

LEKCIJAS FIZIKĀ

2019.m.g.

Dr.phys. Aleksandrs Mičko

Mācību literatūra:

1. **Fizika.** A.Valtera redakcija, 1992.g., Rīga, “Zvaigzne”
2. **Курс общей физики, том I, . В. Савельев, Москва, “Наука”**
3. Uzdevumu krājums vispārīgajā fizikā, M.Jansone u.c., 2005
4. Fizikas praktikums tehniskās universitātes studentiem, 2003
 - Elektroniskā versija mācību materiāliem
1. Lekciju kurss.

Fizikas kursa iedalījums

- **Klasiskā mehānika**
- **Termodinamika un molekulārfizika**
- **Elektrība un magnētisms**
- **Optika**
- **Kvantu mehānika**
- **Atomfizika**
- **Kodolfizika**

IEVADS FIZIKĀ

Fizika pēta fundamentālas kustības formu – mehānisko un fizikālo matērijas kustību, mijiedarbības mehānismu starp vielu un laukiem un matērijas uzbūvi. Fizikālās kustības veidi ir gravitācijas mijiedarbība, elektromagnētiskie procesi, kā arī stiprā un vājā mijiedarbība.

Fizikas fundamentālo raksturu var ilustrēt ar daudziem piemēriem. Tā, gravitācijas likumam pakļaujas visi ķermeņi gan uz Zemes, gan kosmosā neatkarīgi no tā, vai tie ir dzīvi vai nedzīvi dabas objekti. Tāpat fizikā atklātais enerģijas nezūdamības likums ir spēkā ne tikai fizikālos procesos bet arī ķīmiskos, bioloģiskos un citos procesos.

Kā tad attīstās jebkura zinātne?

Pirmais jebkuru zināšanu solis ir *novērojumi*. Uzkrājot pietiekošu daudzumu novērojumu, kas attiecas uz noteiktu parādību, izvirza zinātnisku pieņēmumu-**hipotēzi**, kurai jāizskaidro visas novērotās likumsakarības un jāparedz jaunas.

Tās pārbauda *eksperimentā*. Uz hipotēzes pamata izstrādās teorijas. Tieši eksperiments ir hipotēžu un teoriju kritērijs.

Pēc pētīšanas metodēm fizika dalās *eksperimentālajā* un *teorētiskajā*.

Eksperimentālā fizika pēc pētīšanas objektiem dalās:

Mehānikā, Molekulārfizikā, Elektrībā un Magnētismā, Optikā, Atomfizikā un Kodolfizikā.

MEHĀNIKA.

Mehānikā ar kustību saprot tikai materiālo ķermeņu vai ķermeņu daļu telpiskā izvietojuma izmaiņas procesu attiecībā vienam pret otru.

Mehāniku pieņemts dalīt trīs nodaļās:

- 1) *kinemātika* – apraksta dažādus kustību veidus; neinteresējoties par cēloņiem, kas šīs kustības izraisa;
- 2) *dinamika* ir mācība par kustību saistībā ar cēloņiem, pēc kuriem nosaka vienu vai otru kustības veidu;
- 3) *statika* ir mācība par ķermeņa mehānisko līdzsvaru.

Jebkura zinātne sākas ar pamatjēdzieniem. Definēsim tos mehānikā.

Ķermeni vai tā daļu, kura izmērus var neņemt vērā salīdzinājumā ar apkārtējiem ķermeņiem vai attālumiem, kuros atrodas ķermeņi, sauc par *materiālu punktu*.

*Ķermeņus attiecībā pret kuriem tiek apskatīta kustība, sauc par **atskaites sistēmu**. Mūsu Zemi un ar to saistītos objektus sauc par ģeocentrisko atskaites sistēmu. Saules sistēmu sauc par heliocentrisko atskaites sistēmu.*

*Atskaites sistēmu, kuras ātrums nemainās sauc par **inerciālo**.*

*Secīgu punkta atrašanās telpā sauc par **trajektoriju**.*

Kustību, kurā visi ķermeņa punkti kustās pēc viena likuma un ar vienu ātrumu, sauc par **translācijas kustību.**

Par **rotācijas kustību, sauc tādu kustību, kurā visi ķermeņa punkti apraksta riņķus, kuru centri izvietoti uz vienas taisnes, kuru sauc par rotācijas asi.**

