

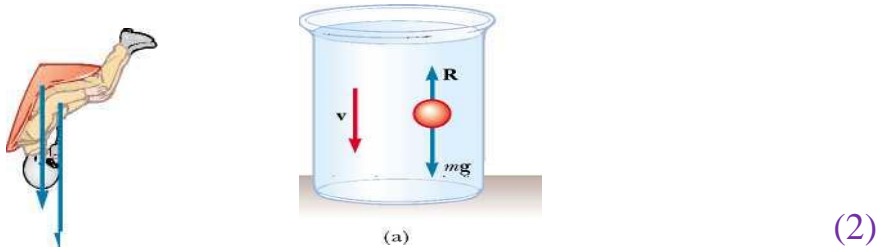
# Kuch turlari. Ish va energiya

## OG’IRLIK KUCHI

Barcha jismlar yerning tortishish kuchi ta’sirida, yer sirtiga bir xil tezlanish bilan tushadi. Yer bilan bog’langan sanoq sistemada  $m$  massali har qanday jismga:

$$P = mg \quad (1)$$

og’irlik kuchi ta’sir qiladi. Jism biror osma yoki tayanchga osilgan bo’lsa, Nyutonning 3-qonuniga ko’ra:



muvozanatda bo’ladi.  $f_r$  - tayanchning reaksiya kuchi.

$f_r = G$ ; u vaqtda:

$$G = R = mg \quad (3)$$

bo’ladi.

Jismning osma yoki tayanchiga ko’rsatadigan  $G$  kuchi jismning og’irligi deyiladi.

Osmaga mahkamlangan jism (prujina)  $a$  tezlanish bilan harakatlenganda. Jismning harakat tenglamasi quyidagicha bo’ladi.

$$p + f_r = ma \quad (4)$$

$f_r$  ni -  $G$  kuch bilan,  $R$  ni  $mq$  bilan almashtirsak ;

$$G = m(g - a) \quad (5)$$

bo’ladi.  $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ ;

## QATTIQ JICMNING DEFORMATSIYASI, ELASTIKLIK KUCHI

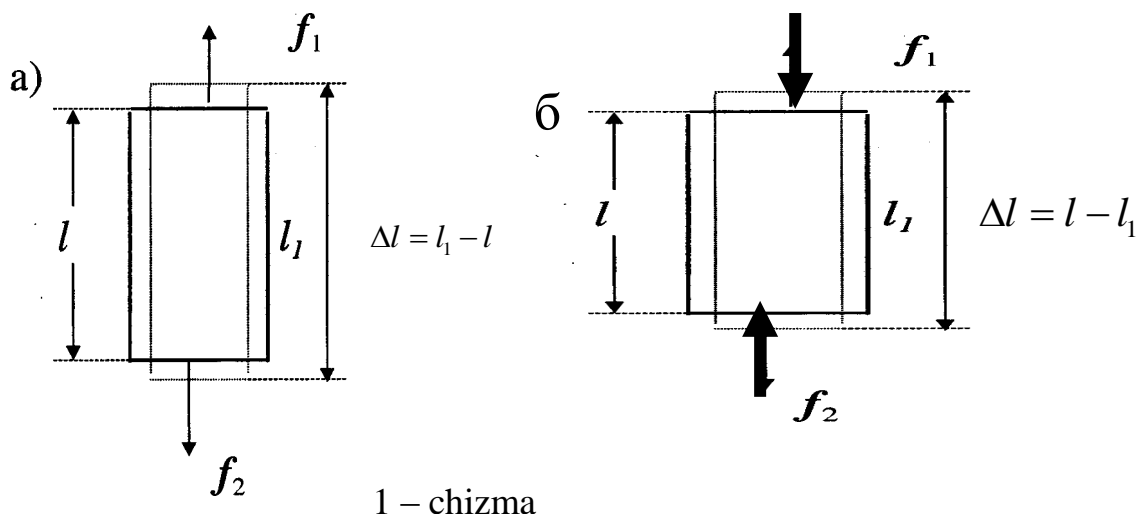
Kuchlar ta'sirida jismlar deformatsiyalanadi, ularning shakli va o'lchamlari o'zgaradi.

Agar deformatsiyani yuzaga keltirgan kuchning ta'siri to'xtagandan keyin jism o'z shaklini va o'lchamlarini qayta egallasa, bunday deformatsiya - **elastik deformatsiya** deyiladi, yoki deformatsiyani yuzaga keltiruvchi kuch aniq chegaradan ortiq bo'lmasa, deformatsiya elastik bo'ladi. Kuch ta'siri to'xtagandan keyin saqlanib qoladigan qoldiq plastik deformatsiyani vujudga keltiradi.

Qattiq, jism deformatsiyasi ikki asosiy deformatsiyaga: chuzilish (yoki siqilish) va siljish (yoki buralish) deformatsiyalariga bo'linadi.

### BO'YLAMA CHO'ZILISH YOKI BIR TOMONLAMA SIQILISH

Agar bir jinsli sterjenga o'qi va butun kesim bo'ylab tekis taqsimlangan  $f_1$  va  $f_2$  ( $f_1 = f_2 = f$ ) kuchlar qo'yilgan bo'lsa u holda sterjenning  $l$  uzunligi (+) cho'zilish, (-) siqilish natijasida  $\Delta l$  orttirma oladi. (1 - a, b chizma):



1<sup>a</sup> - chizma Sterjenning deformatsiyasini xarakterlash uchun uning uzunligining nisbiy o'zgarishini

$$E = \frac{\Delta l}{l} \quad \text{deb olish qulay} \quad (1)$$

Materialdan yasalgan sterjenlar uchun elastik deformatsiya vaqtidagi nisbiy uzayish sterjen ko'ndalang kesimi yuzi birligiga to'g'ri keluvchi kuchga proporsional bo'ladi.

$$E = \lambda \frac{f}{s} \quad (2)$$

$$\frac{f}{S} = \sigma \quad (3).$$

kuchlanish deyiladi.

