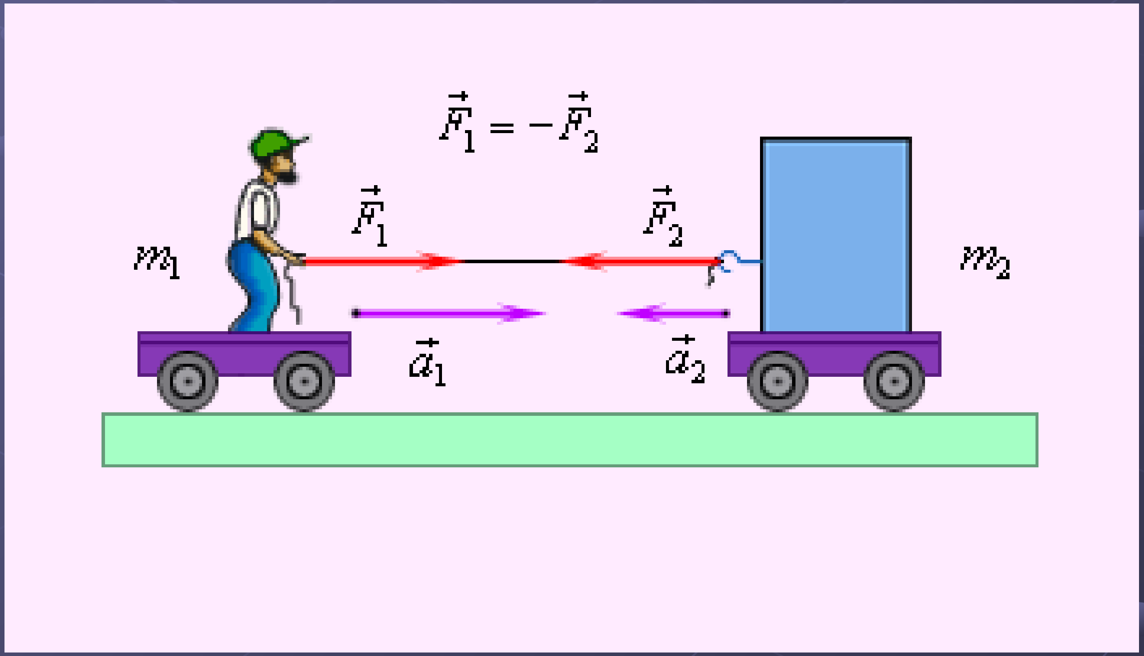
Nyuton qonunlari

<u>Tayanch so'z va iboralar:</u> Massa va uning birligi, kuch va uning birligi, og'irlik kuchi, erkin jism, inertlik, inersiya, inersial sanoq tizimi, Nyutonning birinchi qonuni, dinamikaning asosiy qonuni, impuls, ta'sir, aksta'sir, Nyutonning uchinchi qonuni, massa markazi, og'irlik markazi



Dinamikaning asosiy vazifasi. Klassik mexanikada holat tushunchasi.

Mexanikaning kinematika qismida harakat qonunlarini o’rganish bu harakatlarni yuzaga keltirgan sabablar bilan bog’lamagan holda olib boriladi. Mexanikaning dinamika bo’limida esa jismlar harakatini mazkur harakatni yuzaga keltiruvchi sabablar mohiyati bilan bog’lab o’rganiladi. Dinamikaning vazifasi asosan ikki qismdan iborat:

1) jism harakati ma’lum bo’lsa, unga ta’sir etuvchi kuchni aniqlash;

2) jismga ta’sir etuvchi kuch ma’lum bo’lgan taqdirda harakat qonunini aniqlash.

Bu mulohazalardan har qanday harakat kuch ta’siri ostida mavjud bo’lishi mumkin, degan xulosa kelib chiqmasligi lozim. Tajriba shuni ko’rsatadiki, kuch ta’sirida jismlarning tezligi o’zgaradi, ya’ni ular tezlanish oladilar.