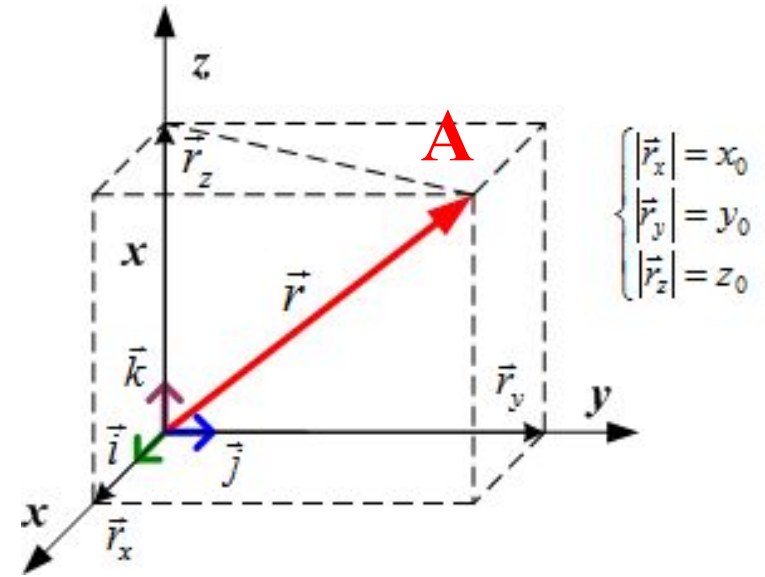
Lai varētu kustību matemātiski aprakstīt, ar atskaites sistēmu jāsaista kāda koordinātu sistēma. Visbiežāk lieto Dekarta taisnleņķa koordinātes.

Punkta stāvokli telpā nosaka trīs koordinātes, piemēram, punktam **A** ir koordinātes x_0, y_0, z_0 .

Punkta **A** stāvokli var noteikt arī ar rādiusvektoru, kas vilkts no koordinātu sākuma punkta **O** uz punktu **A**.

Rādiusvektora \vec{r}

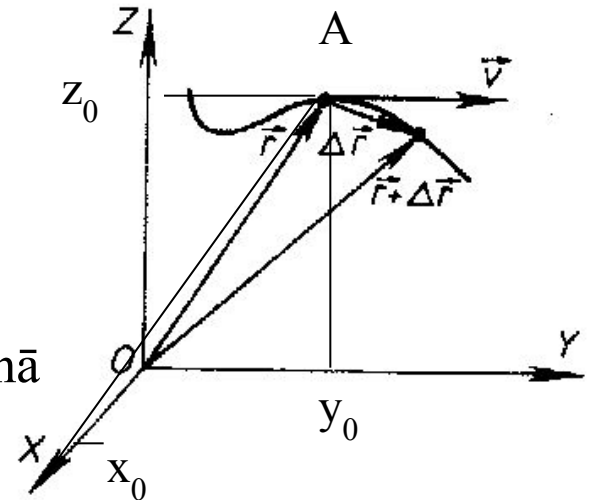
komponentes vai projekcijas uz koordinātu asīm ir



$$x_0 \vec{i} \quad y_0 \vec{j} \quad \text{un} \quad z_0 \vec{k}, \text{ kur } \vec{i} \quad \vec{j} \quad \text{un} \quad \vec{k}$$

ir **vienības vektori** koordinātu asu x, y un z virzienos. ◦

Vienu vienību garu vektoru, kurš vērsts tādā pašā virzienā kā nenulles vektors, sauc par **vienības vektoru** jeb **ortu**.



$$\vec{r} = x_0 \vec{i} + y_0 \vec{j} + z_0 \vec{k} \quad (1.1)$$

$$|\vec{r}| = \sqrt{x_0^2 + y_0^2 + z_0^2}$$

Rādiusvektora modulis $|\vec{r}|$ izsakāms šādi:

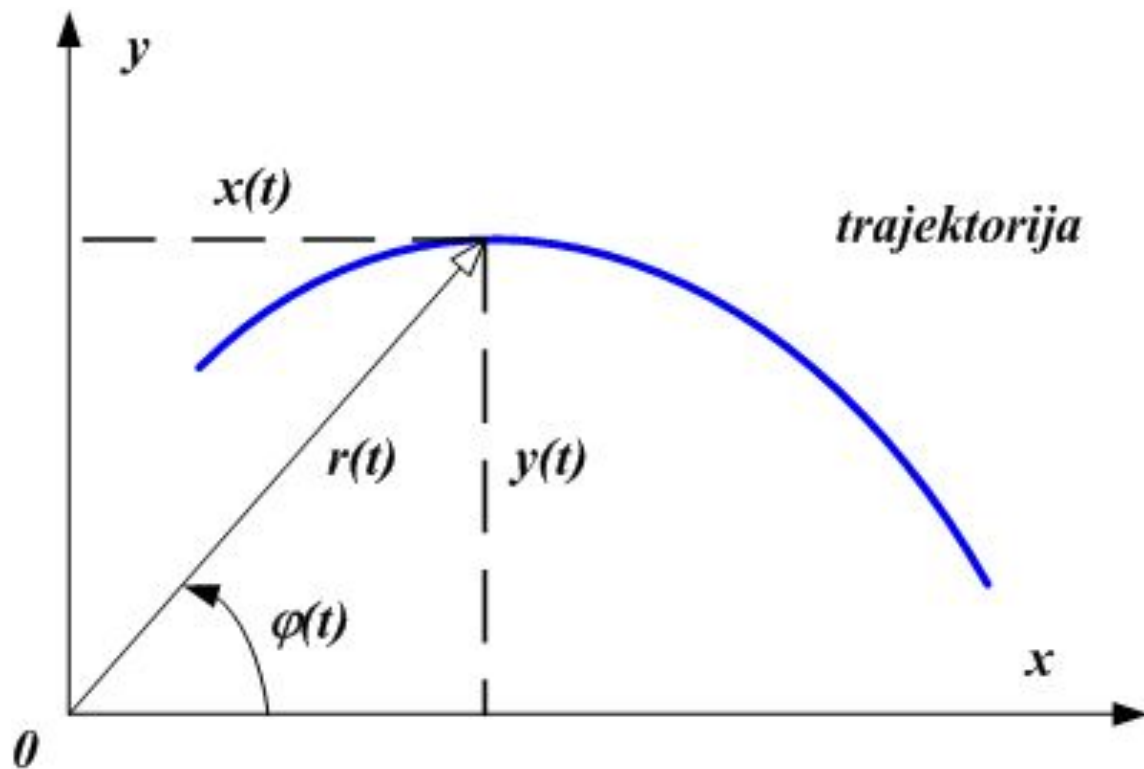
Sakarības, kas parāda materiāla punkta stāvokli telpā atkarībā no laika t , sauc par kustības kinemātikas pamatvienādojumiem.

Dekarta sistēmā ir trīs skalāri **kinemātiskas kustības pamatvienādojumi**

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases} \quad (1.3)$$

parametriskais kustības pamatvienādojums, kur t ir parametrs.

Līniju, pa kuru telpā kustas materiāls punkts, sauc par kustības trajektoriju.

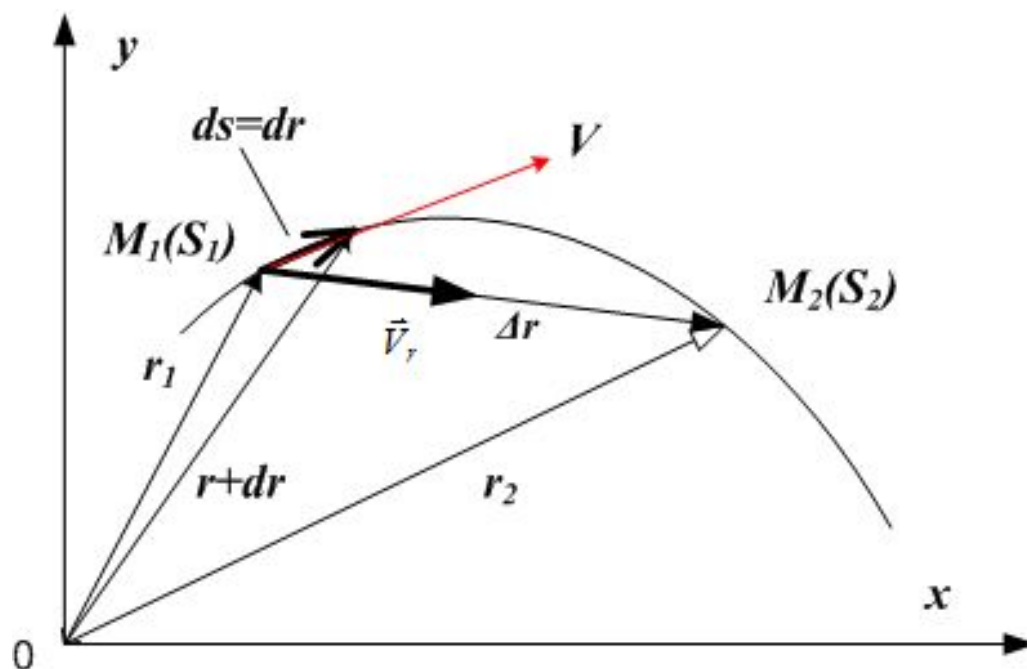


Atkarībā no trajektorijas formas izšķir **taisnvirziena un līklīnijas kustību**. Pirmajā gadījumā kustības trajektorija ir **taisne**, bet otrajā - **līkne** (riņņa līnija, parabola, elipse).

