



DINAMIKA

Materialaus taško ir kieto kūno

Dinamikos struktūra ir turinys

Dinamika

Aprašoma

Pagrindinėmis sąvokomis
(masė, jėga,
atskaitos
sistema)

Nagrinėja greičio kitimo priežastį

Judėjimo
dėsniais
(Niutono
dėsniais)

Sąveiką

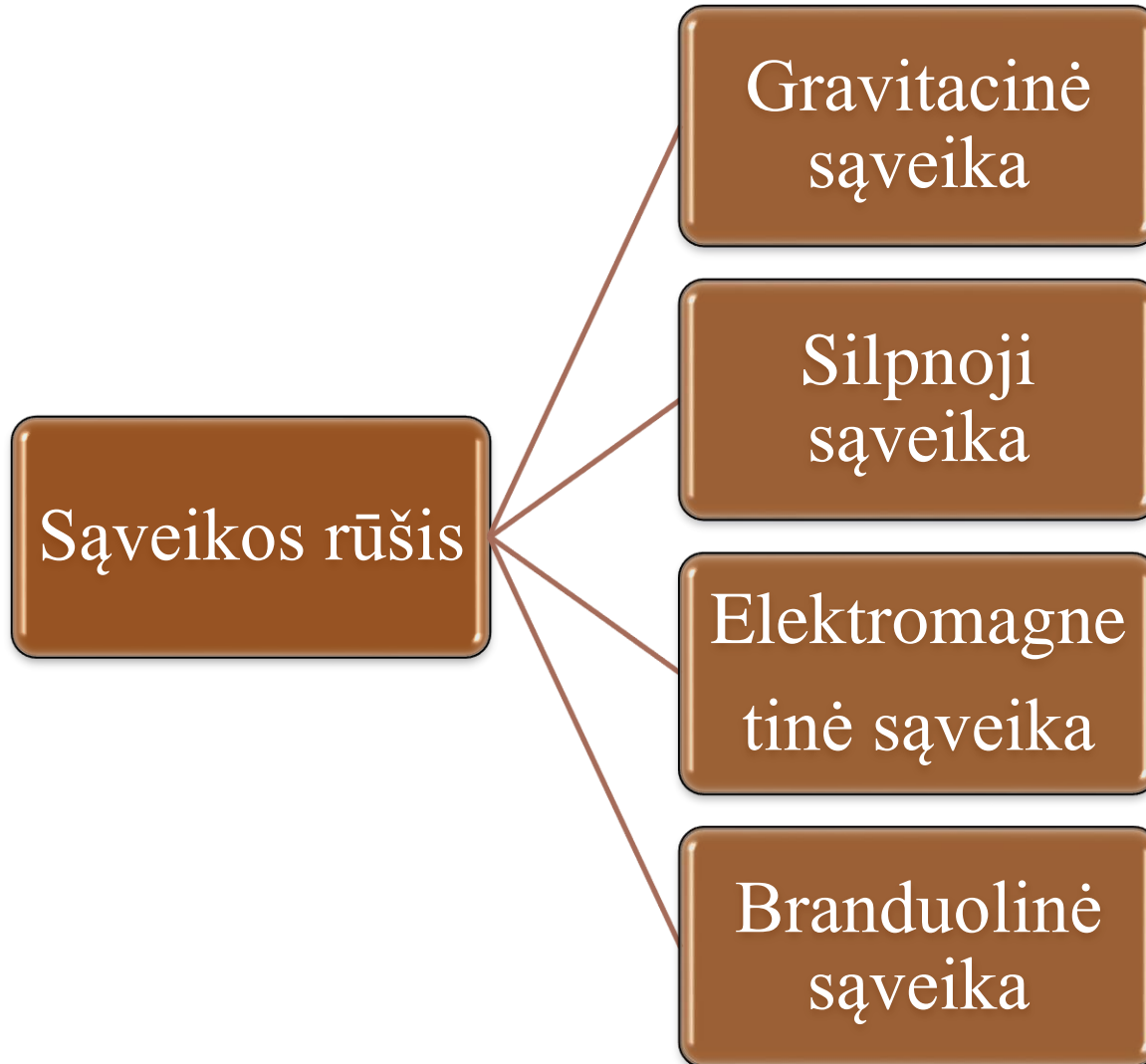
Pagrindinių
mechanikos
uždavinių

Jėgų
dėsnius
(traukos,
tamprumo,
trinties)



SLENKAMOJO JUDĖJIMO DINAMIKA

Gamtoje egzistuoja keturios sąveikos rūšys



Nr.	<i>Sąveika</i>	<i>Šaltinis</i>	Santykinis sąveikos intensyvum as	Veikimo spindulys
1.	Gravitacinė	Kūnų masės	10^{-38}	Tolisiekė
2.	Silpnoji	Elementariosios dalelės	10^{-25}	Artisiekė 10^{-15} m
3.	Elektromagnetinė	Elektros krūviai	10^{-2}	Tolisiekė
4.	Branduolinė	Protonai ir neutronai	1	Artisiekė 10^{-15} m