Harakat jarayonida moddiy nuqta (yoki moddiy nuqtalar tizimi)ning koordinatalari, ya’ni radius – vektori o’zgaradi.

Jism inertligining o'lchovi massa deb ataladi. Demak, jismning massasi naqadar katta bo'lsa, uning inertligi ham shu qadar oshadi. Massa jismning eng asosiy xossalaridan biridir.

Tajribalarning ko'rsatishicha shakllari bir xil, massalari esa m_1 va m_2 bo'lgan jismlarning har biriga bir xil tashqi kuch bilan ta'sir etsak, ular olgan tezlanishlar (α_1 va α_2) mazkur jismlarning massalariga teskari mutanosibdir, ya'ni

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Har qanday jismning massasi etalon sifatida qabul qilingan jism massasi bilan taqqoslash orqali o'lchanadi. Bu usulda jismlarning erkin tushish qonuniyatidan foydalaniladi. Erkin tushish esa jismlarga Er tortish kuchi ta'sirining natijasidir. Er yuzining har bir nuqtasi uchun jismlarning erkin tushishidagi tezlanishi o'zgarmas kattalik bo'lib, g ga teng va massasi m bo'lgan jismga $R = mg$ kattalikdagi kuch ta'sir etadi. Tarozi pallasiga qo'yilgan jism pallani *og'irlik kuchiga* teng kuch bilan bosadi. SHu tufayli ikki jism massalarining nisbati ular og'irliklarining nisbati kabidir:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

Jism massasi skalyar kattalik bo'lib, uning og'irligi esa vektor kattalikdir. Bu vektor erkin tushish tezlanishi yo'nalishida Erning markazi tomon yo'nalgan.

Tajribalarning ko'rsatishicha, massa additiv kattalikdir, ya'ni jism massasi uning ayrim bo'laklari massalarning yig'indisiga teng. Mexanikaviy tizimning massasi tizimning tarkibiga kiruvchi barcha jismlar masalalarining yig'indisiga teng.

Jismga boshqa jismlar ta'sir etmasa uni erkin jism deyiladi. Lekin tabiatda erkin jismlar mavjud emas, chunki tabiiy sharoitda har qanday jism boshqa jismlar ta'sirida bo'ladi.

Nyutonning birinchi qonunini qanoatlantiradigan sanoq tizimlari inersial sanoq tizimlari deyiladi. Boshqacha aytganda, inersial sanoq tizimi deb shunday sanoq tizimiga aytiladiki, unda erkin jism tinch holatda bo'ladi yoki o'zgarmas tezlik bilan to'g'ri chiziqli harakat qiladi. O'z-o'zidan ravshanki, agar biror inersial tizimini tanlab olgan bo'lsak, u holda unga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan boshqa sanoq tizimlari ham inersial sanoq tizimi bo'ladi.

NYUTONNING BIRINCHI QONUNI. MASSA VA KUCH

Ingliz fizigi Isaak Nyutonning "Natural falsafaning matematik asoslari" (1687 y) degan asarida dinamika qonunlari bayon etilgan.

Agar jismga boshqa jismlar ta’sir etmasa, o’zining tinchlikdagi xolatini yoki harakatdagi holatini saqlaydi.

Jismni tinch yoki harakatdagi holatini tashqi kuchlar ta’sir etmaganda saqlash xususiyati, jismni inertligi deyiladi. SHuning uchun ham Nyutonning I qonunini inersiya qonuni deb ham aytiladi. Nyuton birinchi qonunining to’g’riligi tajribalardan olingan natijalarni umumlashtirishdan kelib chiqadi.

Nyuton qonunlari bajariladigan tizim inersial sanoq tizimi deyiladi. Bu sistema boshqa inersial sistemaga nisbatan tinch holatda yoki to’g’ri chiziqli tekis harakatda bo’lishi kerak. Koordinata boshi Kuyoshda, o’qlari yulduzlarga qarab ketgan geliosentrik sistema inersial sanoq sistemasi bo’ladi. Bu sistemada Nyutonning birinchi qonuni aniq bajariladi.

