



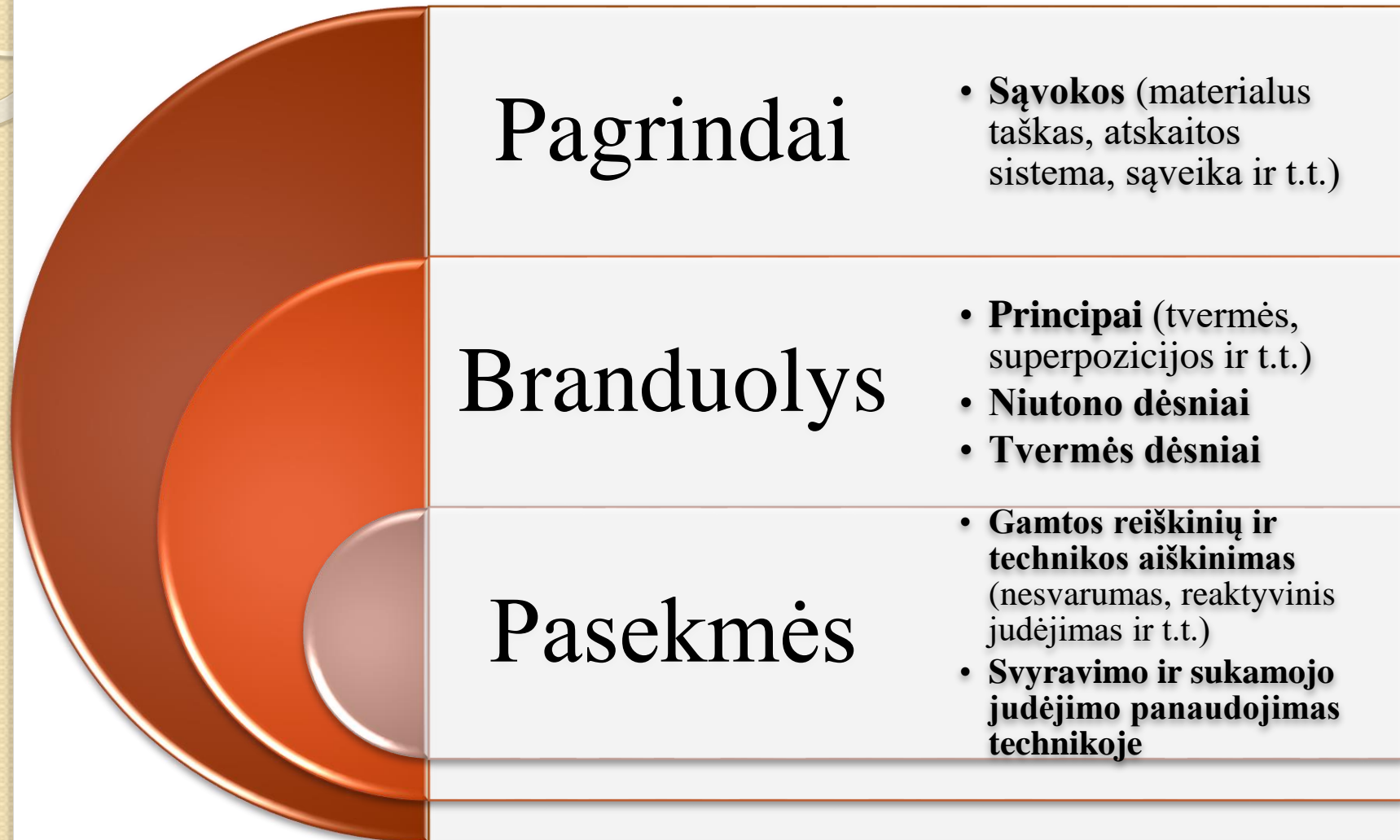
MECHANIKA



MECHANIKA -

**tai mokslas apie kūnų
pusiausvyrą ir judėjimą,
veikiant jėgoms.**

Mechanikos struktūra ir turinys

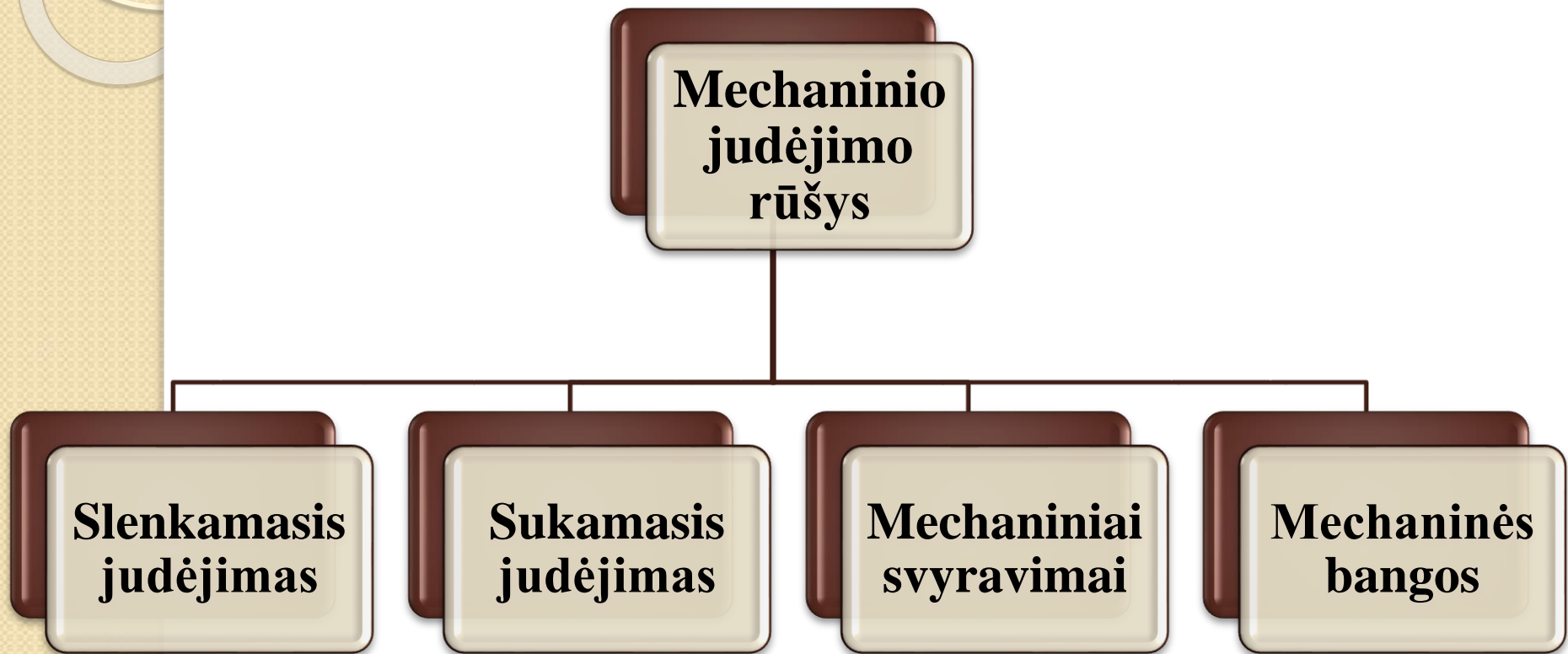


- **Klasikinė mechanika** nagrinėja makroskopinių kūnų judėjimą mažais greičiais ($v \ll c$).
- **Reliativistinė mechanika** nagrinėja kūnų judėjimą, kai greičiai yra palyginami su šviesos greičiu vakuume ($v < c$).
- **Kvantinė mechanika** nagrinėja mikroskopinių dalelių judėjimą.

Klasikinę mechaniką, pagrįstą Niutono dėsniais, sudaro:

- **kinematika** - mokslas apie judėjimo formas;
- **dinamika** – mokslas apie jėgų įtaką kūno judėjimui;
- **statika** – mokslas apie jėgas.

Mechaninis judėjimas



Kinematikos struktūra ir turinys

Kinematika

Nagrinėja judėjimo pobūdį

- slenkamąjį
- sukamąjį
- svyravimą

Aprašoma

- pagrindinėmis sąvokomis
- judėjimo dėsniais
- skaitiniais metodais



MATERIALAUS TAŠKO SLENKAMOJO JUDĖJIMO KINEMATIKA

- **Materialus taškas** – tai idealizuotas kūnas, kurio visa masė yra sukoncentruota viename taške.
- Realų kūną galime laikyti materialiu tašku, jei nagrinėjamu atveju galime nepaisyti jo matmenų ir formos.

