

# Ma'ruza №4

## DINAMIKANING ASOSIY TUSHUNCHALARI VA QONUNLARI

### Reja:

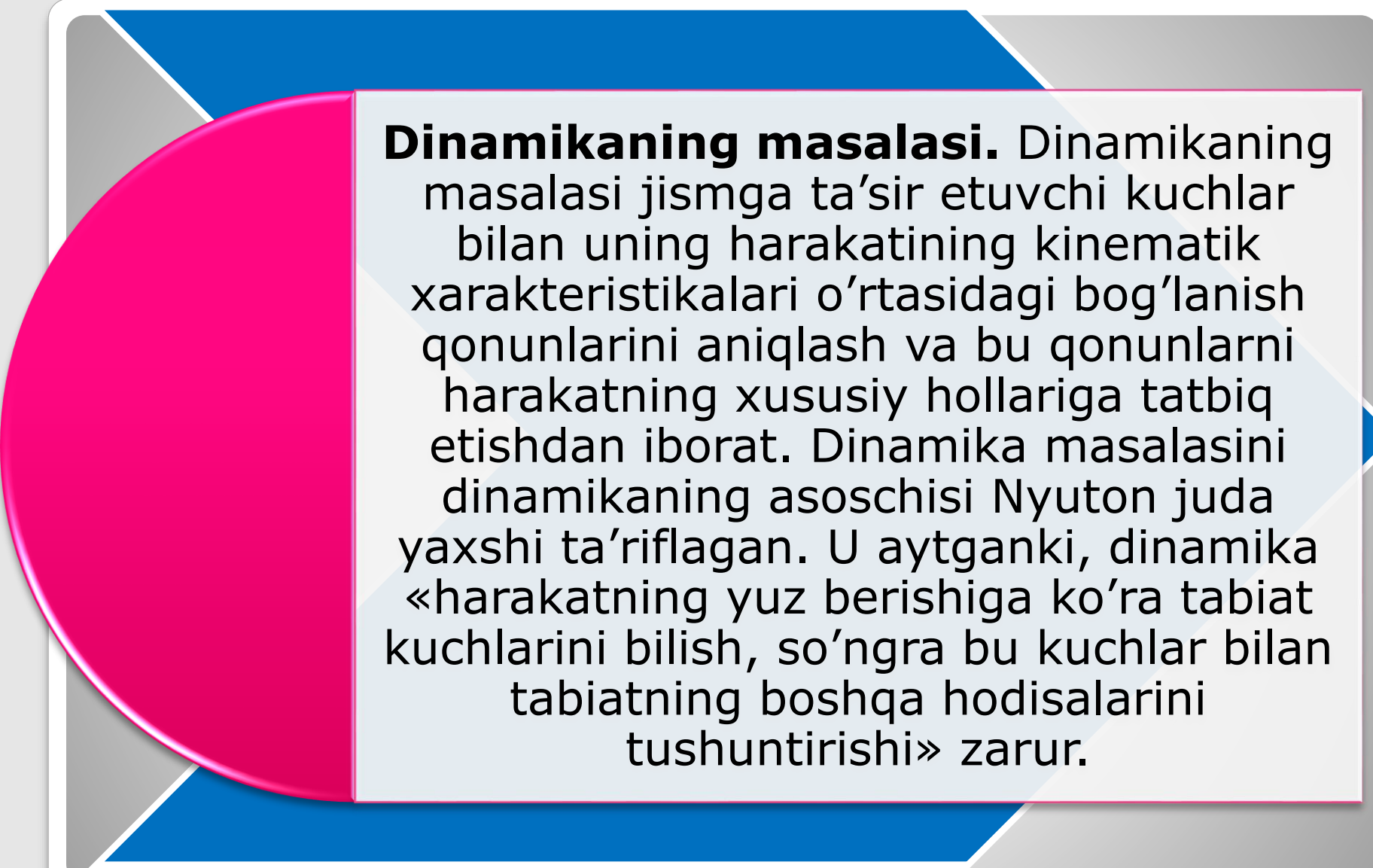
- *Dinamikaning asosiy tushunchalari va ta'riflari.*
- *Dinamikaning asosiy qonunlari.*
- *Inertsial sanoq sistemasi*
- *Mexanik o'lchov birliklari sistemasi.*
- *Moddiy nuqta harakatining differensial tenglamalari.*
- *Bog'lanishdagi nuqtaning harakat differentsial tenglamalari.*
- *Moddiy nuqta dinamikasining ikki asosiy masalasi.*

Dinamika nazariy mexanikaning asosiy bo'limi bo'lib. unda jismlarning mexanik harakat qonunlari shu harakatni vujudga keltiruvchi kuchlarga bog'liq holda o'rganiladi.