Tajribalardan ma’lumki, o’zgarmas kuch ta’sirida turli jismlar turlicha tezlanishlar oladilar. Jismlar olgan tezlanish jismning hususiyatiga (uning massasiga) bog’liq bo’ladi.

NYUTONNING IKKINCHI QONUNI

Jismning massasi - materiya xususiyatini xarakterlovchi fizikaviy kattalik bo'lib, u jismning inertligi va gravitasion xususiyatini ifodalaydi. Jism tezligini o'zgartirib, unga tezlanish beradigan vektor kattalikka kuch deyiladi.

Moddiy nuqta mexanik harakatini tashqi kuchlar ta'sirida qanday o'zgarishini dinamikaning asosiy ikkinchi qonunida bayon etiladi. Ixtiyoriy biror jismga G'1, G'2,... kuchlar ta'sir etsa, bu kuchlar ta'sirida jism mos ravishda a1, a2,..., tezlanishlar oladi. Biroq G'1/a1 = G'2/a2 = ... = const bo'lib, bu kattalik jism inertligini ifodalaydi. Agar turli kuchlar biror jismga ta'sir etsa, jism olgan tezlanish kuchlarning teng ta'sir etuvchisiga tug'ri proporsional bo'ladi, ya'ni

a ~ F (m = sonst) (3.1)

Agar turli massali jismlarga bir xil kuch ta'sir etsa, jismlar olgan tezlanishlar turlicha bo'ladi. Jismlar massalari qancha katta bo'lsa, ular olgan tezlanishlar shuncha kichik bo'ladi.

$$a \approx \frac{1}{m} \qquad (3.2)$$

3.1 va 3.2 tengliklardan

$$a = k\frac{F}{m} \qquad (3.3)$$

yozamiz. 3.3 - tenglik Nyutonning ikkinchi qonunini ifodalaydi. *Bu ifodaga ko'ra, jism olgan tezlanish kuchga to'g'ri, jism massasiga teskari proporsional bo'ladi. Nyutonning ikkinchi qonuni inersial sanoq sisitemasi uchun o'rinlidir.* Birinchi qonun Nyuton ikkinchi qonunining xususiy xoli sifatida qaraladi.

Sistemaga qo’yilgan kuchlarning teng ta’sir etuvchisi nolga teng bo’lganda, jism olgan tezlanish xam nolga teng bo’ladi.

Halqaro birliklar tizimi (Si) da 3.3 - tenglikdagi proporsionallik koeffisenti k = 1 bo’lgani uchun

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

yoki

$$F = ma = m * \left(\frac{dV}{dt} \right) \qquad (3.4)$$

bo’ladi. Jism massasi klassik mexanikada o’zgarmas miqdor bo’lgani uchun 3.4 - tenglikni:

$$F = \frac{d(mV)}{dt} \qquad (3.5)$$

kabi yozish mumkin. *Moddiy nuqta massasini tezligiga ko’paytmasi uning harakat miqdorini (impulsini) belgilaydi,* ya’ni

$$R = mV \qquad (3.6)$$

Bu tenglikni 3.5 ga qo’yib

$$G’ = dR/dt \qquad (3.7)$$

ni hosil qilamiz. 3.7 - tenglik Nyutonning ikkinchi qonunini umumiy ko’rinishini ifodalaydi. 3.7 ga ko’ra *jismga ta’sir etuvchi kuch impulsdan vaqt bo’yicha olingan birinchi tartibli xosilaga teng ekan.*

NYUTONNING UCHINCHI QONUNI

Nyutonning III-qonuniga ko'ra *ikki jism o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchlari miqdor jixatidan teng yo'nalishi qarama-qarshi bo'ladi,* ya'ni

$$\mathbf{G'_1 = -G'_2} \qquad (3.8)$$

Masalan, massalari m_1 va m_2 bo'lgan turli isimli zaryadlangan ikki jismni ko'raylik (3.1-rasm).