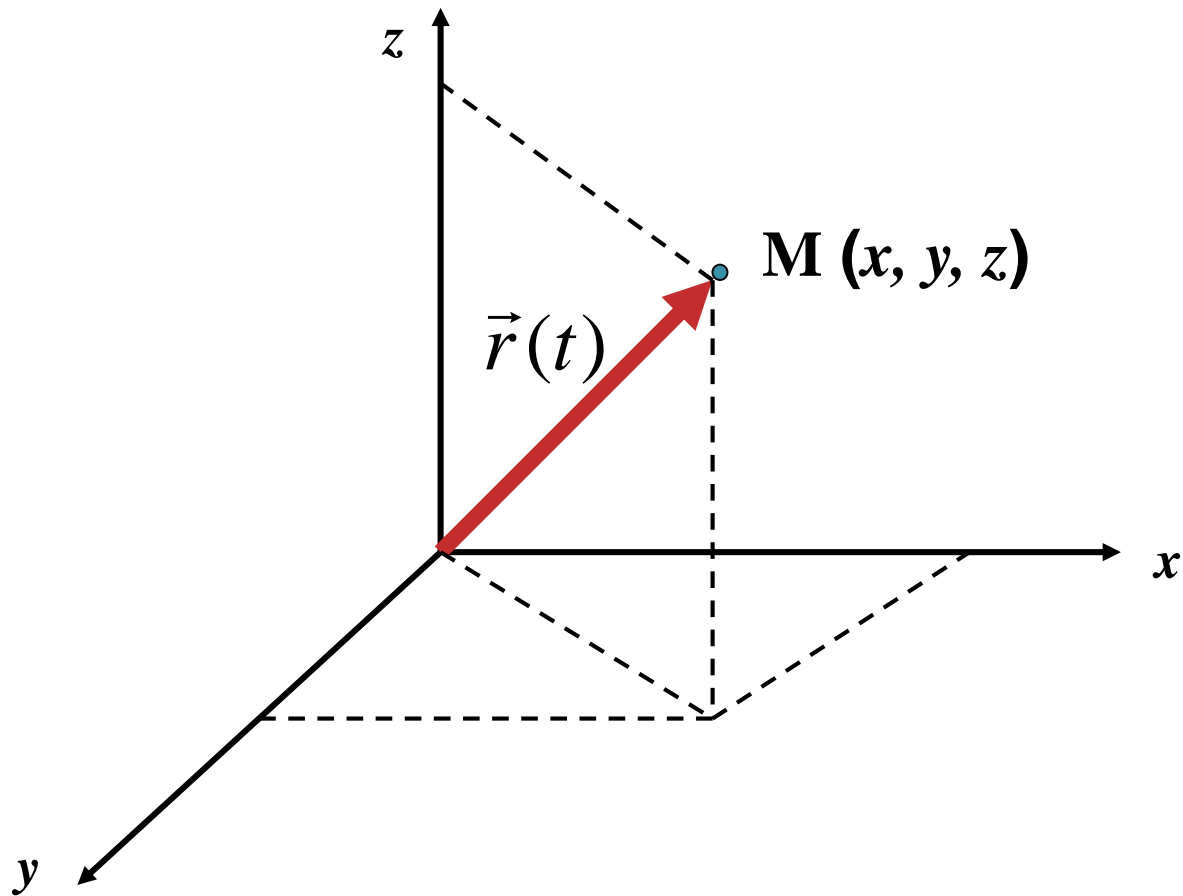
- Materialaus taško judėjimas aprašomas spindulio vektoriaus $\vec{r}(t)$, priklausančio nuo laiko, pagalba.
- Spindulio vektoriaus didumą ir kryptį nusakome jo trimis projekcijomis į koordinačių ašis x, y, z .