Mexanikaning asosiy, birlamchi tushunchasi bo'lgan kuch dinamikada moddiy jismlar harakatini o'zgartiruvchi ta'siri bilan aniqlanadi. Dinamikada jismlarga o'zgarimas kuchlardan tashqari miqdori va yo'nalishi o'zgaruvchan kuchlar ham ta'sir ko'rsatishi mumkin deb qaraladi. Kuchlar aktiv, faol yoki 'assiv. chunonchi. bog'lanish reaktsiya kuchlari bo'lishi mumkin.

Massa jismlarning moddiy miqdor o'lchovi bo'lib, dinamikaning asosiy tushunchalaridan biri hisoblanadi. Jismning harakati faqat unga qo'yilgan kuchgagina bog'liq bo'lmay, uning inerlligiga ham bog'liq. Jismning inertligini miqdor jihatdan ifodalovchi fizikaviy kattalik jismning massasi deyiladi. Biz o'rganayotgan mexanika klassik mexanika bo'lib, bunda jismning tezligi yorug'lik tezligidan ancha kichik, uning massasi o'zgarmas, skalyar va musbat kattalik deb qaraladi.

Harakatini o'rganishda o'lchamlari ahamiyatga ega bo'lmagan, lekin massaga ega moddiy jismga moddiy nuqta deyiladi. Moddiy nuqta asl ma'noda, biror jismni anglatgani uchun u shu jismning massasiga teng massaga va shu sababli, jism kabi ta'sirlasha olish xususiyatiga ega bo'ladi. Moddiy nuqta tushunchasiga binoan, mexanik sistema yoki jism massasi uni tashkil yelgan moddiy nuqtalar massalarining yig'indisi bilan aniqlanadi. Umumiy holda, jismning harakati faqat ushbu moddiy nuqtalar yig'indisigagina emas, ularning jism bo'ylab taqsimlanishi (jism shakli)ga ham bog'liq.



**Dinamikaning masalasi.** Dinamikaning masalasi jismga ta'sir etuvchi kuchlar bilan uning harakatining kinematik xarakteristikalari o'rtasidagi bog'lanish qonunlarini aniqlash va bu qonunlarni harakatning xususiy hollariga tatbiq etishdan iborat. Dinamika masalasini dinamikaning asoschisi Nyuton juda yaxshi ta'riflagan. U aytganki, dinamika «harakatning yuz berishiga ko'ra tabiat kuchlarini bilish, so'ngra bu kuchlar bilan tabiatning boshqa hodisalarini tushuntirishi» zarur.

## **Dinamikaning asosiy qonunlari.**

Dinamikaning asosida tajriba va kuzatishlarda aniqlangan va Galiley-Nyuton qonunlari deb ataluvchi quyidagi qonunlar yotadi. Bu qonunlarga asoslanib mantiqiy yo'l bilan matematika usullarni qo'llash natijasida dinamikaning turli teoremlari va tenglamalari keltirilib chiqariladi.

Dinamikaning ushbu qonunlari birinchi bor Galiley va Nyuton tomonidan XVII asrda ta'riflangan. Bu qonunlarning to'g'riligi insonning amaliy faoliyatida, texnikaning rivojlanishida hamon kuzatilib kelinmoqda.

## 1 - qonun (inertsiya qonuni).

Har qanday kuch ta'siridan holi etilgan moddiy nuqta tinch holatda yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'ladi.

Birinchi qonunda qayd etilgan holatda moddiy nuqtaga boshqa jismlar yoki nuqtalar ta'sir yetmaydi. ya'ni nuqtaga hech qanday ta'sir kuchlari qo'yilmagan yoki qo'yilgan kuchlar o'zaro muvozanatlashgan bo'ladi. Bu qonun mexanik harakatlarning eng soddasi — jismning yoki nuqtaning boshqa jismlardan to'la ajralgan sharoitdagi harakatini ifodalaydi. **Qonunga muvofiq nuqtaning o'z holatini saqlash xususiyatiga uning inertligi deyiladi.** Moddiy nuqtaning bunday holati inertsiyon holat, harakati **inertsiyon harakat deyiladi.** Birinchi qonunning o'zini esa inertsiya qonuni deb ataladi.