$\mathbf{G'_1}$ va $\mathbf{G'_2}$ kuchlar ta'sirida jismlar $\mathbf{a_1}$ va $\mathbf{a_2}$ tezlanishlar oladi. Ikkinchi qonunga ko'ra

$$G'_1 = m_1\mathbf{a_1} \quad \text{va } F_2 = m_2\mathbf{a_2} \qquad (3.9)$$

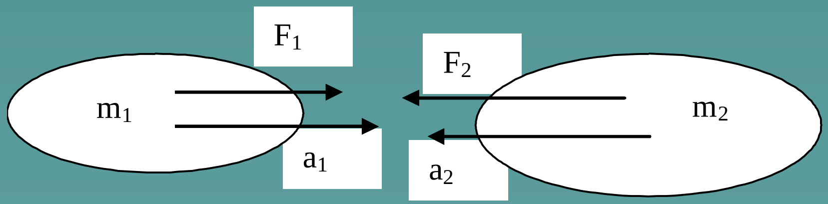
3.8 va 3.9-tengliklardan

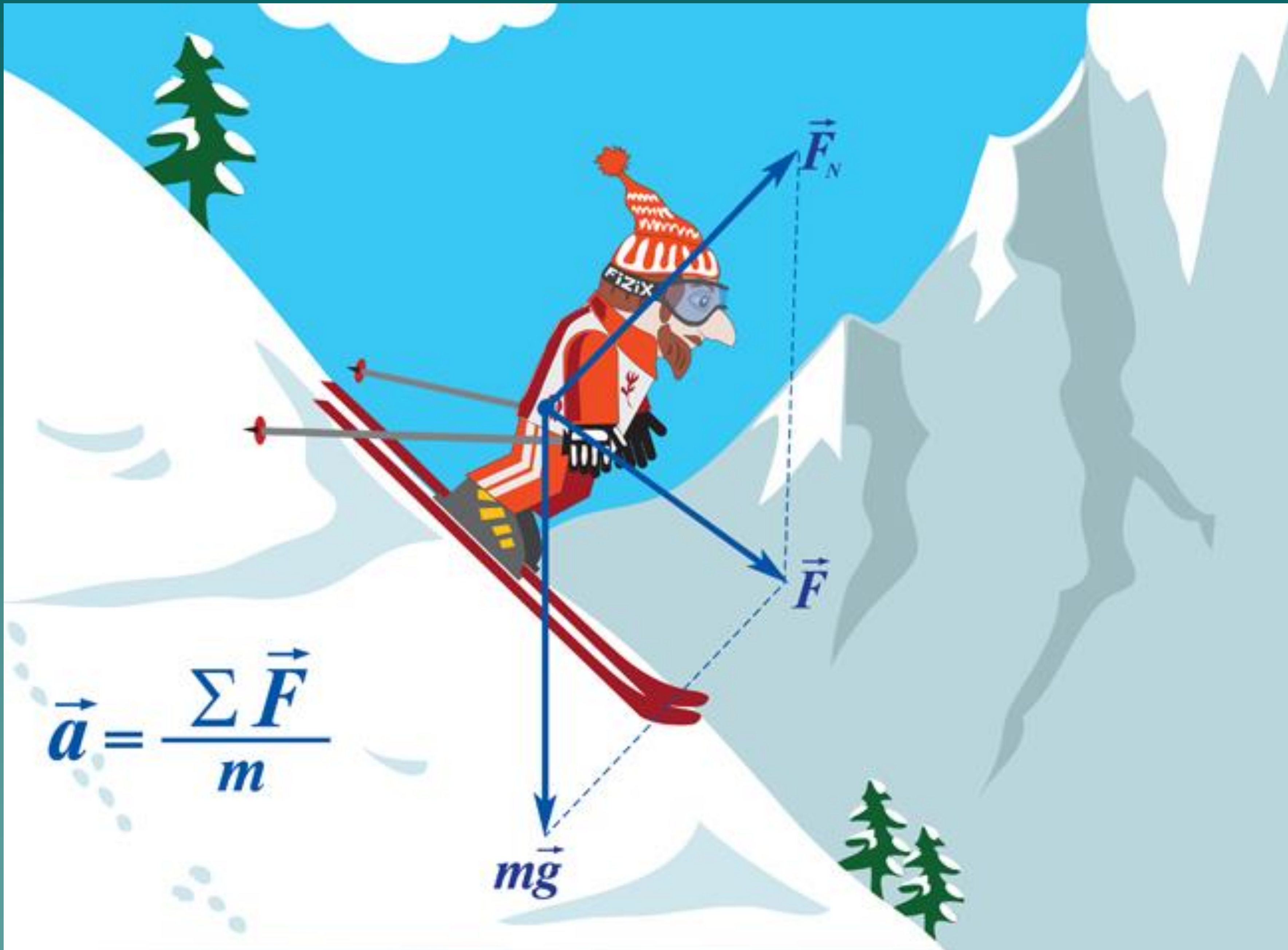
$$m_1\mathbf{a_1} = -m_2\mathbf{a_2}$$

yoki

$$a_1 = -\frac{m_2 a_2}{m_1},$$

ya'ni o'zaro ta'sirlashuvchi jismlar tezlanishlari ularning massalariga teskari proporsional bo'lib, qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi.




$\vec{F}_N$
FiZiX
$\vec{F}$
$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$
$m\vec{g}$

MASSA MARKAZI. MASSA MARKAZINING HARAKATI XAQIDAGI TEOREMA.

Ko'p hollarda bir necha jism (moddiy nuqtalar)dan iborat mexanikaviy tizimning harakat qonunlarini o'rganish bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Bunday tizimning harakat qonunlarini o'rganishda mazkur tizm tarkibidagi jismlarning unda qanday taqsimlanganligini yoki bu jismlar bir-biriga nisbatan tizimda qanday joylashganligini bilish zaruriyati tug'iladi. Shu munosabat bilan inersiya markazi (massa markazi) degan tushuncha (inersiya markazi va massa markazi atamalari aynan bir ma'noda ishlatiladi, chunki jismning massasi uning inersiya o'lchovidir) kiritiladi.