- Materialaus taško padėtį bet kuriuo laiko momentu aprašome **judėjimo lygtimi**:

$$\vec{r} = f(t)$$

Dekarto koordinačių sistemoje:

$$x = f_1(t) , \quad y = f_2(t) , \quad z = f_3(t).$$



$$r(t) = \sqrt{x^2(t) + y^2(t) + z^2(t)}$$

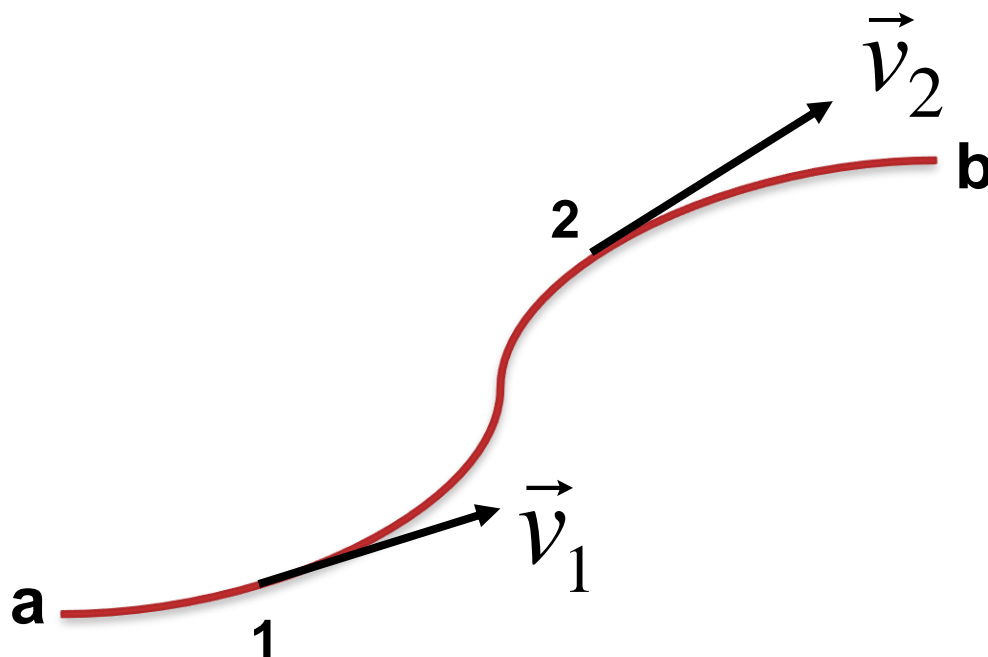
- Jei judėjimo lygtyje laikas t yra parametras, tai ši lygtis bus materialaus taško judėjimo trajektorijos lygtis.

Linijinis greitis \vec{v}

- Linijinis materialaus taško greitis nusako šio taško padėties pakitimą per laiko vieneta.
- Greitis yra lygus spindulio vektoriaus išvestinei laiko atžvilgiu:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}.$$

- **Greičio vektoriaus kryptis** sutampa su liestine judėjimo trajektorijai tame taške:



Momentinis greitis - tai taško greitis konkrečiu laiko momentu arba konkrečiame kelio taške:

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

Vidutinis greitis lygus taško visam nueitam keliui per visą judėjimo laiką:

$$v_{vid} = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n t_i} .$$

Greičio matavimo vienetai: **m/s**.

MATERIALAUS TAŠKO LINIJINIS PAGREITIS

$$\vec{a}$$

Jis parodo **greičio vektoriaus didumo** ir **krypties** kitimo spartą ir yra lygus greičio pirmajai išvestinei laiko atžvilgiu.

MATERIALAUS TAŠKO PAGREITIS

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$$

$$a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2}$$

TANGENTINIS PAGREITIS

$$\vec{a}_\tau$$

- Jis parodo **greičio vektoriaus didumo kitimo spartą** ir yra lygus greičio išvestinei laiko atžvilgiu:

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} .$$

- **Tangentinio pagreičio vektorius** sutampa su liestine išvesta judėjimo trajektorijai duotajame taške (*jei judėjimas greitėjantis - tai šis vektorius sutaps su greičio vektoriumi*).