## 2-qonun (dinamikaning asosiy qonuni).

Kuch ta'siridagi moddiy nuqta shu kuchga 'ro'rtsional va kuch bilan bir xil yo'nalgan tezlanishda bo'ladi.

Agar nuqtaga qo'yilgan kuchni  $\vec{F}$ , nuqta tezlanishini  $\vec{a}$  deb belgilasak, ikkinchi qonun quyidagicha ifodalanadi:

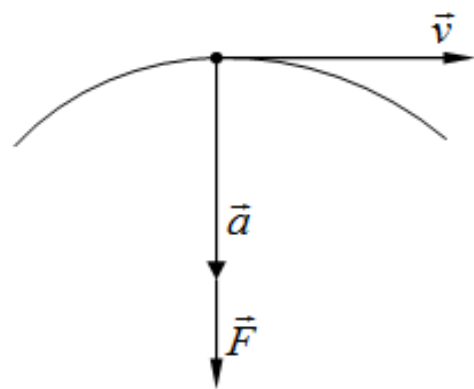
$$m \cdot \vec{a} = \vec{F} \quad (4.1)$$

Bu yerda  $m$  nuqtaning massasi. Ikkinchi qonun nuqta dinamikasining asosiy qonuni, ushbu qonunni ifodalovchi (4.1) tenglama dinamikaning asosiy tenglamasi deyiladi.

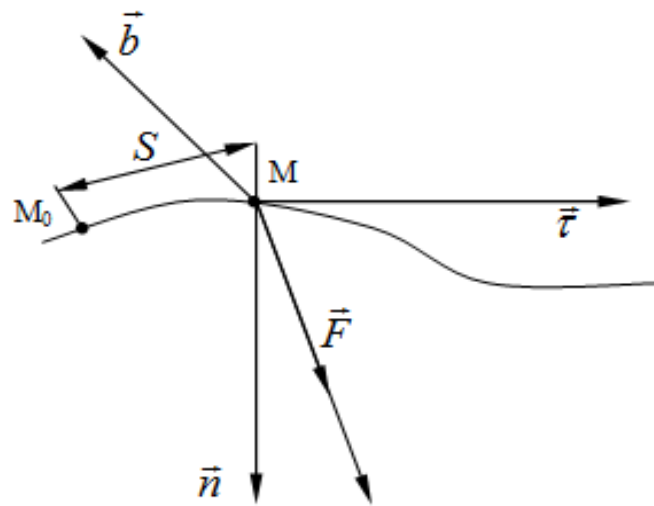
Qo'yilgan ma'lum kuch ta'sirida olgan tezlanishga ko'ra nuqtaning massasini aniqlash mumkin. Chunonchi, og'irlik kuchi ' ta'sirida moddiy nuqtaning olgan tezlanishi uning erkin tushish tezlanishi ( $g$ ) ga teng, demak (4.1) ga ko'ra

$$m = \frac{P}{g} \quad (4.2)$$

Klassik mexanikada harakatdagi jism massasi shu jismning tinch holatdagi massasiga teng deb qaraladi.



4.1-a shakl.



4.1-b shakl.

Er sirtidagi har qanday jismga Nyutonning, bizga yaxshi tanish, butun Olam tortishish qonuniga ko'ra

$$F = \gamma \cdot \frac{m \cdot M}{R^2} \quad (4.3)$$

kuch ta'sir qiladi. Bu yerda  $m$ —Er sirtidagi jismning massasi bo'lib, uni gravitatsion massa deyiladi,  $M, R$ — Yerning massasi va radiusi. Gravitatsion (4.3) va inersion (4.2) massalar materiya xususiyatlarining turli tomonlarini aks yettira ham ular o'zaro teng deb hisoblanadi.

### 3-qonun (ta'sir va aks ta'sirning tenglik qonuni).

Ikki moddiy nuqta miqdorlari teng va ularni tutashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar bilan o'zaro ta'sirlashadi.

