

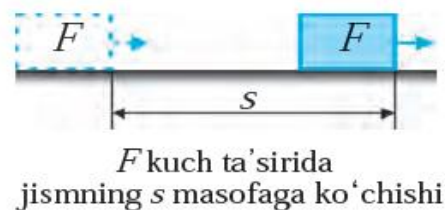
5-mavzu : Energiya va ish. Energiyaning saqlanish qonuni

Reja

1. Mexanik ish va uning birliklari
2. Potensial energiya. Kinetik energiya.
3. Energiyaning saqlanish qonuni.
4. Jismlarning qiya tekislik bo'ylab harakatlanishida bajarilgan ish.
5. Jismlarning absolyut elastik va noelastik to'qnashishi.

Mexanik ish va uning birliklari. Kundalik hayotimizda ish deganda ishchi, muhandis, olimlarning foydali mehnatini tushunamiz. Lekin olimning qancha ish qilganligini o'lchab bo'lmaydi. Shuning uchun fizikada faqat o'lchab bo'ladigan kattalik – mexanik ish o'rganiladi.

Mexanik ish bajarilishi uchun jismga kuch ta'sir etishi lozim va bu kuch ta'sirida jism ma'lum masofaga siljishi kerak. Masalan, tekis sirtida turgan jismga F kuch ta'sir etganda, u shu kuch yo'nalishida to'g'ri chiziq bo'ylab s masofaga ko'chsin. Bunda A mexanik ish bajariladi:



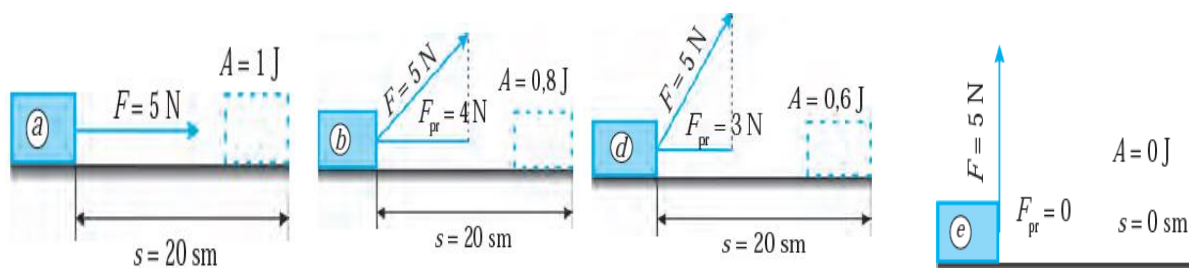
$$A = F \cdot s$$

Mexanik ish kuch va shu kuch yo'nalishida jism bosib o'tgan yo'lning ko'paytmasiga teng.

Xalqaro birliklar sistemasida ishning birligi – Joul (J). Bu birlik nomi ingliz fizigi **Jeyms Joul** sharafiga qo'yilgan. $1 J$ – bu $1 N$ kuch ta'sirida jismni $1 m$ masofaga ko'chirishda bajarilgan ishga teng. Amalda ishning boshqa birliklari - kilojoul (kJ), megajoul (MJ), millijoul (mJ) ham qo'llaniladi.

$$1kW \cdot soat = 3.6 \cdot 10^6 \text{Joul};$$

Mexanik ish kuch ta'sirida bajarilgani uchun, u kuchning ishi deb ham yuritiladi. Mexanik ish skalyar kattalikdir. Quyidagi rasmda bajarilgan ishning kuch yo'nalishiga bog'liqligi keltirilgan.