Agarda kuch sirtga o'tkazilgan me'yor bo'ylab yo'nalsa, kuchlanish ( $\sigma$ ) me'yoriy kuchlanish deyiladi.

Agar kuch sirtga o'tkazilgan o'rinma bo'ylab yo'nalsa, kuchlanish ( $\tau$ ) tangensial kuchlanish deyiladi.

(3) va (2) dan quyidagi tenglama hosil bo'ladi.

$$\varepsilon = \lambda \cdot \sigma \quad (4)$$

Materialning elastik xossalarini xarakterlash uchun  $\alpha$  bir

katorda unga teskari bo'lgan  $E = \frac{1}{\alpha}$  kattalik ishlatiladi.

Bu kattalik YUNG moduli, deb ataladi. (4) dan  $\alpha$  ni Ye bilan almashtirsak:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad \text{hosil bo'ladi} \quad (5) \quad (1)$$

va (5) ni hisobga olib, (3) ni quyidagicha yozamiz.

$$f = \sigma \cdot s = E \cdot \varepsilon \cdot s = \frac{E \cdot s}{l} \cdot \Delta l = k \Delta l \quad (6)$$

$$k = \frac{E \cdot s}{l} \quad (6^a)$$

$k$  - berilgan sterjen uchun o'zgarmas kattalik. (6) formula elastiklik yoki deformatsiya kuchi bo'lib Guk qonunini ifodalaydi. Bu qonun elastiklik chegarasida bajariladi. (6) ga asosan deformatsiya (cho'zilish) sterjenga ta'sir etuvchi kuchga proporsionaldir. Deformatsiya (1<sup>b</sup>-chizma) vaqtida sterjen uzunligining nisbiy ko'ndalang kengayishi yoki siqilishi quyidagicha aniklanadi:

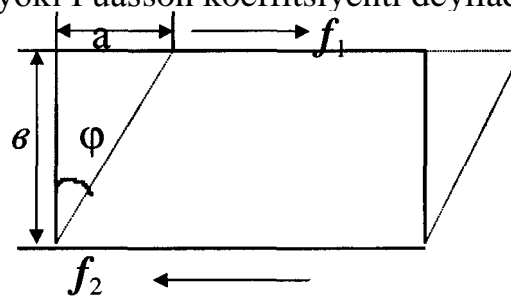
$$\varepsilon' = \frac{\Delta d}{d} \quad (7)$$

$\varepsilon$  bilan  $\varepsilon'$  ishorasi doim har xil cho'zilishda  $\Delta l(+)$ ,  $\Delta d(-)$ , siqilish uchun  $\Delta l(-)$ ,  $\Delta d(+)$ , bo'ladi. Tajriba  $\varepsilon'$  ning  $\varepsilon$  ga proporsional ekanini ko'rsatadi:

$$\varepsilon' = -\mu \varepsilon \quad (8)$$

$\mu$  - materialning xossasiga bog'liq, bo'lgan musbat koeffitsiyent.

U ko'ndalang siqilish yoki Puasson koeffitsiyenti deyiladi. Siljish (2-chizma).



2 - chizma

$f_1$  va  $f_2$  parallel kuchlar ta'sirida tangensial kuchlanish:

$$\tau = \frac{f}{s} \quad (9)$$

yuzaga keladi.

$$\gamma \frac{a}{b} = \operatorname{tg} \varphi \quad (10)$$

$\gamma$  - nisbiy siljish:

$\operatorname{tg} \varphi \approx \varphi$ ,  $\gamma = \varphi$ . Nisbiy siljish  $\tau$  ga proporsional

$$\gamma = \frac{1}{G} \tau \quad \text{siljish moduli} \quad (11)$$

$$\varphi = kM \quad (12)$$

Bu burilish deformatsiyaning kattaligi.  
M-aylantiruvchi moment deyiladi.

### ELASTIK DEFORMATSIYASI ENERGIYASI

Elastik holda cho'zilgan (siqilgan) sterjenning energiyasini hisoblab chiqaylik.  
Cho'zish vaqtida sterjenga (6) kuch bilan ta'sir ko'rsatilsa bu kuchning ishi

$$A = \int_0^{\Delta l} f dx \quad \text{bo'ladi} \quad (13)$$

$x$  - sterjenning absolyut uzayishi,  $x$ - uzayishga mos keluvchi  $f$  kuch (6) asosan:

$$f = kx = \frac{E \cdot S}{l} x \quad (14)$$

Demak, 
$$A = \int_0^{\Delta l} \frac{E \cdot S}{l} x dx = \frac{E \cdot S}{l} \cdot \frac{\Delta l^2}{2} = U \quad (15)$$

(15) ni surat va maxrajini  $l$  ga ko'paytirib,  $\Delta l/l$  -  $\varepsilon$  bilan almashtirib,  $S \cdot l = V$  deb,

$$U = \frac{E \varepsilon^2}{2} \cdot V \quad (16)$$

Energiya zichligi: 
$$U = \frac{\Delta U}{\Delta V} \quad (17)$$

orqali aniqlanadi.

**Sterjen bir jinsli va deformatsiya tekis bo'lganda, energiya sterjenda o'zgarmas zichlik bilan tekis taqsimlanadi.**

$$U = \frac{U}{V} = \frac{E \cdot \varepsilon^2}{2} \quad (18)$$

(18) ifoda cho'zilish yoki siqilish vaqtidagi elastik deformatsiya energiyasining zichligi. Xuddi shunga o'xshash siljish vaqtidagi elastik deformatsiya energiyasining zichligi quyidagicha aniqlanadi:

$$U = \frac{G \gamma^2}{2} \quad (19)$$

## ISHQALANISH KUChLARI

Bir - biriga tegib va jismlar yoki jism qismlari bir-biriga nisbatan kuchgan vaqtda ishqalanish kuchlari yuzaga keladi.