Masalan, A moddiy nuqta B moddiy nuqtaga  $F_A$  kuch bilan ta'sir etsa, B nuqta ham A nuqtaga,  $F_A$  kuch yotgan AB chiziq bo'ylab teskari yo'nalgan, miqdori  $F_A$  ga teng  $F_B$  kuch bilan ta'sir qiladi. Dinamikaning asosiy qonuniga muvofiq A va B nuqtalar uchun  $F_B = m_A a_A$ ,  $F_A = m_B a_B$  formulalarni yozish mumkin. Uchinchi qonunga ko'ra  $F_B = F_A$ ,  $m_A a_A = m_B a_B$  ya'ni Bundan,

$$\frac{a_B}{a_A} = \frac{m_A}{m_B} \quad (4.4)$$

kelib chiqadi, ya'ni ikki moddiy A va B nuqtalarning bir-biriga ta'siri natijasida olgan tezlanishlari massalariga teskari 'ro' ortsional. Ushbu nuqtalarning tezlanish vektorlari esa AB chiziq bo'ylab qarama-qarshi tomonga yo'nalgan. (4.4) ga ko'ra ikkita ixtiyoriy A va B jismlarning bir-biri bilan o'zaro mexanik ta'sirlashuvi natijasida olgan tezlanishlarining nisbati har doim ayni shu A va B lar uchun o'zgarmas bo'lib, faqat A va B ning tabiatiga bog'liq.

## 4-qonun (kuchlar ta'sirining o'zaro bog'liqmasiik qonuni).

Bir necha kuch ta'siridagi moddiy nuqtaning tezlanishi uning har bir kuch ta'siridan oladigan tezlanishlarning vektorli yig'indisiga teng.

To'rtinchi qonunga ko'ra nuqtaga ta'sir yetayotgan kuchlar sistemasini har doim teng ta'sir etuvchi kuch bilan almashtirish mumkin.

Moddiy nuqtaga  $F_1, F_2, \dots, F_n$  kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsin. U holda ularning teng ta'sir etuvchisi

$$\vec{F} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k$$

Bu kuchlarning har birining ta'siridan nuqtaning olgan tezlanishlari uchun ikkinchi qonunga ko'ra

$$\vec{F}_1 = m\vec{a}_1$$

$$\vec{F}_2 = m\vec{a}_2$$

.....

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

tenglamalarni yozish mumkin. Tenglamalarning o'ng va cha' tomonlarini qo'shib

$$\sum_{k=1}^n \vec{F}_k = m \sum_{k=1}^n \vec{a}_k$$

hosil qilamiz. 4-qonunga ko'ra

$$\vec{a} = \sum_{k=1}^n \vec{a}_k$$

Demak,

$$m\vec{a} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k \quad (4.5)$$

hosil bo'ladi. (4.5) tenglama kuchlar sistemasi ta'siridagi moddiy nuqta uchun dinamikaning asosiy qonunini ifodalaydi.

Inertsial sanoq sistema deb, Yevklid fazoda tezlanishsiz harakatlanayotgan jism bilan biriktirilgan sanoq sistemaga aytiladi.

Kuch qo'yilmagan har qanday moddiy nuqta inertsial sanoq sistemaga nisbatan faqat tinch holda yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'ladi. Nyutonning birinchi qonuni ta'rifining mazmuni inertsial sanoq sistemasining haqiqatdan ham mavjud bo'lishini tasdiqlaydi. Umuman, Nyuton qonunlari faqat inertsial sanoq sistemalardagi kuzatishlar uchun to'g'ri.

**Ikkinchi tur birliklar sistemasi.** Birliklarning texnik sistemasi. Bu sistemada asosiy o'lchov birliklari sifatida uzunlik birligi 1 m, vaqt birligi 1 s va kuch birligi 1 kgk (kilogramm-kuch) olinadi. Bu sistemada massa hosilaviy birlik kabi asosiy tenglamadan quyidagicha aniqlanadi:

$$[m] = [F] / [a]$$

### Moddiy nuqta harakatining differensial tenglamalari.

Dinamikaning fundamental qonuni (4.6) dan foydalanib, erkin va bog'lanishdagi moddiy nuqtalar harakatining differensial tenglamalarini keltirib chiqarish mumkin.