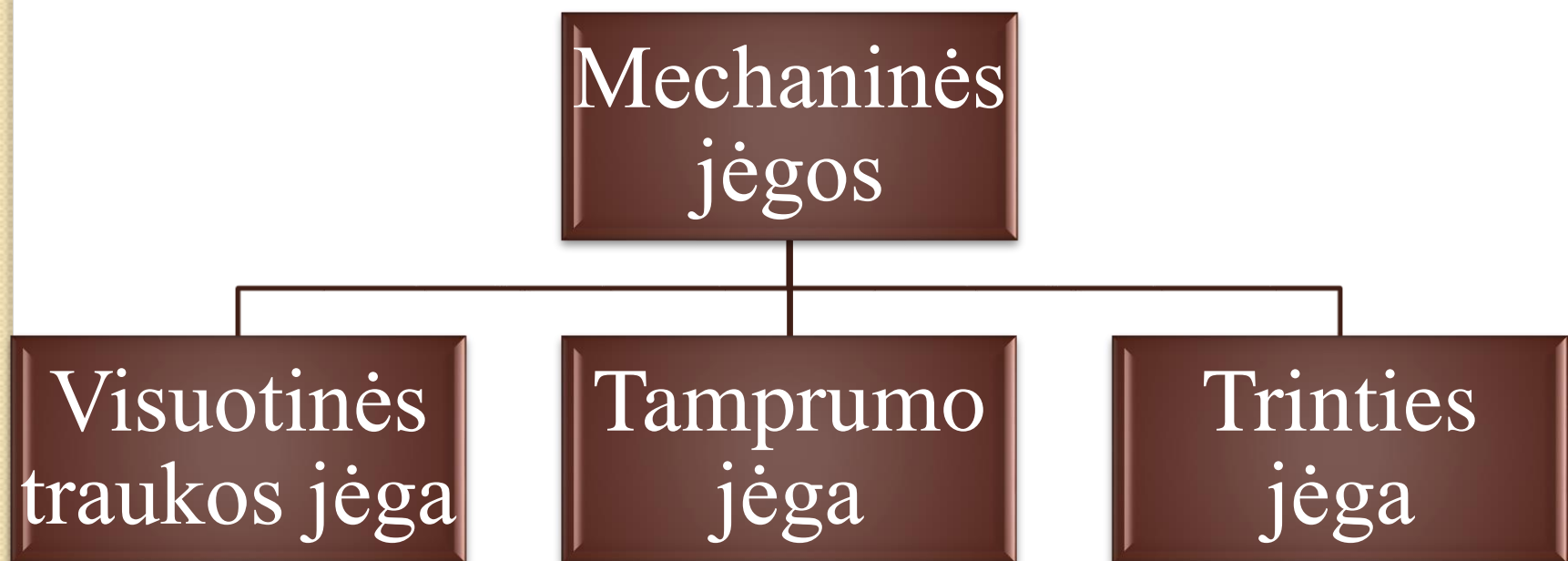
Pagrindinēs slenkamojo judējimo dinamiskās charakteristikas:

- Jēga \vec{F}
- Kūno masē m
- Kūno impulss \vec{p}

JĒGA \vec{F}

- **Jēga – tai sąveikos intensyvumo kiekybinis matas.**
- **Jēga – tai fizikinis dydis, nusakantis vieno kūno poveikį kitam kūnui.**
- **Tai vektorinis dydis. Veiksmai su jėgomis atliekami, kaip su vektoriais.**
- **Jėgos matavimo vienetas – $[F] = \text{N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$.**

Mechaninēs jēgos



Visuotinės traukos jėga

**Sąveikos
prigimtis**

- Gravitacinė

Jėgos formulė

$$F_{trauk} = G \frac{mM}{R^2}$$

**Formulės
taikymo
sąlygos**

- Materialieji taškai
- Sferiškai
simetriški rutuliai

Tamprumo jėga

**Sąveikos
prigimtis**

- Elektromagnetinė


Jėgos formulė

$$\vec{F}_{tampr_x} = -k \cdot \vec{x}$$

**Formulės
taikymo
sąlygos**

- Formulė tinka, kai
yra pakankamai
maža deformacija

Trinties jėga



Sąveikos prigimtis	<ul style="list-style-type: none">• Elektromagnetinė
Jėgos formulė	$F_{tr} = \mu \cdot N$
Formulės taikymo sąlygos	<ul style="list-style-type: none">• Formulė apytikslė, nes jėga priklauso nuo judėjimo greičio

Kūno masė m (“inertinė”)

- **Masė** - tai kūno inertiškumo matas slenkamajame judėjime.
- **Inertiškumas** – tai kūno savybė priešintis staigiam jo greičio (*būvio*) pakitimui.
- Kuo didesnė kūno masė, tuo jis inertiškesnis.
- Masė matuojama: $[m] = \text{kg}$.