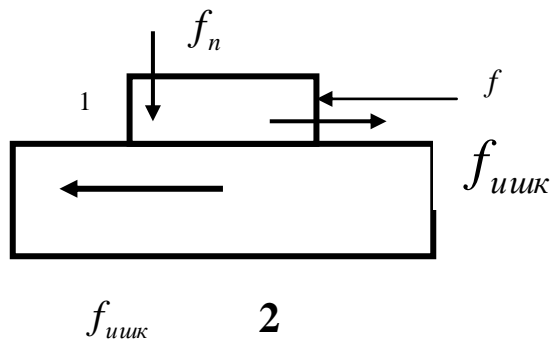
Qattiq jismlarda tashqi ishqalanish, suyuqlik yoki gazlarda ichki ishqalanish ro'y beradi.

Ikkita qattiq, jism (moy qatlami bo'lmaganda) sirlari orasidagi yoki muhit qatlamlari orasidagi ishqalanish quruq ishqalanish deyiladi.

Qattiq jism bilan suyuq yoki gazsimon muhit orasidagi yoki muhit qatlamlari orasidagi ishqalanish qovushoq yoki suyuq ishqalanish deyiladi.

## QURUQ ISHQALANISH

Agar ikki jism fakat  $f$  kuch ta'sirida bo'lsa, sirpanish ishqalanish ro'y beradi. Agarda ikki jism  $f_n$  kuch ta'sirida bo'lsa, tinch holatdagi ishqalanish ro'y beradi, (3-chizma):



3 – chizma

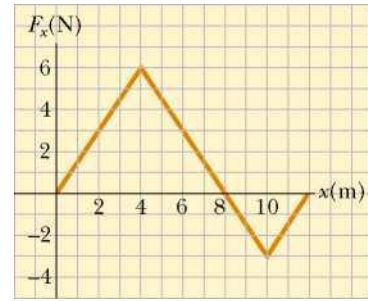
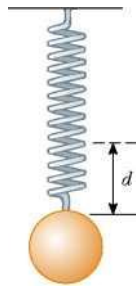
$$f_{uuk} = -f_{uuk} \quad (1)$$

Bu yerda ishqalanish qonuni quyidagicha:

$$f_{uuk} = kf_n \quad (2)$$

(2) da  $k$  - ishqalanish koefitsenti u ishqalanayotgan sirlarning tabiatiga va holatiga masalan, g'adir-budirligiga bog'liq. Sirpanish uchun ishqalanish koefitsenti tezlik funksiyasidir.

( $k_{m.m}=0.1-0.2$ ;  $k_{Y_o.M}=0.5$ ;  $k_{Y_o.Y_o}=0.6$ ;  $k_{m.charm}=0.6$ )



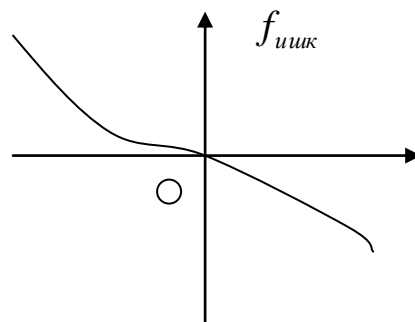
## QOVUSHOOQ ISHQALANISH VA MUHITNING QARSHILIGI

Bu ishqalanishning quruq ishqalanishdan farqi shundaki, tezlik nolga aylanishi bilan qovushoq ishqalanish kuchi nolga aylanadi. Agarda jismlar suyuq yoki gazsimon muhitda harakatlanganda asl ishqalanish kuchlaridan tashqari yana muhitning qarshilik kuchlari deb ataluvchi kuchlar yuzaga keladi. Bu kuchlar ishqalanish kuchlariga nisbatan katta. Ishqalanish kuchining kattaligi jismning shakliga va o'lchamiga, jism sirtining holatiga, muhitga nisbatan tezligiga va qovushoqlik deb ataluvchi xossaga bogliq.

$$f_{\text{ishq}} = -k_1 V \quad (3) \quad \text{Bu kichik tezliklarda}$$

$$f_{\text{ishk}} = -k_2 V^2 \quad (4) \quad \text{Bu katta tezliklarda}$$

(-) ishora ishqalanish kuchi tezlikka teskari yo'nalgan. Ishqalanish kuchi bilan jismning muhitga nisbatan tezligi orasidagi bog'lanish grafiqi (4-chizma).



4 - chizma

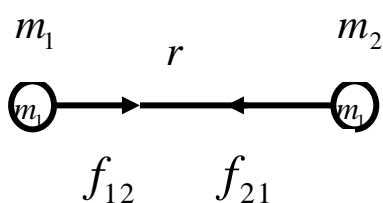
## BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI

Tabiatda hamma jismlar o'zaro bir-biriga tortishib turadi. Bu tortishish qonunini Nyuton kashf qilgan bo'lib, butun olam tortishish qonuni deb ataladi (5 - chizma).

Bu qonunga ko'ra ikkita jismning bir-biriga tortishish kuchi bu jismlarning massalariga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir.

$$f = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (1)$$

Bu yerda gravitatsion doimiy.



5 – chizma

Moddiy nuqta deb qarash mumkin bo'lmagan jismlarning o'zaro ta'sir kuchlarini aniqlash uchun ularni  $\Delta m$  ni elementar massalarga, ya'ni moddiy nuqta deb qabul qilsa bo'ladigan kichik hajmlarga bo'lib tashlash kerak (6-chizma).

