
Prujinali mayatnik	152
Matematik mayatnik	153
Tebranishlarda energiya aylanishi	155
Majburiy tebranishlar. Rezonanas hodisasi	157
Savol va topshiriqlar	159
Tast topshiriqlari	159
Mexanik to'lqinlar	163
Ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar	163
Turg'un to'lqinlar	166
To'lqinlar interferensiyasi, difraksiyasi va dispersiyasi	167
Tovush to'lqinlari	168
Savol va topshiriqlar	171
Tast topshiriqlari	172
Mashqlar javoblari	176
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati	176

