Dinamika

Маъруза режаси

1. Dinamikaning asosiy vazifasi.
Nyutonning I qonuni

2. Nyutonning II qonuni. Massa tushunchai.
Massa jism inertligining o'lchovi sifatida.

3. Nyutonning III qonuni. Kuchlarning
teng ta'sir etuvchisi.

9. Impuls. Impulsning saqlanish qonuni

4. Elastiklik kuchi

5. Butun olam tortish qonuni.
Gravitatsiya kuchi. Og'irlik kuchi.

6. Jism og'irligining uning harakat
turlariga bog'liqligi

7. Ishqalanish kuchi

8. Bir nechta kuchlar ta'siri ostidagi
harakat

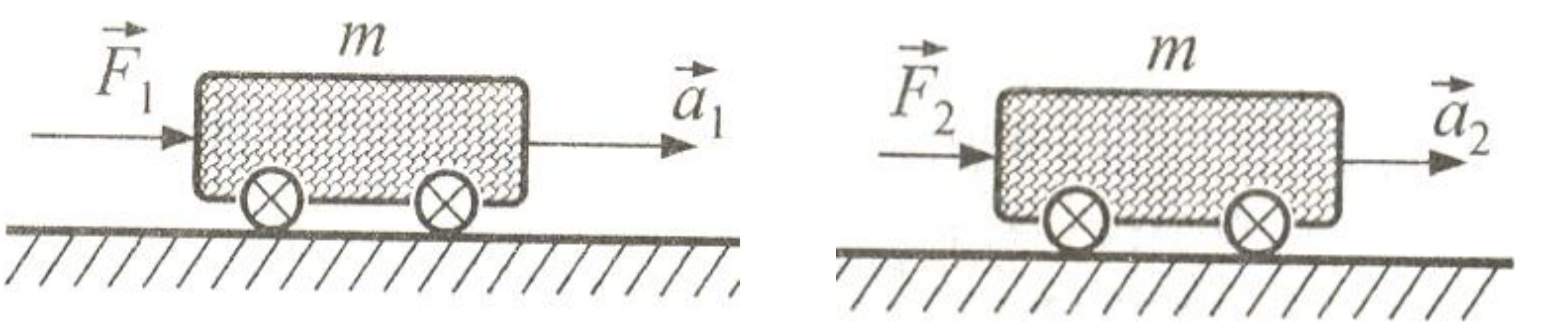
9. Impuls. Impulsning saqlanish qonuni

Mexanikaning harakatlarni, shu harakatlarni yuzaga keltiruvchi tashqi ta’sirlarga (kuchlarga) bog’lab o’rganuvchi bo’limi **dinamika** deb ataladi. Dinamikaning asosini Nyuton ochgan uchta qonun tashkil etadi. Dinamikaning bu qonunlarini kashfiyotchining sharafiga **Nyuton qonunlari** deb yuritiladi.I.Nyuton kashf etgan bu qonunlar 1687 yilda chop etilgan “Tabiat falsafasining matematik asoslari” kitobida bayon etgan.

Nyutonning birinchi qonuni bajariladigan sanoq sistemalari inersial sanoq sistemalari deyiladi. Nyutonning birinchi qonuni bajarilmaydigan sanoq sistemalari noinersial sanoq sistemalari deb ataladi.

Buyuk ingliz olimi I.Nyuton tajriba va kuzatishlarga asoslanib Galileyning inersiya qonunini harakatning umumiy qonunlari qatoriga qo’shib, uni dinamikaning birinchi qonuni deb atadi. Nyutonning birinchi qonuni quyidagicha ta’riflanadi: h**ar qanday jismga boshqa jismlar ta’sir etmasa, u o’zining tinch yoki to’g’ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.** Bu qonundan quyidagi xulosa kelib chiqadi, **agar jismga boshqa jismlar ta’sir etmasa, u kattaligi va yo’nalishi jihatidan o’zgarmas tezlik bilan harakat qiladi.** Har ikkala ta’rifda ham tezlanishning nolga tengligiga izoh berilyapti. Demak, tezlanishsiz sanoq sistemalarda Nyutonning birinchi qonuni bajariladi.