(1)ga ko'ra 1 jismning  $i$  - elementar massasi, 2 jismning  $k$  - elementar massasiga:

$$\Delta f_k = \gamma \frac{\Delta m_i \cdot \Delta m_k}{r_{ik}^2} r_{ik} \cdot \delta up \quad (2)$$

kuch bilan tortiladi, bu yerda  $r_{ik}$  bir  $\Delta m_i$  dan  $\Delta m_k$  ga qarab yo'nalgan birlik vektor.  $r_{ik}$  elementar massalar orasidagi masofa (2)dan  $k$  ning barcha qiymatlari bo'yicha yig'indisi, 2-jism tomonidan 1 - jismga tegishli elementar massaga ta'sir ko'rsatuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisini topamiz:

$$\Delta f_{12} = \sum_k \gamma \frac{\Delta m_i \cdot \Delta m_k}{r_{ik}^2} \cdot r_{ik} \delta up \quad (3)$$

(3) ni  $i$  indeksning barcha qiymatlari bo'yicha yig'indisini olib, birinchi jismning barcha elementar massalariga qo'yilgan kuchlarni qo'shib, 2 jismning 1 jismga ta'sir kuchini topamiz:

$$\Delta f_{12} = \sum_i \sum_k \gamma \frac{\Delta m_i \cdot \Delta m_k}{r_{ik}^2} \cdot r_{ik} \delta up \quad (4)$$

(4) da Nyutonning 3-qonuniga ko'ra, 1-jism 2-jismga  $f_{12}$  ga teng bo'lgan  $f_{21}$  kuch bilan ta'sir ko'rsatadi. (4)-asosan:

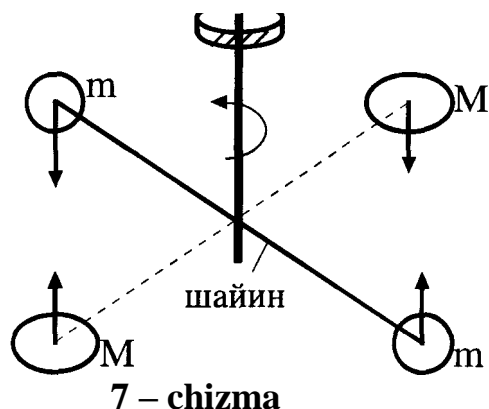
$$f_{12} = \gamma \frac{m_i \cdot m_k}{r^2} \cdot r_{i2} \delta up \quad (5)$$

Bu yerda  $m_1$  va  $m_2$  - sharlarning massalar  $r$ - ularning markazlari orasidagi masofa,  $r_{12}$  bir 1-sharning markazidan 2-sharning markaziga qarab yo'nalgan birlik vektor.

$\gamma$  = qiymati ma'lum massali jism, o'zaro tortilish kuchini o'lchash bilan topilgan. Har birining massasi 100 kg dan bo'lgan va bir biridan 1 m masofada turgan 2-jism  $10^{-6}$  N, ya'ni  $10^{-4}$  G kuch bilan ta'sirlashadi.  $\gamma$ -ni birinchi bo'lib Kavendish 1798 yilda tajribada aniqladi (7-chizma). U sezgir burama tarozidan foydalanadi. Yengil shaynga 2 ta qo'rg'oshin shar,  $m$ - massasi 729 grammdan  $M$  massa 158 kgdan bo'lganda:

$\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg} \cdot \text{s}^2$ ; ga teng bo'lib chiqadi.

sozlash vinti



### INERT MASSA VA GRAVILYATSION MASSA

Massa Nyutonning 2-qonunida va butun olam tortishish qonunida ishtirok etadi.

Birinchi holda jismning inert xossasini xarakterlasa, 2 - holda gravitatsion xossalarini xarakterlaydi.  $m$  - inert massa,  $Mg$  - gravitatsion (tortishuvchi) massa.

Geliotsentrik sanoq tizimda jismning erkin tushishini qarab chiqaylik.

Harakatdagi jismga yer sirtining yaqinida yerning tortishish kuchi ta'sir ko'rsatadi. Bu kuch (5) ga asosan quyidagicha:

$$f = \gamma \frac{m_q \cdot M_{ep}}{R_{ep}^2} \quad (1)$$

$Mg$  - berilgan jismning gravitatsion massasi;  $M_{er}$  - Yerning gravitatsion massasi,  $R_{er}$  - Yer sharining radiusi. Bu kuch ta'sirida jism a tezlanish oladi.



$$a = \frac{f}{M_{in}} = \gamma \frac{M_{Ep} \cdot m_g}{R_{Ep}^2 \cdot M_{in}} \quad (2)$$

g ning bir xilligidan, a ning bir xilligi kelib chikdsi,  $\gamma \frac{M_{Ep}}{R_{Ep}^2}$  ko'paytuvchi ham barcha jismlar uchun bir xil. Hamma jismlarning inert va gravitatsion massalari qat'iy bir-biriga proporsional. Bu massalarning ayniyligi Eynshteyn nisbiylik nazariyasiga asos qilib olingan:

$$\text{Agarda } m_g = m_{in}, \text{ bo'lsa (2) ni } a = \gamma \frac{M_{Ep}}{R_{Ep}^2} \quad (3)$$

deb yozish mumkin.

$a$ ,  $R_{er}$  va  $\gamma$  larning o'lchangan qiymatlari qo'yilsa, yerning massasi  $5,98 \cdot 10^{24}$  kg qiymatga teng ekanligi kelib chiqadi.

Agarda yer orbitasining  $R_{er}$  raiusi va yerning quyosh atrofida to'la aylanish vaqti  $T$  ma'lum bo'lsa, quyoshning  $M_q$  massasini topish mumkin.

Yerning tezlanishi  $\omega^2 R_{ep}$  ( $\omega = 2\pi / \tau$ ) ga teng.