Vaqt birligi ichida bajarilgan ishga yoki ishning bajarilish jadalligiga quvvat deyiladi.

$$N = \frac{A}{t} = F \vartheta \cos \alpha = F \vartheta = \frac{mgh}{\eta t} = \frac{m\vartheta^2}{2t}$$

Foydali ish koeffitsiyenti (FIK) miqdor jihatdan Foydali ishning to'liq ishga nisbatini foizlarda ifodalangan qiymatiga aytiladi va quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{A_F}{A_T} \cdot 100\% = \frac{N_F}{N_T} \cdot 100\%;$$

Potensial energiya. Jismning o'z vaziyatini o'zgartirishi natijasida bajara olishi mumkin bo'lgan **ishi energiya** deb ataladi. “Energija” so‘zi yunonchada “faollik” degan ma’noni bildiradi. Energiyaning o‘zgarishi shu o‘zgarishlarni sodir qilish uchun sarflanadigan ish bilan o‘lchanadi. Shuning uchun energiyani ish kabi birliklarda o‘lchash lozim. Uning asosiy birligi – joul (J). Mexanik energiya kinetik va potensial energiyaga bo‘linadi. Faraz qilaylik, m massali jism h balandlikdan erkin tushmoqda. Bunda jism faqat Yerning tortish kuchi, ya’ni $F_{og'} = mg$ og‘irlik kuchi ta’sirida harakat qiladi. Jism h balandlikdan yerga tushguncha og‘irlik kuchi bajaradigan ish quyidagicha ifodalanadi:

$$A = F \cdot s = F_{og'} \cdot h \text{ yoki } A = mgh.$$

Bajarilishi mumkin bo‘lgan bu ish shu jismning **potensial energiyasiga** teng. Demak, h balandlikda turgan m massali jismning bajarishi mumkin bo‘lgan ishi, ya’ni potensial energiyasi quyidagicha ifodalanadi: $E_p = mgh$. formulada ifodalangan potensial energiya o‘zaro ta’sir etuvchi ikki jism – sharcha va Yerning bir-biriga nisbatan vaziyatiga bog‘liq.

O‘zaro ta’sir qiluvchi jismlarning yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan vaziyatiga bog‘liq.

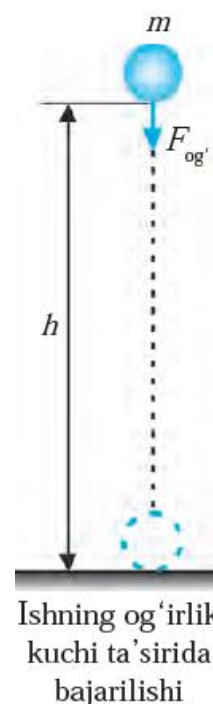
O‘zaro ta’sir qiluvchi jismlarning yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan vaziyatiga bog‘liq bo‘lgan energiya **potensial energiya** deb ataladi.

Jism potensial energiyasining o‘zgarishi bajarilgan ishga teng. $A = mgh = mg(h_1 - h_2)$ yoki $A = mgh_1 - mgh_2$.

$mgh_1 = Ep_1$ – jismning h_1 balandlikdagi potensial energiyasi,

$mgh_2 = Ep_2$ – jismning h_2 balandlikdagi potensial energiyasi

ekanligidan: $A = Ep_1 - Ep_2$ yoki $A = -(Ep_2 - Ep_1)$. Bunda «-» ishora jismning vaziyati h_1 balandlikdan h_2 balandlikka o‘zgarganda jismning potensial energiyasi kamayishini ko‘rsatadi.



Kinetik energiya. Jism tezligining o‘zgarishida bajarilgan ish. Stol ustida turgan m massali jism F kuch ta’sirida ishqalanishsiz harakatlanib, a tezlanish olsun (rasm). t vaqt ichida jismning erishgan tezligi:

$$v = at.$$

Shu vaqt ichida jismning bosib o‘tgan yo‘li quyidagicha ifodalanadi:

$$s = \frac{at^2}{2}$$

formulani $t = \vartheta / a$ shaklda yozib, uni ikkinchi formuladagi t vaqt o‘rniga qo‘yamiz va jism bosib o‘tgan yo‘lning quyidagi ifodasini hosil qilamiz:

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

Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan jismga ta’sir etgan kuch: $F = ma$.

formulalardan foydalanib, bajarilgan ishni topamiz:

$$A = Fs = ma \text{ yoki } A = \frac{m\vartheta^2}{2}$$

Bu formula m massali tinch turgan jism v tezlikka erishishi uchun bajarilgan ishni ifodalaydi. Agar m massali jismning boshlang'ich tezligi ϑ_1 bo'lsa, uning tezligini ϑ_2 ga oshirish uchun bajariladigan ish:

$$A = \frac{m\vartheta_2^2}{2} - \frac{m\vartheta_1^2}{2}$$

Jism yoki sistemaning o'z harakati tufayli ega bo'ladigan energiyasi **kinetik energiya** deyiladi. Jismning kinetik energiyasi uning massasi bilan tezligi kvadrati ko'paytmasining yarmiga teng.

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

Formulada $\frac{m\vartheta_1^2}{2} = E_{k1}$; $\frac{m\vartheta_2^2}{2} = E_{k2}$ deb olinsa, jismning tezligi ϑ_1 dan ϑ_2 ga o'zgarganda bajarilgan ishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A = E_{k2} - E_{k1},$$

bunda E_{k1} – boshlang'ich tezligi v_1 bo'lganda jismning kinetik energiyasi, E_{k2} – tezligi v_2 ga o'zgarganda jismning kinetik energiyasi.

Jism kinetik energiyasining o'zgarishi bajarilgan ishga teng:

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

Mexanik energiyaning saqlanish qonuni. Yerdan ma'lum balandlikda tinch turgan jismning potensial energiyasi maksimal qiymatga, kinetik energiyasi esa nolga teng bo'ladi;

- Balandlikdan erkin tushayotganda jismning potensial energiyasi kamayib, kinetik energiyasi esa ortib boradi, ya'ni jismning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylanib boradi.

- Balandlikdan erkin tushayotgan jismning yerga urilish paytidagi potensial energiyasi nolga, kinetik energiyasi esa maksimal qiymatga teng bo'ladi.

- Balandlikdan erkin tushayotganda jismning ixtiyoriy vaqtdagi kinetik va potensial energiyalari yig'indisi, ya'ni jismning to'liq mexanik energiyasi o'zgarmaydi.

- Jismlarning o'zaro ta'siri va harakati natijasida kinetik energiya hamda potensial energiya shunday o'zgaradiki, ulardan birining ortishi boshqasining kamayishiga teng. Ulardan biri qancha kamaysa, ikkinchisi shuncha ortadi:

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}.$$

Bu tenglikning chap tomoni 1-holatdagi, o'ng tomoni esa 2-holatdagi jismning to'liq mexanik energiyasini aks ettiradi. Bu tenglik **mexanik energiyaning saqlanish qonunini** ifodalaydi.

Yopiq sistemaning to'liq mexanik energiyasi sistema qismlarining har qanday harakatida o'zgarmay qoladi.

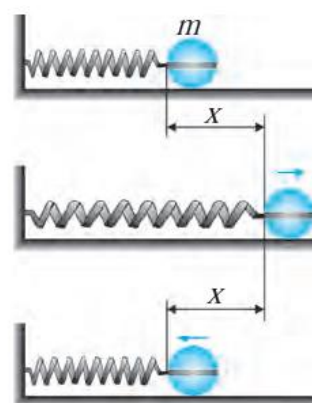
Jismni qiya tekislik bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish. Jismni ma'lum balandlikka uni tik yo'nalishda ko'tarib yoki qiya tekislik yordamida olib chiqish mumkin. Nima uchun biz ko'p hollarda qiya tekislikdan foydalanamiz? Chunki qiya tekislikda kamroq kuch sarflaymiz. Bu ikki holda biz qanday ish bajaramiz? Jismni tik yuqoriga tekis ko'tarishda og'irlik kuchiga qarshi ish bajaramiz. Bunda bajarilgan ish