NORMALINIS PAGREITIS

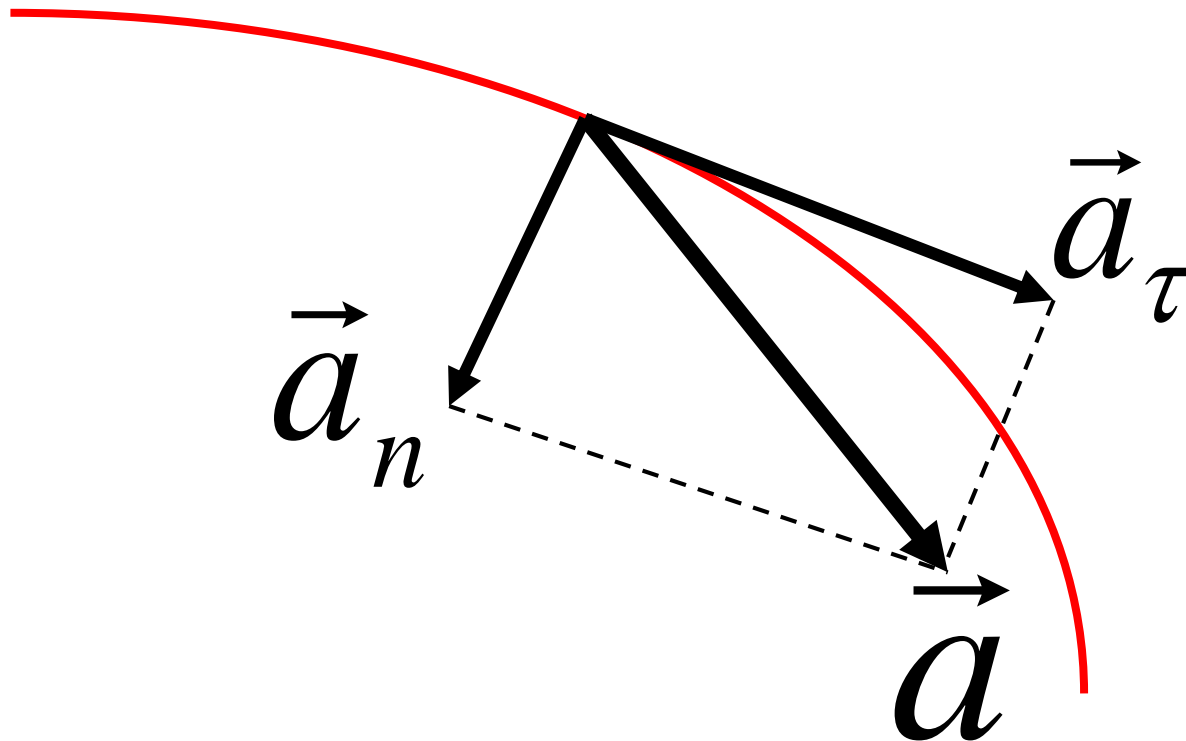
$$\vec{a}_n$$

- Jis parodo **greičio vektoriaus krypties kitimo spartą** ir yra lygus linijinio greičio kvadratumui padalintam iš trajektorijos kreivumo spindulio:

$$a_n = \frac{v^2}{R} .$$

- **Normalinio (*įcentrinio*) pagreičio vektorius** yra statmenas greičio vektoriui ir nukreiptas į trajektorijos kreivumo centrą.

Tangentinis, normalinis ir pilnutinis pagreičiai



Pilnutinis pagreitis

- $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$

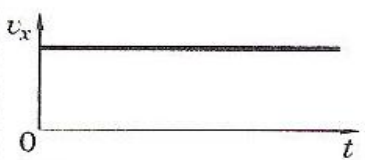
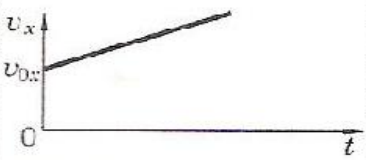
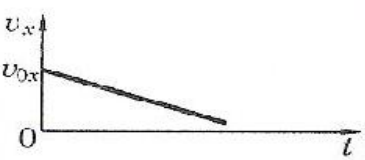

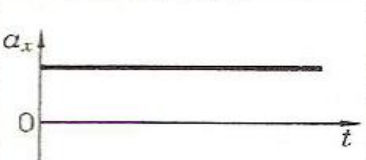

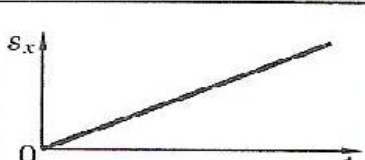
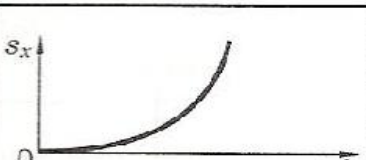
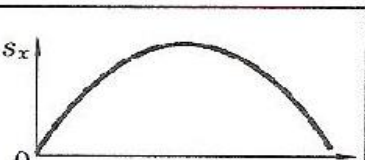
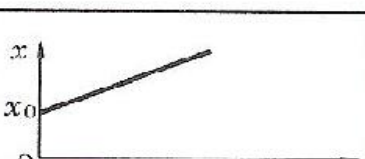

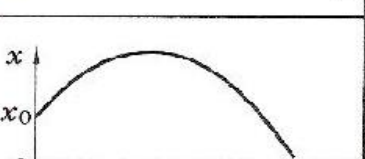
- $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

- Pagreičio matavimo vienetai: **m/s²** .