Yerning kuyoshga tortilish kuchi:

$$M_{Ep} \cdot \omega^2 \cdot R_{op} = \gamma \frac{M_{Ep} \cdot M_k}{R_{op}^2} \quad (4)$$

(4) dan quyosh massasini hisoblab chiqarish mumkin.

### **Mexanik ish. Quvvat. Energiya. Kinetik va potensial energiya. Energiyaning saqlanish qonuni.**

Mexanik ish. Energiya. Kinetik va potensial energiya. Energiyaning saqlanish qonuni.

$f$  kuchning  $S$  yo'lda ko'rsatgan ta'sirini ish deb ataluvchi kattalik bilan xarakterlanadi.

$$A = F_s S \quad F_s = f \quad (1)$$

yoki ;

$$A = f S \cos \alpha \quad (2)$$

$\alpha - f$  kuch bilan  $S$  ko'chish o'rtasidagi burchak.

Agarda;  $\cos \alpha > 0$ , (+) ish

$\cos \alpha < 0$ , (-) ish

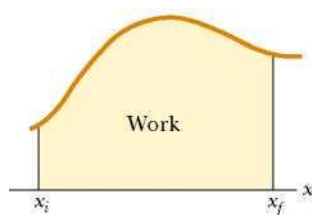
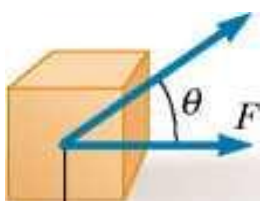
$\alpha = \frac{\pi}{2} = 90^\circ$ , nol ish bo'ladi. Elementar qismda kuchning bajargan ishi:

$$\Delta A = f_s \Delta S \quad (3)$$

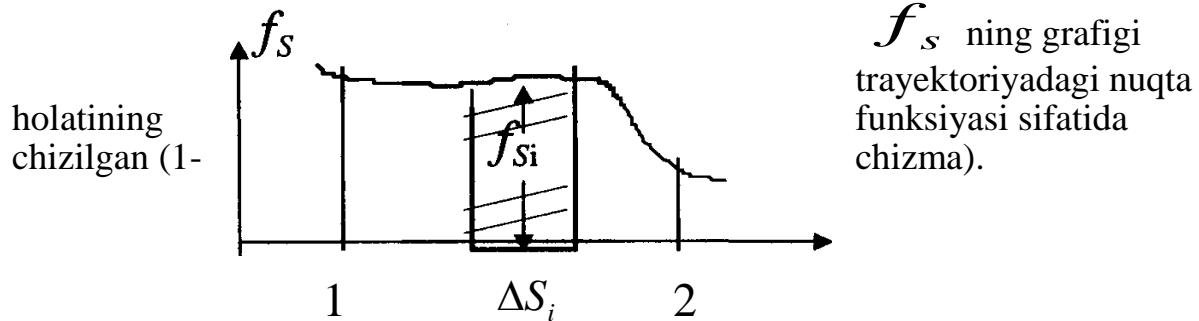
$S$  yo'lda bajarilgan butun ish, elementar ishlarning yigindisiga teng:

$$A = \sum \Delta A_i = \sum f_{si} \cdot \Delta S_i \quad (4)$$

Barcha  $\Delta S$  lar nolga intilganda ishning aniq qiymati quyidagicha bo'ladi:



$$A = \lim_{\Delta S_i \rightarrow 0} \sum f_{si} \cdot \Delta S_i = \int_s f_s ds \quad (5)$$



1 – chizma

Ish birliklari: HB — da  $f = 1H$ ,  $S=1m$ , (1) dan  $A=1n$ ,  $m=1j$ ,  
 $1j=1n$ ,  $m=10^5dn$ ,  $10^2cm=10^7dn$ ,  $sm=10^7erg$ ,  $1erg=10^{-7}$   
 $1kg.kuch\ m=9.81n1m=9.81j$

## QUVVAT

Mexanizmning vaqt birligi ichida ish bajara olish qobiliyati quvvat deyiladi.

$$N=W=\frac{\Delta A}{\Delta t} \quad (1)$$

Kichik  $\Delta t$  vaqt ichida, bajarilgan  $\Delta A$  ish bir xil bo'lmasa, quvvat vaqt bo'yicha o'zgaruvchan bo'ladi. Quvvatning oniy qiymati:

$$N = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt} \quad (2)$$

Agarda  $dA = f \cdot ds$  (3)

bo'lsa, quvvatni kuch va tezlik orqali quyidagicha yozish mumkin:

$$N = \frac{dA}{dt} = \frac{f \cdot ds}{dt} \quad (4)$$

$$\frac{ds}{dt} = V \quad N = f \cdot V \quad (5)$$

## QUVVAT BIRLIKLARI.

HB - da  $A=1j$ ,

$t = 1c$

$$N = \frac{A}{t} = 1 \frac{\text{жс}}{c} = 1 \text{ вт}$$

1 j = 10<sup>7</sup> erg    1 vt = 10<sup>7</sup>erg/s sistemada quvvat birligi. Ot kuchi (O. K) 1 s 75 kg KuchM ga teng.

1. O.K. = 75 kg.kuch 9,81 NM = 736 Vt
2. 1 O.K = 736 Vt

Kuchlarning potensial maydoni. Konservativ va nokonservativ Kuchlar.

Agarda fazoning har bir nuqtasida jismga boshqa jismlar, nuqtadan nuqtaga qonuniyat bilan o'zgarib boruvchi kuch bilan ta'sir qilib tursa, jism kuchlar maydonida deyiladi.