$$A_1 = mgh$$

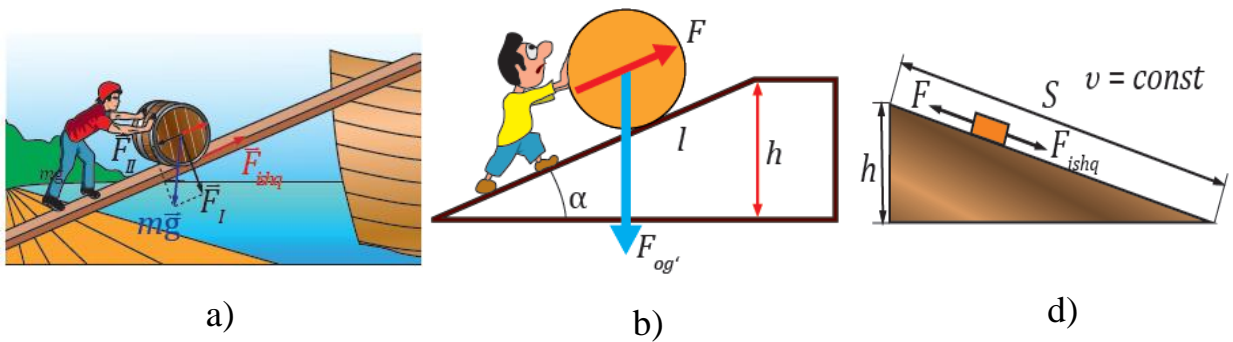
ga teng bo'ladi. Jismni qiya tekislik bo'ylab tekis ko'tarishda esa og'irlik va ishqalanish kuchlariga qarshi ish bajaramiz. Bu holda bajarilgan ish

$$A_2 = F_{og} \cdot h + F_{ishq} l = mgh + \mu mgl \cos \alpha$$

formula bilan aniqlanadi. Demak, jismni qiya tekislik bo'ylab ko'tarishda ko'proq ish bajarilar ekan. Ishqalanish kuchini yengish uchun bajarilgan ish biz uchun zararli, ya'ni ortiqcha bajarilgan ish hisoblanadi (21-rasm).



Prujina va jismdan iborat yopiq sistemada mexanik energiyaning saqlanishi



21-rasm.

Qiya tekislikning foydali ish koeffitsiyenti. Turmushda va texnikada turli qiyalikdagi qiya tekisliklardan foydalanamiz. Ularni tanlashda nimalarga e'tibor berish kerak? Qiya tekisliklar ish bajarishda yordamchi mexanizm sifatida ishlatiladi. Ularning foydali ish koeffitsiyenti (FIK) 100% dan kichik bo'ladi. Qiya tekislikning *FIK* (η -etta) bajarilgan foydali ish (A_f) ning umumiy (A_{um}) ishga nisbati bilan aniqlanadi. Ya'ni:

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}} = \frac{mgh}{mgh + \mu \cdot mgl \cos \alpha} = \frac{1}{1 + \mu \cdot ctga}$$

Bunda

$$l = \frac{h}{\sin \alpha}.$$

Demak, qiyalik burchagi ortishi bilan qiya tekislikning FIKi ortadi va bajariladigan umumiy ish kamayadi. Lekin qiyalik burchagining ortishi sarflanadigan kuch ortishiga olib keladi. Shu sababli qiya tekislik tanlanishida FIKi kattaroq, sarflanadigan kuch esa kichikroq qiymatga ega bo'lishiga e'tibor qaratiladi.

Jismlarning absolyut elastik va noelastik to'qnashishi.

To'qnashish deb, ikki yoki undan ko'p jismlarning juda qisqa vaqt davomidagi ta'sirlashuviga aytiladi.