Bu tenglamalarning ko'rinishi nuqta harakatining qanday usullarda berilishiga bog'liq bo'ladi.  $m$  massali biror  $M$  erkin moddiy nuqtaning  $\vec{F}$  (yoki  $\vec{F} = \sum \vec{F}_k$ ) kuch ta'siridagi harakatini tekshiramiz. Nuqtaning  $a$  tezlanishini uning radius vektori  $r$  orqali aniqlab, (4.7) ga ko'ra, erkin moddiy nuqta harakati uchun differensial tenglamaning quyidagi vektorli ifodasini yozamiz.

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{F} \quad (4.8)$$

Asosiy tenglamaning (4.8) vektorli ko'rinishidan Dekart koordinata o'qlariga 'roektsiyalaridagi analitik ko'rinishiga o'tish uchun uning har ikki tomonini Dekart koordinata o'qlariga 'roektsiyalab, erkin moddiy nuqtaning Dekart koordinatalaridagi harakat differensial tenglamalarini hosil qilamiz.

$$m\ddot{x} = F_x, m\ddot{y} = F_y, m\ddot{z} = F_z \quad (4.9)$$

(4.9) tenglamalar nuqta koordinatalariga nisbatan ikkinchi tartibli differensial tenglamalar sistemasini tashkil qiladi.

Bu yerda,

$$a_x = \ddot{x}, a_y = \ddot{y}, a_z = \ddot{z}$$

**Bog'lanishdagi  
nuqtaning  
harakat  
differentsial  
tenglamalari.**

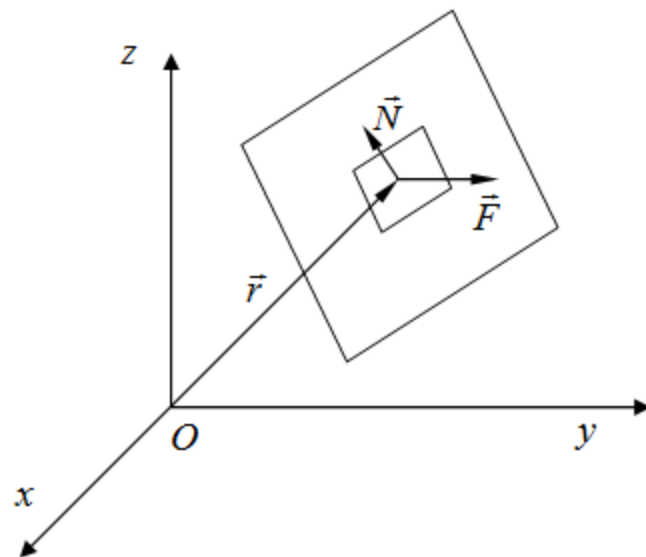
Bog'lanishdagi moddiy nuqta uchun bog'lanishlardan bo'shatish haqidagi aksioma va bog'lanish reaksiya kuchlariga asoslanib moddiy nuqtaga qo'yilgan barcha kuchlar qatoriga reaksiya  $N$  kuchlarini ham qo'shib erkin nuqta kabi (4.8) tenglamani yozish mumkin.

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N}$$

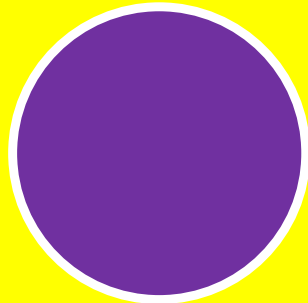
Koordinata sistemasidagi harakat differentsial tenglamalarni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$m\ddot{x} = F_x + N_x, m\ddot{y} = F_y + N_y, m\ddot{z} = F_z + N_z$$

Moddiy nuqtaning harakalida bog'lanish reaksiya kuchlari. umumiy holda, nuqtaga qo'yilgan bog'lanishlarga va ta'sir etuvchi kuchlarga bog'liq bo'libgina qolmay, balki uning harakatining xarakteriga ham bog'liq. Masalan, nuqtaning havodagi yoki birorqarshilik ko'rsatadigan muhit ichidagi harakati tezligiga bog'liq bo'ladi.



Reaktsiya kuchlarining muhim tomoni shundaki, ular masalalarda avvaldan berilmaydi, balki dinamika masalalarini yechish natijasida moddiy nuqtaning harakati kabi, berilgan bog'lanishlarga ko'ra aniqlanadi. Dinamikada bog'lanishlarni, statikadan farqli ravishda, dinamik bog'lanishlar yoki dinamik bog'lanish reaktsiyalari deb ataladi



**E'TIBORINGIZ UCHUN  
RAXMAT!**