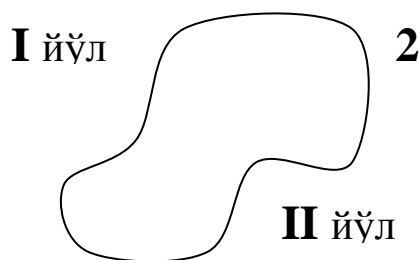
M: Yer sirtiga yaqin joyda jismga og'irlik kuchlari ta'sir qiladi, ya'ni: P=mg.

Agarda, jismning vaziyatiga bog'lik bo'lgan kuchlar uchun ular jism ustida bajarilayotgan ish yo'lga bog'lik bo'lmasdan, faqat jismning fazodagi boshlang'ich va so'ngi holatlariga bog'lik bo'lib qolsa, bu kuchlar maydoni potensial maydon, kuchlarning o'zi esa **konservativ** kuchlar, deb ataladi.

Bajargan ishi jismning bir holatdan ikkinchi holatga qanday yo'l bilan o'tganligiga bog'lik bo'lgan kuchlar nokonservativ kuchlar deyiladi.

Konservativ kuchlarning istalgan yopiq yo'lda bajargan ishi nolga teng bo'ladi.

Potensial maydonda turgan jism aylanib o'tgan yopiq yo'lni ikki qismiga bo'lamiz:



$$A=(A_{12}) I=(A_{21}) II \quad (1)$$

$$(A_{21}) II = - (A_{12}) I \quad (2)$$

$$A=(A_{12}) I \cdot (A_{12}) II \quad (3)$$

**1**                      **2 - chizma**

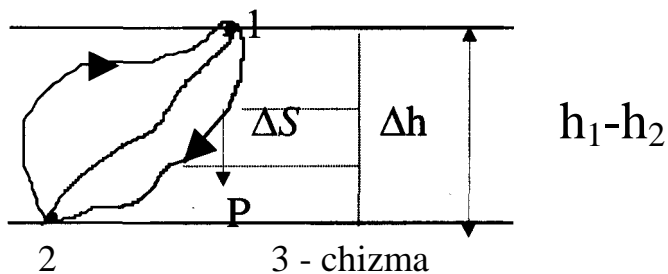
Kuchlarning potensial maydonida bajarish ishi yo'lga bog'lik emas, ya'ni  $(A_{12})I=(A_{12})II$  (2-chizma). Demak, (3) ifoda nolga aylanadi.

Ishqalanish kuchlarining  $\Delta t$  vaqtda bajargan ishi:

$$\Delta A = -fV\Delta t \quad (4)$$

$f$  va  $V$  vektorlar doimo qarama-qarshi . Ishqalanish kuchlar ishi

$f$  doimo manfiy. Yopiq yo'lda noldan farqli ishqalanish kuchlar nokonservativ ku  
Og'irlik kuchlari maydoni. Potetsial maydon ekanligini isbotlaylik:



Jismga trayektoriyaning istalgan nuqtasida ta'sir etuvchi kuch bir xil –  $P = mg$  qiymatga ega bo'lib, vertikal bo'ylab patsga yo'nalgan bo'ladi. Bajarilgan ish:

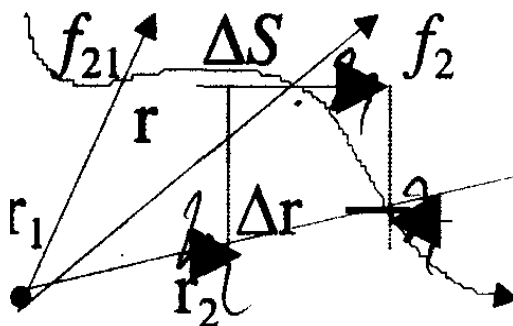
$$A = P(h_1 - h_2) = mg(h_1 - h_2) \quad (5)$$

Bu ifoda yo'lga bog'liq, emas, demak og'irlik kuchlari maydoni potetsialdir.  
Markaziy kuchlar maydoni ham potetsial maydon hisoblanadi.

$\Delta S$  to'la bajarilgan ish:

$$\Delta A = f(r)\Delta S_f \quad (6)$$

$$\Delta S_f = \Delta r \quad \Delta A = f(r)\Delta r \quad (7)$$



4 - chizma

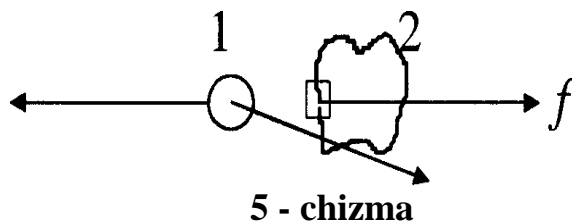
Butun yulda bajarilgan ish.'

$$A = \sum \Delta A_i = \lim_{\Delta r_i \rightarrow 0} \sum_{r=r_1}^{r=r_2} f(r_i)\Delta r_i = \int_{r_1}^{r_2} f(r)dr \quad (8)$$

Trayektoriyaning ko'chishiga bog'lik emas, shu kuchlarning markaziy madoni potetsial maydondir.

## ENERGIYA ENERGIYANING CAQLANISH QONUNI

Jismning yoki jismlar sistemasining ish bajarish qobiliyatini xarakterlovchi fizik kattalik **energiya** deyiladi. Energiya ikki xil bo'ladi. Kinetik energiya — xarakat energiyasi, potensial energiyani esa — holat (vaziyat) energiyasi deb ataladi.