Inersiya qonunidan jism tezligining kattaligi va yo'nalishi bu jismga boshqa jismlarning ko'rsatadigan ta'siri natijasida o'zgaradi, degan xulosa kelib chiqadi. Tezlikning o'zgarishi tezlanish bilan tavsiflanadi. Demak, jismning tezlanishi bu jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatgan ta'sir natijasidir. Jism olgan tezlanishning tashqi qo'yilayotgan kuchga qanday bog'liq ekanligini aniqlash uchun quyidagi tajribani qarab chiqaylik. Massalari bir xil bo'lgan ikkita aravachaga modullari har xil bo'lgan kuchlar bilan ta'sir qilsak ular olgan tezlanishlari har xil ekanligini ko'ramiz (1-rasm).



Bu ikkala tajribaning natijasini umumlashtirib, quyidagi umumiy xulosaga kelamiz. Jismning olgan tezlanishi unga tasir etuvchi kuchga to'g'ri, jismning massasiga esa teskari mutanosib bo'ladi,yani

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

Bu ifodadan quyidagi xulosa kelib chiqadi: jismga ta'sir etuvchi kuch jismning massasi bilan shu kuch ta'sirida olgan tezlanishining ko'paytmasiga teng bo'ladi. Bu xulosa **Nyutonning ikkinchi qonuni** deb yuritiladi va quyidagicha ifodalanadi:

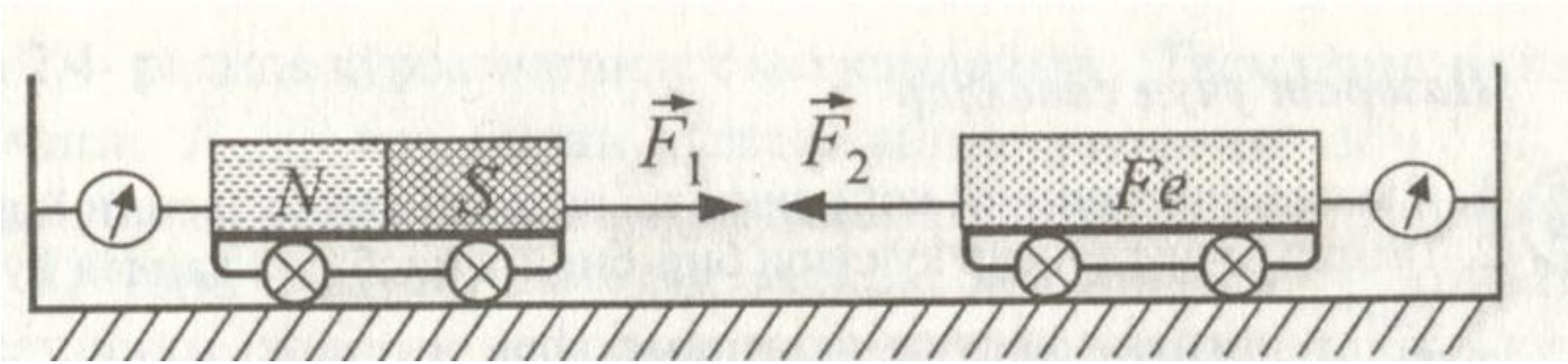
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Yuqorida qarab chiqilgan tajriba xulosasiga ko'ra kuchga quyidagicha ta'rif beramiz: **bir jismning ikkinchi jism tezligining o'zgarishiga, ya'ni tezlanish olishiga sababchi bo'lgan ta'sirni tavsiflovchi kattalik kuch deyiladi.**
Kuch birligi qilib XBSda Nyuton sharafiga 1N (Nyuton) deb atash qabul qilingan.

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

Massasi 1 kg bo'lgan jismga 1 m/s^2 tezlanish beruvchi kuchning qiymati 1N ga teng. **Kuch – vektor kattalikdir.** Kuch amalda dinamometr yordamida o'lchanadi.

Jismlarning bir-biriga ko’rsatadigan ta’siri o’zaro ta’sir deyiladi. Jismlarning bir-biriga o’zaro tasir ko’rsatishini quyidagi sodda tajriba orqali kuzatish mumkin. Silliq sirt ustidagi aravachalarning ikkalasiga ham dinamometr mahkamlangan bo’lsin (1-rasm). Agar aravachalardan birining



ustiga magnit o’zak, ikkinchisiga temir o’zakni qo’ysak, magnit o’zak temir bo’lakni o’ziga tortganligini ko’ramiz. Tajribada har ikkala dinamometr ko’rsatishlarining teng ekanligini ko’rsatdi, y’ani magnitning temirga tasir kuchi F_1, temirning magnitga tasir kuchi F_2 ga teng, lekin ular qarama-qarshi tomonga yo’nalgan. Demak, jismlar o’zaro ta’sir vaqtida bir-birlari bilan son jihatdan teng, yo’nalish jihatdan qarama-qarshi bo’lgan kuchlar bilan ta’sirlashadi. Bu xulosa **Nyutonning uchinchi qonuni** deb ataladi. Nyutonning uchinchi qonunining matematik ifodasi quyidagicha:

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

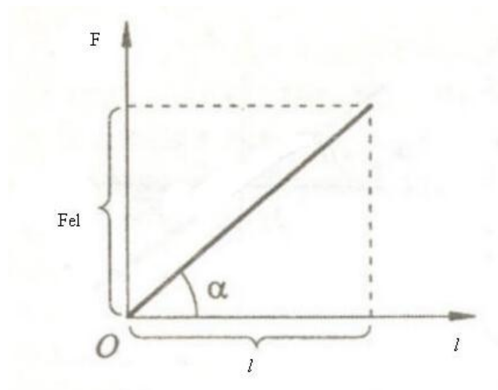
Jismga tashqi kuch qo'yilmaganda jismni tashkil etgan zarralar (atom yoki molekulalar) orasida o'zaro ta'sir (itailish va tortilish) kuchlari bir-birini muvozanatlab turadi. Agar jismga tashqi kuch qo'yilsa u holda jismni tashkil etgan zarralar bir-biriga nisbatan siljiydi, ular orasidagi masofa o'zgaradi va uning natijasida o'zaro tasir kuchlarining muvozanati buziladi. Zarralar bir-biridan uzoqlashganda tortishish kuchlari itarish kuchlaridan ustunlik qiladi va aksincha zarralar bir-biriga yaqinlashganda itarilish kuchlari tortishish kuchlaridan ustunlik qiladi. Oqibatda jismning har bir kesimida noldan farqli natijaviy ichki kuchlar paydo bo'ladi. Jismda yuzaga kelgan ichki kuchlarning yig'indisi, Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra, tashqi kuchga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi va bu kuch ***elastiklik kuchi*** deb ataladi.

Jismga tashqi kuch qo'yilganda jismning shakli yoki o'lchamlari o'zgarashi mumkin**. Tashqi kuch ta'sirida jismning shakli yoki o'lchamlarining o'zgarish hodisasi deformatsiya deb ataladi**.
Tashqi ko'rinishiga qarab cho'zilish, siqilish, buralish, egilish va buralish kabi deformatsiyalarni bir-biridan ajratish qiyin emas. Tabiatiga ko'ra deformatsiyalar elastic va noelastik (plastik) deformatsiyalarga bo'linadi. **Tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng deformatsiya yo'qolsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya deyiladi. Tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng ham jismda saqlanib qoluvchi deformatsiyalarga plastik yoki noelastik deformatsiya deyiladi**.

Deformatsiyalangan jismda hosil bo'ladigan elastiklik kuchining qanday kattaliklarga bog'liq ekanligini golland olimi G.Guk sodda tajiriba yordamida aniqlagan. U elastik moddadan yasalgan rezina tasmasini olib uning bir uchini osmaga mahkamladi (2-rasm). Bunda rezina tasmasinining dastlabki uzunligi l_0 ga teng bo'lsin. Tasmaning ikkinchi uchiga F tashqi kuch qo'yib cho'zsak, uning uzunligi $\Delta l = l - l_0$ *ga ortadi, bunda* l *– deformatsiyalangan paytdagi tasmaning uzunligi.* ***Δl* ning *moduliga mutlaq uzayish deb ataladi*.*Guk elastik deformatsiyada mutlaq uzayish tashqi kuchga to'g'ri mutanosib ekanligini tajribada aniqladi va quyidagi xulosaga keldi: deformatsiyalangan jismda hosil bo'ladigan elastiklik kuchi doim Δl mutlaq uzayishiga (yoki siqilishiga) to'g'ri proporsional bo'lib, jism zarralarining ko'chish yo'nalishiga qarama-qarshi yo'naladi. Bu xulosa Guk qonuni deb ataladi va bu qonunning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:***