Lineārais ātrums raksturo ķermeņa stāvokļa maiņas straujumu

$\langle v \rangle$ - vidējo lineāru ātrumu

$\overset{\vee}{V}$ - momentānai (acumirklīgs) lineārais ātrums



Ātrumu $\overset{\vee}{V}$, kas piemīt materiālam punktam dotajā laikā momentā

un dotajā trajektorijas punktā, sauc par momentāno ātrumu. Momentālais ātrums vienāds ar robežu no attiecības

$\Delta \overset{\vee}{r}$ pret Δt , kad Δt tiecas uz nulli

$$\overset{\vee}{V} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \overset{\vee}{r}}{\Delta t} = \frac{d \overset{\vee}{r}}{dt} \quad (1.4)$$

Ātruma SI vienība ir **1 m/s**.

Atvasinot \vec{r} pēc laika t no formulas 1.1 iegūsim

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} + \frac{dz}{dt} \vec{k} \quad (1.5)$$

kur lielumus $\frac{dx}{dt} = v_x$; $\frac{dy}{dt} = v_y$; $\frac{dz}{dt} = v_z$

sauc par komponentēm vai ātruma \vec{v} projekcijas uz koordinātu asīm.

Ātruma moduli vai absolūto vērtību var atrast no tā komponentēm izmantojot sakarību

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad (1.6)$$

Ātrums ir pirmais atvasinājums no pārvietojuma $d\vec{r}$ pēc laika dt .

Vidējais ātrums vienāds ar noietā ceļa ΔS un patērētā laika Δt attiecību

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_1 + S_2 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots} \quad (1.7)$$

Kustības laikā var mainīties gan materiālā punkta ātruma modulis, gan arī virziens.

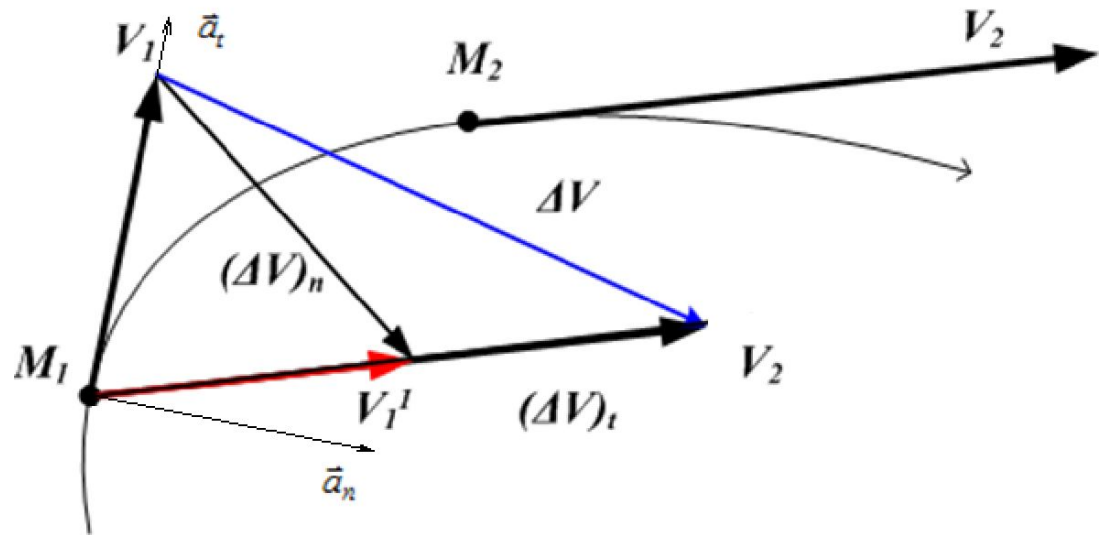
Piemēram, laika momentā t trajektorijas punktā M_1 ātrums ir \mathbf{V}_1

bet laika momentā t' punktā M_2 ātrums ir \mathbf{V}_2

Tātad laika sprīdī ātruma izmaiņa ir

$$\Delta \mathbf{V} = \mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_1$$

Ātruma straujuma izmaiņas raksturošanai lieto fizikālu lielumu – paātrinājumu.