**Kinetik energiya.**  $V$  tezlik bilan xarakatlanuvchi  $m$  massali 1-jism 2 – jismga  $f$  kuch bilan ta'sir qiladi (5 - chizma).  $dt$  vaqt ichida kuch qo'yilgan nuqta  $dS=V, dt$  ga ko'chadi. 1-jism 2 - jism ustida:

$$dA = f ds = f Vdt \text{ ish bajardi. (1)}$$

1 - jism bajargan ish kinetik energiyaning kamayishi tinglanadi:

$$dA = - dK \quad (2)$$

(1)va (2) dan

$$dK = - f Vdt \text{ bo'ladi. (3)}$$

Nyutonning 3 qonuniga binoan 2  $\rightarrow$  1 jismga  $f' = - f$  kuch bilan ta'sir ko'rsatganligi tufayli, 1 - jismning tezligi  $dt$  vaqt ichida quyidagi orttirma oladi:

$$dv = \frac{1}{m} f' dt = -\frac{1}{m} f dt \quad (4)$$

(4) ni 2-la tomonini  $mV$  ga ko'paytiramiz:

$$mv \cdot dv = fVdt \quad (5)$$

bo'ladi.

(3) va (5) dan:

$$dk = mVdV = d \frac{(mV^2)}{2} \quad (6)$$

(6) ni integrallash  $K = \frac{mV^2}{2} + \text{const}$  ifodaga olib keladi.

$$K = \frac{mV^2}{2} \quad (7)$$

yoki:

$$K = \frac{P^2}{2m} \quad (8)$$

$$A = K_2 - K_1 \quad (9)$$

### potensial energiya

Kuchlar potensial maydonida turgan jismni moddiy nuqtani qarab chiqaylik. Maydonning har bir nuqtasi  $g$  radius vektor bilan xarakterlanadi.  $U(g)$  funksiyasi.

Boshlang'ich 0 nuqtada  $U_0$  keyingi qiymat  $U_1$  jism 1 nuqtadan 0 nuqtaga ko'chayotganda maydon kuchlari jism ustida bajargan ish  $A_{10}$  ni qo'shamiz:

$$U_1 = U_0 + U_{10} \quad (1)$$

$U(r)$  ning 2 nuqtadagi qiymati:

$$U_2 = U_0 + A_{20} \quad (2)$$

bo'ladi.

(1) va (2) dan  $A_{20} = -A_{02}$

$$U_1 - U_2 = (U_0 + U_{10}) - (U_0 + A_{20}) = A_{10} - A_{20} = A_{10} + A_{20} \quad (3)$$

$A_{10} + A_{20}$  yig'indisini to'g'ridan-to'g'ri  $A_{12}$  teng.

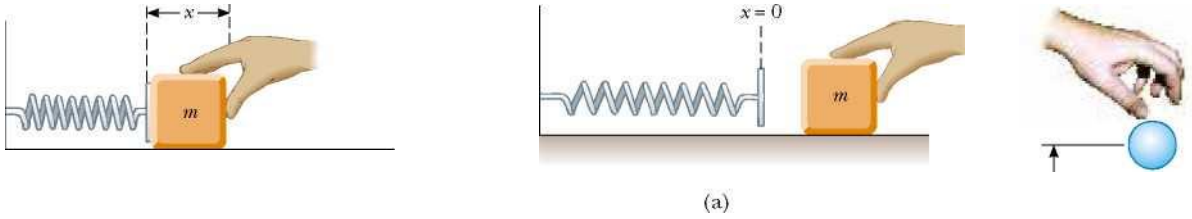
$$U_1 - U_2 = A_{12} \quad (4)$$

Jism ustida maydon kuchlari ixtiyoriy yo'lda bajargan ishi 1-2 yo'lda  $U(r)$  funksiyaning kamayishiga teng.  $U(r)$  funksiya mexanik energiyaning potensial energiyasi - deb ataladi.  $U(r)$  funksiyaning og'irlik kuchi maydonida yer sirti yaqinida  $m$  massali jismning potensial energiyasi quyidagicha:

$$U = mgh = P \quad (5)$$

Prujina potensial energiyasi quyidagicha:

$$U = \frac{kx^2}{2} = P \quad (6)$$



## JISMLAR SISTEMASINING TO'LA MEXANIK ENERGIYASI

$$Y_e = \frac{mV^2}{2} + mgh \quad (1)$$

Potensial va kinetik energiyalar bir-biriga aylanishi mumkin.

**M:** tushishning oxirida jismning tezligi,

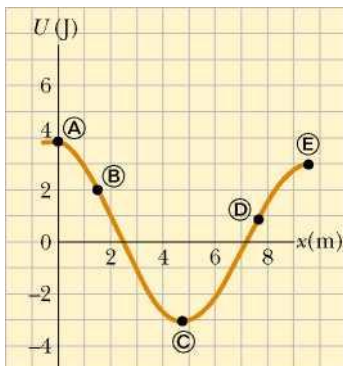
$$v = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

demak, kinetik energiyasi

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m(\sqrt{2gh})^2}{2} = mgh \quad (3)$$

$h=0$  da potensial energiya nolga tenglashadi. Konservativ kuchlar ta'sir etayotgan  $N$  ta jismdan tashkil topgan sistemaning to'la mexanik energiyasi, butun sistemaning potensial va kinetik energiyasidan tashkil topadi.

$$Y_e = U_{\Pi} + K = U_{\Pi} + \sum_{i=1}^N \frac{m_i \cdot V_i^2}{2} \quad (4)$$





## ENERGIYA NING SAQLANISH QONUNI

Jismlarning vaziyatiga bog'lik bo'lganda, konservativ kuchlar bajargan ish potensial energiya qiymatlarining ayirmasiga teng keladi:

$$A_{12} = U_1 - U_2 \quad (1)$$

$\Pi_1 \quad \Pi_2$

sistemaga ichki konservativ kuchlardan  $(A_{12})_i + A_i' = (K_2)_i - (K_1)_i$  tashqari, tashqi kuchlar  $(A^1)$  ta'sir ko'rsatadi. To'la ish kinetik energiyaning ortishiga sarf bo'ladi:

$$(A_{12})_i + A_i' = (K_2)_i - (K_1)_i \quad (2)$$

(2) ifodaning butun jismlar bo'yicha yig'indisi,

$$\sum (A_{12})_i + \sum A_i' = \sum (K_2)_i - \sum (K_1)_i \quad (3)$$

(3)da chap tomonda 1 - xad (1)ga teng, 2 - xad A'ra, ung tomoni  $K_2 - K_1$  ga teng

U vaqtda:

$$P_1 - P_2 + A' = K_2 - K_1 \quad (4)$$

bo'ladi yoki gruppalab;

$$(K_2 + P_2) - (K_1 + P_1) = A' \quad (5)$$

hosil bo'ladi, ya'ni :

$$E = K + \Pi \quad (6) \quad \text{kiritsak,}$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = A' \quad (7)$$

kelib chiqadi.