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

(1) ifodaga ko'ra elastiklik kuchi mutloq deformatsiyaga to'g'ri mutanosib va F_{el} ning Δl ga bog'liqlik grafigi koordinata boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (3)-rasm). Prujinaning bikrligini F_{el} ning Δl ga bog'liqlik grafigidan foydalangan holda topish mumkin:



$$k = \frac{F_{el}}{\Delta l} = tg\alpha$$

Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi elastiklik kuchining kattaligi doimo jismga qo'yilgan tashqi kuchga teng bo'ladi. Masalan bikrligi k bo'lgan prujinaga massasi m ga teng bo'lgan yuk osilganda uning mutlaq uzayishi Δl ga teng bo'lib, muvozanat vaziyatida turgan bo'lsin. Bunda prujinaga ta'sir etayotgan tashqi kuchning moduli (og'irlik kuchi) elastiklik kuchiga teng bo'ladi:

$F_{el}=mg$ yoki $k\Delta l= mg$ (3)

(3) ifodaga ko'ra prujinaning bikrligi qo'yidagicha aniqlanadi:

$k=mg/\Delta l$ (4)

Bikrliklari har xil bo'lgan jism (prujina) larni bir-biriga ketma-ket yoki parallel ulanganda
hosil bo'lgan tizimning bikrligini hisoblashga to'g'ri keladi .

Bikrliklari mos ravishda $k_1, k_2, k_3, \ldots k_n$ bo’lgan n ta prujinaning ketma-ket ulanishidan hosil bo’lgan tizimning bikrligini hisoblaylik. Bu purjinalar mos ravishda $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \ldots \Delta l_n$ masofaga cho’zilganda (siqilganda) ularga $F = F_1 = F_2 = F_3 = \ldots = F_n$ elastiklik kuchlari ta’sir qiladi . Bunda prujinalar tizimining to’liq cho’zilishi (yoki siqilishi) $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \ldots + \Delta l_n$ ga teng bo’ladi.

$F=kl$, $$F_1 = k_1 \cdot \Delta l_1, F_2 = k_2 \cdot \Delta l_2, F_3 = k_3 \cdot \Delta l_3, \ldots F_n = k_n \cdot \Delta l_n$$

ifodalardan foydalangan holda

$$\frac{F}{k} = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_3}{k_3} + \ldots + \frac{F_n}{k_n}$$

$F=F_1=F_2=F_3=\ldots=F_n$ ekanligini hisobga olinsa, bu ifoda

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \ldots + \frac{1}{k_n}$$

$$k = k_1 + k_2 + k_3 + \ldots + k_n$$

Isaak Nyuton tomonidan kashf etilgan butun olam tortishish qonuni quyidagicha ta’riflanadi: **massalari *m_1* va *m_2* va massa markazlari orasidagi masofa *R* bo’lgan ikki jism orasida o’zaro tortish kuchi mavjud bo’lib, uning kattaligi jismlar massalarining ko’paytmasiga to’g’ri proposional, ularning massa markazlari orasidagi masofaning kvadratiga teskari proposionaldir**:

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

Bu yerda *G* - proporsionallik koeffisienti bo’lib, butun olam totishish doimiysi yoki gravitatsion doimiysi deb ataladi. (1) ifodani

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

,

Yer sirtida turgan *m* massali jismning Yer bilan tortishish kuchi (1) ifodaga ko’ra quyidagicha hisoblanadi:

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

$$g_{oy} = G\frac{M_{oy}}{R_{oy}^2} \qquad g_{mars} = G\frac{M_{mars}}{R_{mars}^2}$$

$$\upsilon = \sqrt{gR_{yer}}$$

Jism tomonidan tayanchga yoki osmaga ta'sir etuvchi kuchga jismning og'irligi deyiladi. Og'irlik kuchi esa yer tomonidan jismga ta'sir etuvchi kuchdir. Agar jism yerga nisbatan tinch tursa, gorizontal tekislik bo'ylab harakat qilsa yoki jism osilgan tayanch vertikal o'q bo'ylab tekis yuqoriga yoki tekis pastga harakatlansa, jismning og'irligi og'irlik kuchiga son jihatdan teng bo'ladi, ya'ni