Inersiya markazi va og'irlik markazi degan tushunchalar orasida quyidagi farq borligini esdan chiqarmaslik kerak: og'irlik markazi-bir jinsli og'irlik kuchi maydonida joylashgan qattiq jismlar uchungina ma'noga ega; inersiya markazi esa hech qanday maydon bilan bog'liq emas va ixtiyoriy mexanikaviy tizim uchun o'rinlidir.

Og’irlik kuchi maydonida joylashgan qattiq jismlar uchun inersiya markazi va og’irlik markazi bir-biri bilan mos tushadi, ya’ni bir nuqtada joylashgan bo’ladi. Inersiya markazi massaning taqsimlanishini tasvirlovchi geometrik nuqta bo’lib, uning vaziyati koordinatalar boshiga nisbatan $\vec{r}_c$ radius-vektor bilan quyidagicha aniqlanadi.

$$\vec{r}_c = \frac{m_i\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \ldots + m_n\vec{r}_n}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n},$$

ya’ni:

$$\vec{r}_c = \frac{1}{m}\sum_i m_i\vec{r}_i, \qquad (3.10)$$

bu erda

m_i - tizimga mansub, i-jismning massasi;

r_i - koordinatalar boshi O ga nisbatan i-jismning vaziyatini aniqlovchi radius-vektor;

$m = m_1 + m_2 + \ldots + m_n$ - tizimning umumiy massasi.