Shunday qilib, oralarida konservativ kuchlar ta'sir etayotgan jismlar sistemasi to'la energiyaning orttirishi sistema jismlariga qo'yilgan tashqi kuchlarning bajargan ishiga teng.

Agar yopiq sistema bo'lsa, (7) ga binoan  $\Delta Y_e = 0$

$$Y_e = \text{const} \quad (8)$$

(7) va (8) dan energiyaning saqlanish qonuning mohiyati quyidagicha:

Oralarida faqat konservativ kuchlar ta'sir etayotgan jismlar yopiq sistemasining to'la mexanik energiyasi o'zgarmaydi.

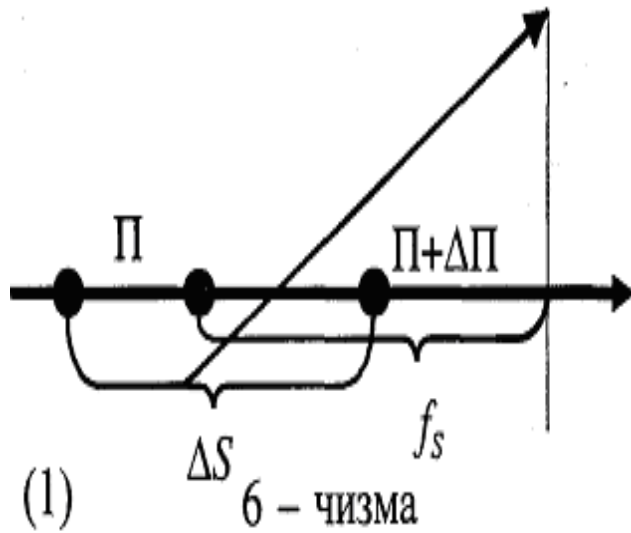
Nokonservativ kuch tashqi kuchlar deb qaralganda:

$$Y_{e_2} - Y_{e_1} = A_{n-k} \quad (9)$$

## POTENSIAL ENERGIYA BILAN KUCH ORASIDAGI BOG'LANISH.

Potensial maydonning har bir nuqtasiga, jismga ta'sir etuvchi  $F$  kuchning biror qiymati mos kelsa, 2 - tomondan  $P$  potensial energiyaning ham bir qiymati

mos keladi (6-chizma). Demak, kuch bilan potensial energiya orasida ma'lum bog'lanish mavjud.



Jism ni  $\Delta S$  masofaga siljigan vaqtdagi maydon kuchlari bajargan ish  $\Delta A$ .

$$\Delta A = f_s \cdot \Delta S \quad (1)$$

$$\Delta A = -\Delta \Pi \quad (2)$$

(1) va (2) dan

$$f_s \cdot \Delta S = -\Delta \Pi \quad (3)$$

$$f_s = \frac{\Delta \Pi}{\Delta S}$$

ifoda  $f_s$  ning  $\Delta S$  da o'rtacha qiymati  $f_s$  berilgan nuqtadagi qiymatni topish uchun limitga o'tiladi.

$$f_s = -\lim \frac{\Delta \Pi}{\Delta S} \quad (5)$$

$P, S$  o'q, bo'ylab ko'chganda emas, balki, boshqa yo'nalishlar bo'ylab ko'chganda ham (5)dagi limit  $P$  dan  $S$  bo'yicha xususiy hosiladan iborat bo'ladi.

$$f_s = \frac{\partial \Pi}{\partial S} \quad (6)$$

Bu  $x, y, z$  dekart koordinata o'qlari uchun ham o'rinli.

$$f_x = -\frac{\partial \Pi}{\partial X}, f_y = -\frac{\partial \Pi}{\partial Y}, f_z = -\frac{\partial \Pi}{\partial Z} \quad (7)$$

$$f = \left( -\frac{\partial \Pi}{\partial X} i + \frac{\partial \Pi}{\partial Y} j + \frac{\partial \Pi}{\partial Z} k \right) \quad (8)$$

matematikada

$$\frac{\partial a}{\partial x} i + \frac{\partial a}{\partial y} j + \frac{\partial a}{\partial z} k \quad (9)$$

vektorni shu skalyarning gradiyenti deyiladi. a-x,y,z larning skalyar funksiyasi:

Demak, kuch potensial energiyaning teskari ishora bilan olingan gradiyentiga teng:

$$f = -grad\Pi \quad (10)$$

#### Adabiyotlar

1. Glencoe Science Physics. "principles and problems" 2012
2. Halliday Resnick "Fundamentals of Physics" 2012
3. Абдурахманов К.П., Эгамов У. Физика курси , 2011 й.
4. Огурцов Н.А. Курс лекций по физике, Харьков,2007.
5. Колмаков Ю.Н. Курс лекций по физике, Тула, 2002.
6. Оплачко Т.М.,Турсунметов К,А. Физика, Ташкент, 2007
7. Елифанов Г.И. Физика твердого тела. М. Высшая школа, 1977.
8. <http://phet.colorado.edu/>
9. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
10. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>
11. <http://school-collection.edu.ru>