Kūno nueitas kelias

$$s = \int_{t_1}^{t_2} v(t) \cdot dt$$

Judėjimo grafikai

Tolyginis judėjimas			Tolygiai greitėjantis judėjimas		
	Formulė	Grafikas	Formulė	Grafikas	
				$\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}_0$	$\vec{a} \updownarrow \vec{v}_0$
Greitis	$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$		$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$		
Pagreitis	$\vec{a} = \vec{0}$		$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$		
Poslinkis	$\vec{s} = \vec{v}t$		$\vec{s} = \vec{v}_0t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$		
Koordinatė	$x = x_0 + v_x t$		$x = x_0 + v_0t + \frac{a_x t^2}{2}$		


Judėjimas su pagreičiu

	Judėjimo pobūdis	
	Tiesiaėigis tolygiai greitėjantis judėjimas	Tolyginis judėjimas apskritimu
Pagreičio kryptis greičio atžvilgiu	Toje pat tiesėje (ta pačia arba priešinga kryptimi)	Statmena greičiui
Pagreičio pastovumas: a) pagal modulį b) pagal kryptį	a) pastovus b) pastovus	a) pastovus b) kintamas
Greičio formulė	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$	$v = \frac{2\pi R}{T}$
Pagreičio formulė	$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$	$a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2}{T^2} R = 4v^2 \nu^2 R$
Koordinatės formulė	$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$	$x = R \sin \frac{2\pi}{T} t$ $y = R \cos \frac{2\pi}{T} t$



SUKAMOJO JUDĖJIMO KINEMATIKA

- **Kietu kūnu** mechanikoje vadinamas kūnas, kurio dalių tarpusavio padėtis nekinta visą judėjimo laiką.
- Nagrinėsime **kieto kūno sukimąsi apie nejudančią ašį**.
- Tai toks judėjimas, kai kūno taškai juda apskritiminėmis trajektorijomis, kurių centrai guli tiesėje, vadinamoje sukimosi ašimi.



**Besisukančio kūno taškų
judėjimą nusako kampiniai ir
linijiniai parametrai**

1. Kampiniai parametrai :

φ - posūkio kampas

ω - kampinis greitis

ε - kampinis pagreitis

2. Linijiniai parametrai:

s - nueitas kelias

v - linijinis greitis

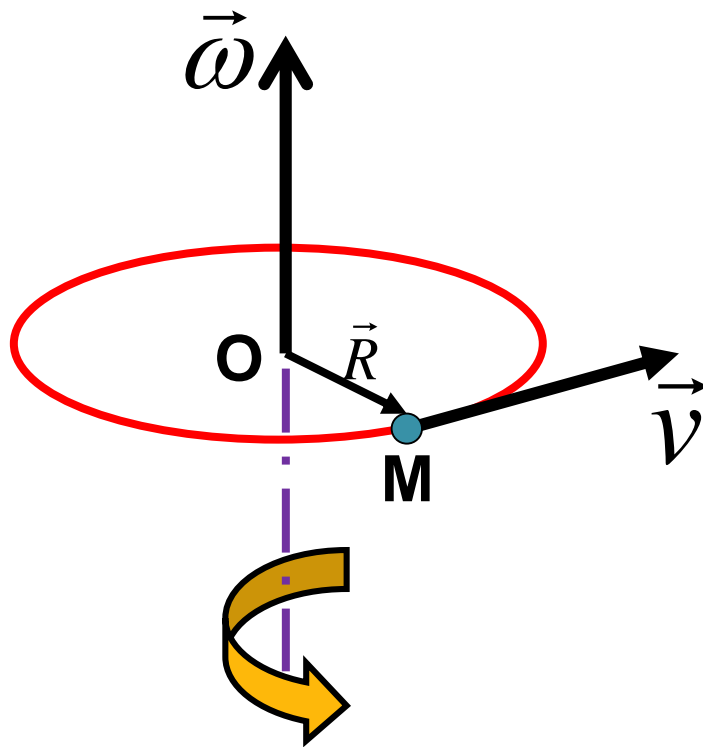
a_{τ} - tangentinis pagreitis

a_n - normalinis pagreitis

Kampinis greitis $\vec{\omega}$ nusako posūkio kampo kitimo spartą.