Soddalashtirish maqsadida ikkita jismdan iborat tizimni olib qaraylik (3.2-rasm). Massalari m_1 va m_2 bo’lgan jismlarning vaziyatlari koordinata boshi O ga nisbatan mos ravishda $\mathbf{r_1}$ va $\mathbf{r_2}$ radius- vektorlar bilan berilgan bo’lsa, bu ikki jismdan iborat tizimining inersiya markazi

$$\vec{r}_c = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2}{m_1 + m_2}$$

formula orqali ifodalanib, ikki jismning geometrik markazlarini birlashtiruvchi to’g’ri chiziqda yotadi.

(3.10) tenglama vektor orqali ifodalangan tenglamadir, lekin inersiya markazlarining vaziyatini aniqlovchi mazkur radius-vektorni uning koordinata o'qlaridagi proeksiyalar orqali ham ifodalash mumkin:

$$X_c = \frac{1}{m}\sum_i m_i x_i\,,\; Y_c = \frac{1}{m}\sum_i m_i y_i\,,\; Z_c = \frac{1}{m}\sum_i m_i z_i\,, \qquad (3.11)$$

bunda

m - tizimining umumiy massasi;

x_i ,y_i ,z_i - tizim tarkibidagi i - jismning koordinatalri.

Xususiy holda, agar tizim massalari m_1 va m_2 bo'lgan ikkita jismdan iborat bo'lsa va ularni X o'qi bo'yicha joylashtirsak, inersiya markazining koordinatasi

$$X_c = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

bo'ladi. Tizim inersiya markazini aniqlovchi radius-vektor r_c dan vaqt bo'yicha olingan hosila (r_c ning birlik vaqt davomida o'zgarishi) inersiya markazining tezligini ifodalaydi:

$$V_c = \frac{dr_c}{dt} \qquad (3.12)$$

(3.10) formulani (3.12) ga qo'yib, inersiya markazining tezligi uchun

$$\upsilon_c = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{m}\sum_i m_i r_i\right) = \frac{1}{m}\sum_i m_i \frac{dr_i}{dt} = \frac{1}{m}\sum_i m_i V_i = \frac{1}{m}\sum_i P_i \qquad (3.13)$$

ga ega bo'lamiz; bu erda V_i va ρ_i mos ravishda i-jismning tezligi va impulsi; ravshanki

$$P = \sum_i P_i = \sum_i m_i V_i \qquad (3.14)$$

tizimning to'la impulsi bo'lib, ko'pincha P-inersiya markazining impulsi ham deyialadi; m-tizimining umumiy massasi ya'ni:

$$m = m_1 + m_2 + \ldots + m_n = \sum_i m_i\,. \qquad (3.15)$$

Endi (3.14) ni ko'zda tutib, (3.13) ifodani quyidagicha yozamiz:

$$V_c = \frac{\rho}{m} \quad \text{yoki } P = mV_s$$

Nyutonning ikkinchi qonuniga asoan tizimning to'la impulsidan vaqt bo'yicha olingan hosila shu tizimga ta'sir etayotgan tashqi kuchlarning vektor yig'indisiga teng:

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = m\frac{d\vec{V}_c}{dt} = m\vec{\alpha}_c = \vec{F}_r, \qquad (3.16)$$

bu erda

α_s - inersiya markazining tezlanishi,

F_t - tizimiga ta'sir etayotgan tashqi kuchlarning vektor yig'indisi.

Berk tizimda unga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar mavjud emas yoki tashqi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng ($F_t = 0$). U holda oxirigi tenglikdan inersiya markazining tezlanishi

$$\alpha_c = \frac{dV_c}{dt} = 0$$

bo'ladi. Bundan V_s = sonst ekanligi kelib chiqadi. Bu xulosa inersiya markazining saqlanish qonunini ifodalaydi va u quyidagicha ta'riflanadi: *berk tizimning inersiya markazi to'g'ri chiziq bo'ylab tekis harakat qiladi yoki tinch holatda bo'ladi.*

E'tiboringiz uchun rahmat