Paātrinājumu \mathbf{a} , kas piemīt materiālam punktam dotajā laika momentā, dotajā trajektorijas punktā, sauc par momentāno paātrinājumu. Tas ir vienāds ar robežu no attiecības $\Delta\mathbf{v}$ pret Δt , kad Δt tiecas uz nulli.

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} \quad (1.8.)$$

vai

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d\left(\frac{d\mathbf{r}}{dt}\right)}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$$

Paātrinājuma SI vienība ir 1 m/s^2 .

Momentānais paātrinājums ir rādiusvektora otrais atvasinājums pēc laika.

Atvasinot \vec{v} pēc laika t no formulas 1.5 iegūsim

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2} \vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2} \vec{k} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} \quad (1.9)$$

kur a_x , a_y un a_z ir komponentes vai paātrinājuma vektora projekcijas. Paātrinājuma moduli vai absolūto vērtību var atrast izmantojot Pitagora teorēmu.

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (1.10)$$

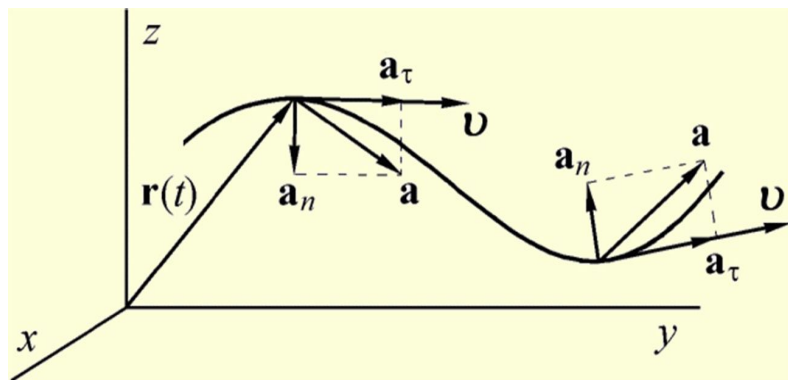
Tangenciālais paātrinājums $-a_t$

Normālais paātrinājums $-a_n$

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$$

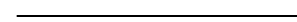


Kustības kinemātiskais vienādojums

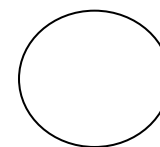
Kustības veidi:

- Vienmērīga kustība: $v = \text{const.}; a = 0$
- Vienmērīgi paātrināta kustība: $v \neq \text{const.}; a = \text{const.}$
- Mainīga paātrināta kustība: $v \neq \text{const.}; a \neq \text{const.}$

- Taisnvirziena kustība: $a_n = 0, a_\tau \neq 0$



- Rotācijas kustība: $a_n > 0; a_\tau \neq 0$



- Līklīnijas kustība: $a_n > 0; a_\tau \neq 0$



Kustības vienādojums vienmērīgai un vienmērīgi paātrinātai kustībai

- Vienmērīga kustība: $v = \text{const.}; a_{\tau} = 0$

$$s = s_0 + vt$$

$$v = v_0$$

- Vienmērīgi paātrināta kustība: $v \neq \text{const.}; a_{\tau} = \text{const.}$

$$s = s_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 + at$$

1/26 uzdevums

Ķermeņa noietā ceļa s atkarību no laika t izsaka vienādojums $s = At - Bt^2 + Ct^3$, kur $A = 2 \text{ m/s}$, $B = 3 \text{ m/s}^2$, bet $C = 4 \text{ m/s}^3$. Aprēķināt: 1) ātruma v un paātrinājuma a izteiksmes atkarībā no laika; 2) ķermeņa noieto ceļu, ātrumu un paātrinājumu 2 s pēc kustības sākuma.

Dots: $A = 2 \text{ m/s}$

$B = 3 \text{ m/s}^2$

$C = 4 \text{ m/s}^3$

$S = At - Bt^2 + Ct^3$

$t_1 = 2 \text{ s}$



$$v = \frac{ds}{dt}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$v, a, v_1, a_1 - ?$

$$v = \frac{ds}{dt} = A - 2Bt + 3Ct^2$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -2B + 6Ct$$

$$v_1 = 2 \text{ m/s} - 2 \cdot 3 \text{ m/s}^2 \cdot 2\text{s} + 4 \text{ m/s}^3 \cdot 4\text{s}^2 = (2 - 12 + 16)\text{m/s} = \underline{6 \text{ m/s}}$$

$$a_1 = -2 \cdot 3 \text{ m/s}^2 + 6 \cdot 4 \text{ m/s}^3 \cdot 2\text{s} = (-6 + 48) \text{ m/s}^2 = \underline{42 \text{ m/s}^2}$$