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

Agar yuk osilgan tayanch vertikal o'q bo'ylab $\vec{a}$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakatlansa jismning og'irligi

$$P = mg + ma = m(g + a) \qquad (2)$$

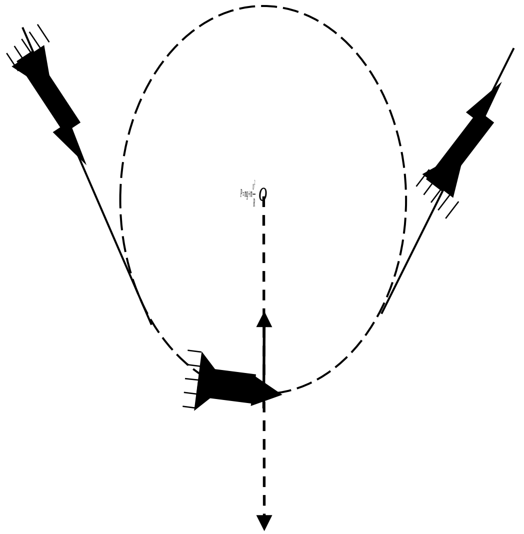
ifoda yordamida aniqlanadi. Demak, jism vertikal yuqoriga $\vec{a}$ tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakatlansa, uning og'irligi yerga nisbatan tinch yoki gorizontal tekislikda harakatlanayotgan jism og'irligiga nisbatan $m \cdot a$ qiymatga ortar ekan.

Agar yuk osilgan tayanch vertikal o'q bo'ylab $\vec{a}$ ($a<g$) tezlanish bilan pastga harakatlansa, uning og'irligi

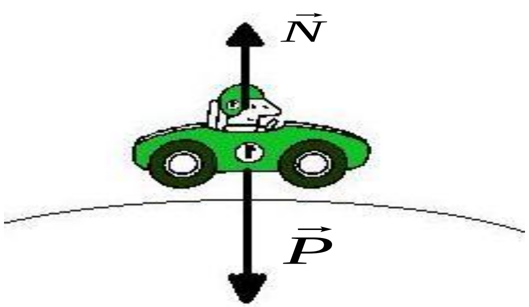
$$P = mg - ma = m(g - a) \qquad (3)$$

ifoda yordamida topiladi. Demak, jism vertikal pastga $\vec{a}$ tezlanish bilan harakatlanganda uning og'irligi yerga nisbatan tinch yoki gorizontal tekislikda harakatlanayotgan jism og'irligiga nisbatan $m \cdot a$ qiymatga kamayar ekan.

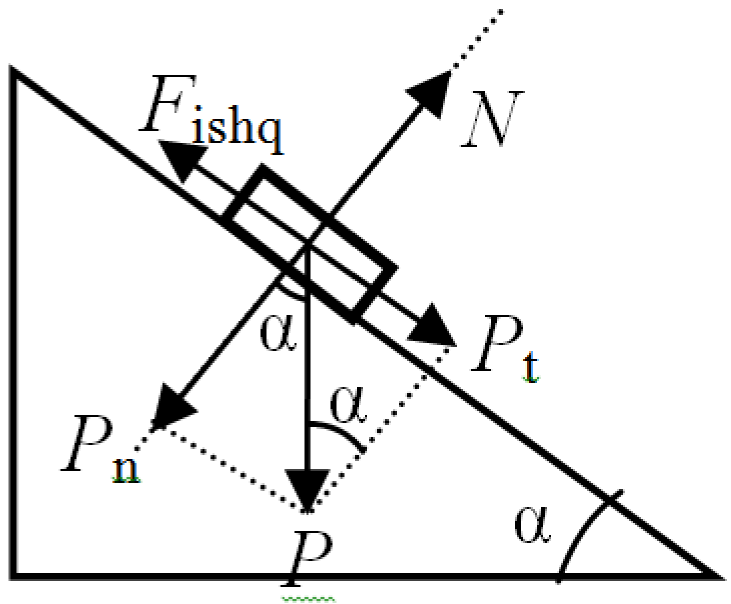
Ayni paytda cho'zilmas arqonga osilgan yukning og'irligi arqonning taranglik kuchiga teng bo'ladi.



$$P = mg + \frac{m\upsilon^2}{R} = m(g + \frac{\upsilon^2}{R})$$



$$P = mg - \frac{m\upsilon^2}{R} = m(g - \frac{\upsilon^2}{R})$$



$$\vec{F}_{ishq} = \mu_t \cdot \vec{N}$$

$$\vec{F}_{ishq} = \mu_t \cdot m\vec{g}$$

$$N = P_n = P\cos\alpha = mg\cos\alpha$$

$$\vec{F}_{ishq} = \mu_t \cdot m\vec{g} \cdot \cos\alpha$$

$$P_t = P\sin\alpha = mg\sin\alpha$$