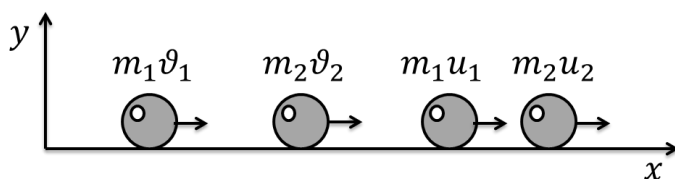
To'qnashish tabiatda juda ko'p uchraydi. Bilyard sharlarining to'qnashuvi, odamning yerga sakrashi, bolg'acha bilan mixning qoqilishi, futbolchining to'p tepishi va hokazolar to'qnashishga misol bo'ladi.

To'qnashish natijasida jismlarning deformatsiyalanishiga qarab ular ikki turga: absolyut elastik va absolyut noelastik to'qnashishlarga bo'linadi.

Absolyut elastik to‘qnashish. Absolyut elastik to‘qnashish deb, ikkita deformatsiyalanmaydigan sharlarning to‘qnashishiga aytiladi. Bunda sharlarning to‘qnashishdan oldingi kinetik energiyalari, to‘qnashishdan keyin ham to‘lalgicha kinetik energiyaga aylanadi.

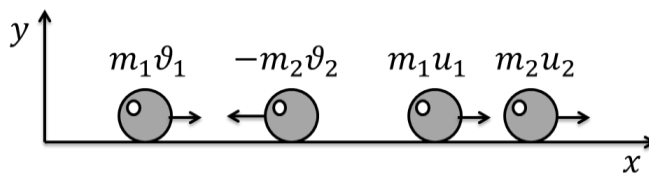
Absolyut elastik urulganda turli holatlar uchun impulsning saqlanish qonunlarini ko‘rib chiqamiz.

1-holat. Ikki jism elastik to‘qnashgandan keyingi hol uchun impulsning saqlanish qonuni:



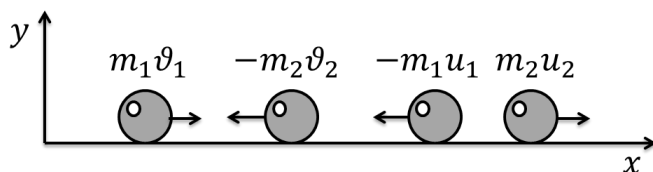
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2;$$

2-holat. Ikki jism elastik to‘qnashgandan keyingi hol uchun impulsning saqlanish qonuni:



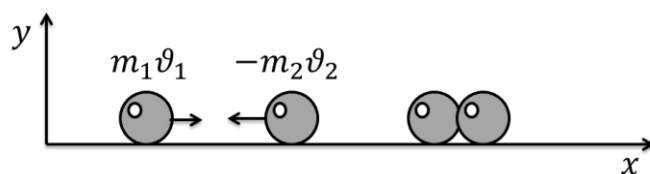
$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2;$$

3-holat. Ikki jism elastik to‘qnashgandan keyingi hol uchun impulsning saqlanish qonuni:



$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_2 u_2 - m_1 u_1;$$

4-holat. Ikki jism elastik to‘qnashgandan keyingi hol uchun impulsning saqlanish qonuni (4-holat):



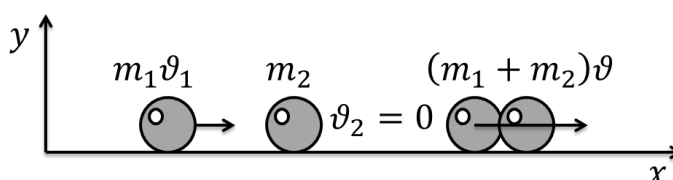
$$m_1 v_1 = m_2 v_2;$$

Yuqoridagi holatlardan ko'rinadiki, absolyut elastik to'qnashishda impulsning saqlanish qonunlari bajariladi. Shuningdek ushbu to'qnashuvda energiyaning ham saqlanish qonuni bajariladi va jismlar elastik to'qnashgandan keyingi yig'indi kinetik energiyasi quyidagicha hisoblanadi:

$$W_k = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2};$$

Absolyut noelastik to'qnashish. Absolyut noelastik to'qnashish deb, ikkita defor matsiyalanadigan sharlarning to'qnashib, birga yoki bir xil tezlik bilan harakatlanishiga aytiladi. Ushbu to'qnashuvda impulsning saqlanish qonunini turli holatlar uchun ko'rib chiqamiz:

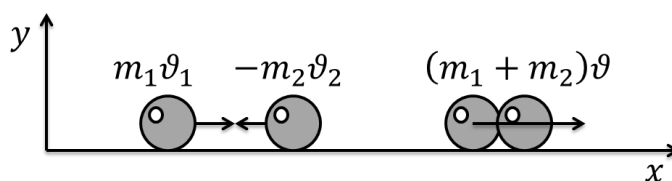
1-holat. Ikki jism noelastik to'qnashgandan keyingi holatdagi tezliklarini topish:



$$m_1 v_1 + 0 = (m_1 + m_2)v;$$

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2};$$

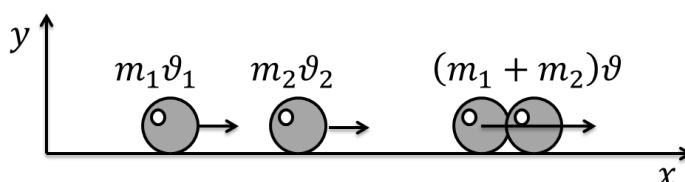
2-holat. Ikki jism noelastik to'qnashgandan keyingi holatdagi tezliklarini topish:



$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v;$$

$$v = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2};$$

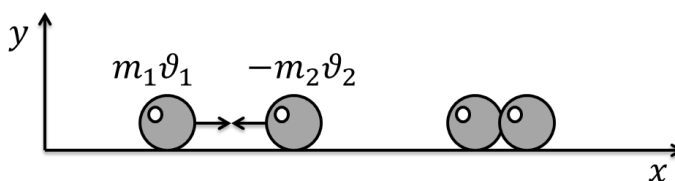
3-holat. Ikki jism noelastik to'qnashgandan keyingi holatdagi tezliklarini topish:



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v;$$

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2};$$

4-holat. Ikki jism noelastik to'qnashgandan keyingi holatdagi tezliklarini topish:



$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0;$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2;$$

Absolyut noelastik to'qnashishda mexanik energiyaning saqlanish qonuni bajarilmay, uning bir qismi sharlarning ichki energiyasiga aylanadi.

$$\Delta W = W_1 - W_2; \quad \Delta W = \frac{m_1 m_2 (v_1 \mp v_2)^2}{2(m_1 + m_2)};$$

(+) – sharlar qarama – qarshi tamonga harakatlenganda ;

(–) – sharlar bir tamonga harakatlenganda.

Jismlar noelastik to'qnashgandan keyingi yig'indi kinetik energiyasi quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$W_k = \frac{(m_1 + m_2)u^2}{2}.$$

Nazorat savollari

1. Mexanik ish va uning birliklarini izohlang?
2. Energiya va uning turlarini ayting?
3. Potensial energiya nima va uning formulasi qanday ifodalanadi?
4. Kinetik energiya nima va uning formulasi qanday ifodalanadi?
5. Energiyaning saqlanish qonuni tushuntirib bering?
6. Qiya tekislik qiyalik burchagining oshishi uning foydali ishi ortishiga sabab bo'lishini tushuntiring.
7. Uyda qiya tekislikni yasang va undan nima maqsadda foydalanishni tushuntiring.
8. Absolyut elastik to'qnashish deb qanday to'qnashishga aytiladi?

9. Absolyut noelastik to'qnashish deb qanday to'qnashishga aytiladi?

10. Absolyut noelastik to'qnashishda energiyaning saqlanish qonuni bajariladimi?