- Jis yra **ašinis vektorius** ir šio vektoriaus kryptis yra surišta su kūno sukimosi kryptimi dešiniojo sraigto taisykle.
- Kampinis greitis lygus posūkio kampo išvestinei laiko atžvilgiu.
- Kampinis greitis matuojamas: **rad/s**.

Kampinis greitis

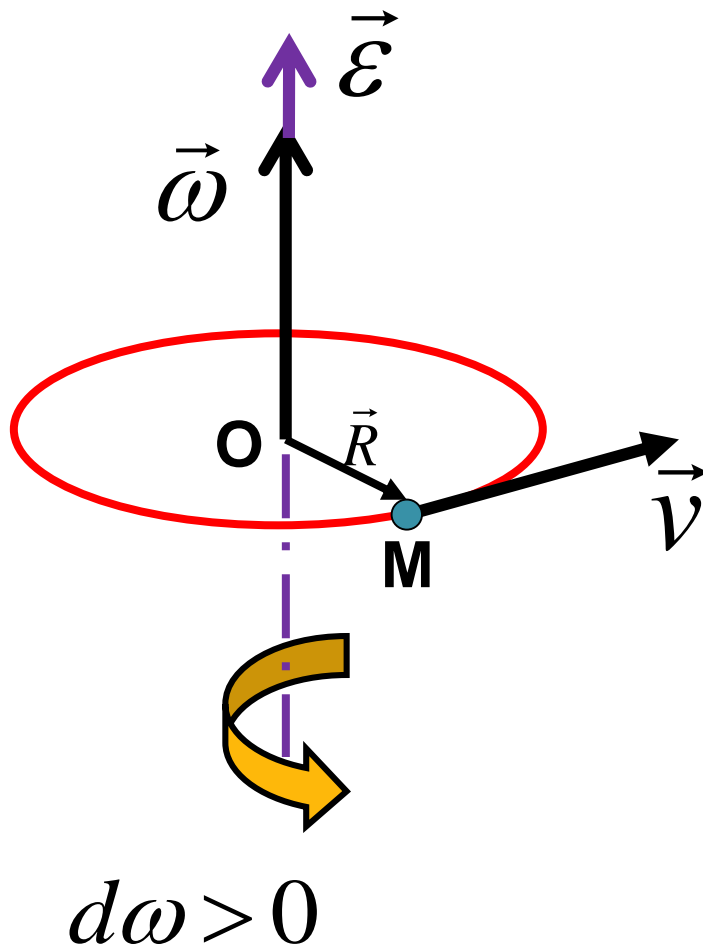


$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$


Kampinis pagreitis $\vec{\varepsilon}$ nusako kampinio greičio kitimo spartą.

- Kampinis pagreitis yra ašinis vektorius. Jei sukimasis greitėjantis, tai jo kryptis sutampa su kampinio greičio vektoriaus kryptimi, jei lėtėjantis - tai yra priešingos krypties.
- Kampinis pagreitis lygus kampinio greičio išvestinei laiko atžvilgiu arba antrajai posūkio kampo išvestinei laiko atžvilgiu.

Kampinis pagreitis



$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$


$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

Kampinio pagreičio matavimo vienetai: **rad/s²**.

- **To paties kieto kūno visų taškų kampiniai parametrai ($\varphi, \omega, \varepsilon$) tuo pačiu laiko momentu yra vienodo didumo, o linijinių parametrų didumas priklauso nuo taško atstumo iki sukimosi ašies.**

RYŠYS TARP KAMPINIŲ IR LINIJINIŲ PARAMETRŲ

$$v = \omega \cdot R$$

$$a_n = \omega^2 \cdot R$$

$$a_\tau = \varepsilon \cdot R$$

Ryšys tarp linijinio ir kampinio greičių vektorių:

$$\vec{v} = [\vec{\omega} \cdot \vec{R}]$$