Kūno impulsas \vec{p}

- Tai viena iš pagrindinių dinaminių charakteristikų.
- Tai vektorinis dydis lygus judančio kūno masės ir jo judėjimo greičio sandaugai:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \ .$$

- Impulso vektoriaus kryptis sutampa su kūno judėjimo greičio vektoriaus kryptimi.

$$p = m \cdot v$$

- Impulso matavimo vienetai: $[p] = \mathbf{kg \cdot m/s}$.

Klasikinė dinamika yra pagrįsta **Niutono dėsniais**

- Šie dėsniai buvo suformuluoti 1687 metais.
- Niutonas surišo **jėgos** ir “**inertinės**” masės sąvokas šių dėsnių pagalba:

1. inercijos dėsnio;

2. pagrindinio dinamikos dėsnio;

3. veiksmo ir atoveiksmio lygybės dėsnio.

Niutono dėsnų taikymo ribos

Inercinės atskaitos sistemos

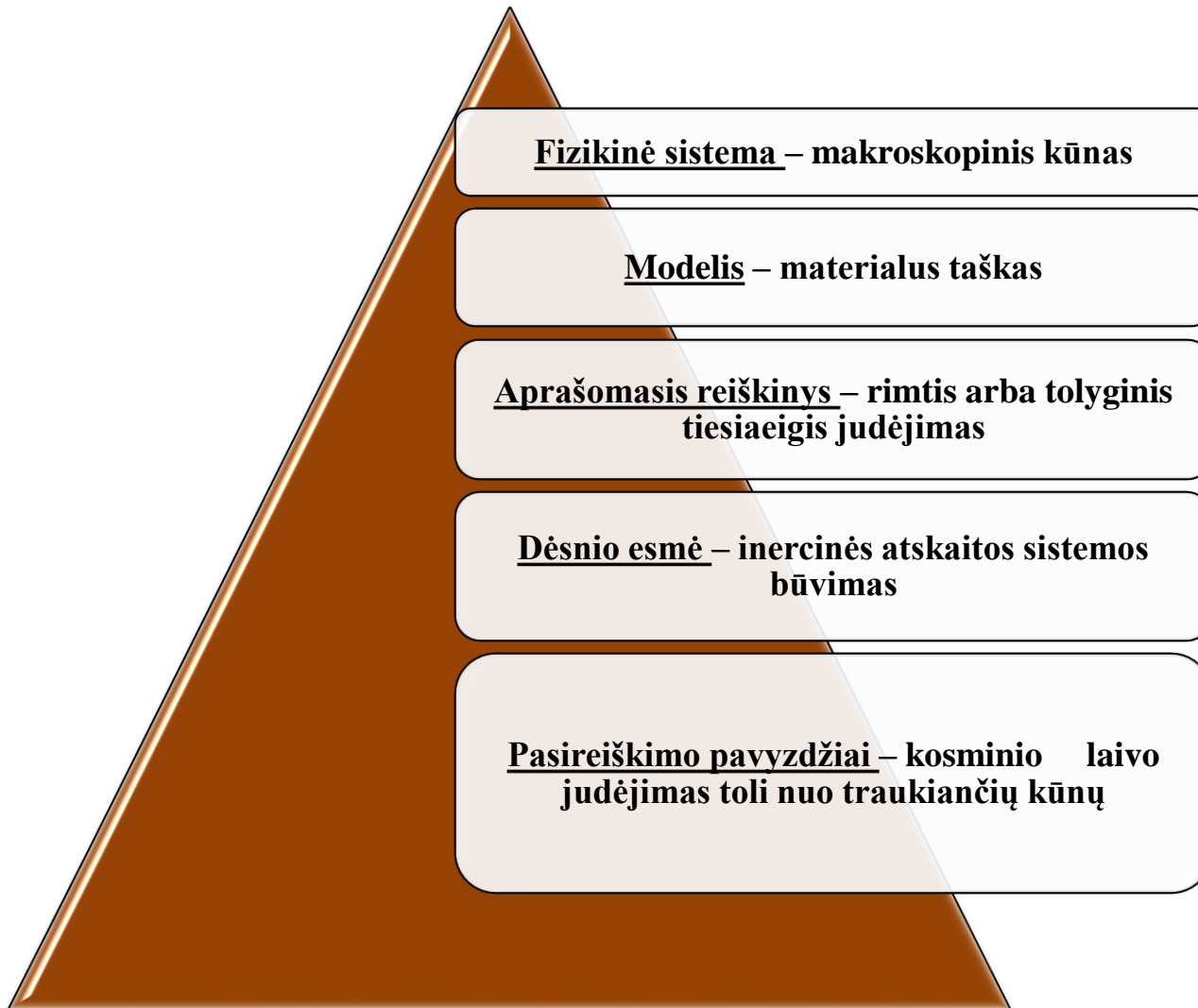


Makropasaulis ir
megapasaulis



Judėjimas greičiais daug
mažesniais už šviesos greitį
vakuume

I-as Niutono dėsnis



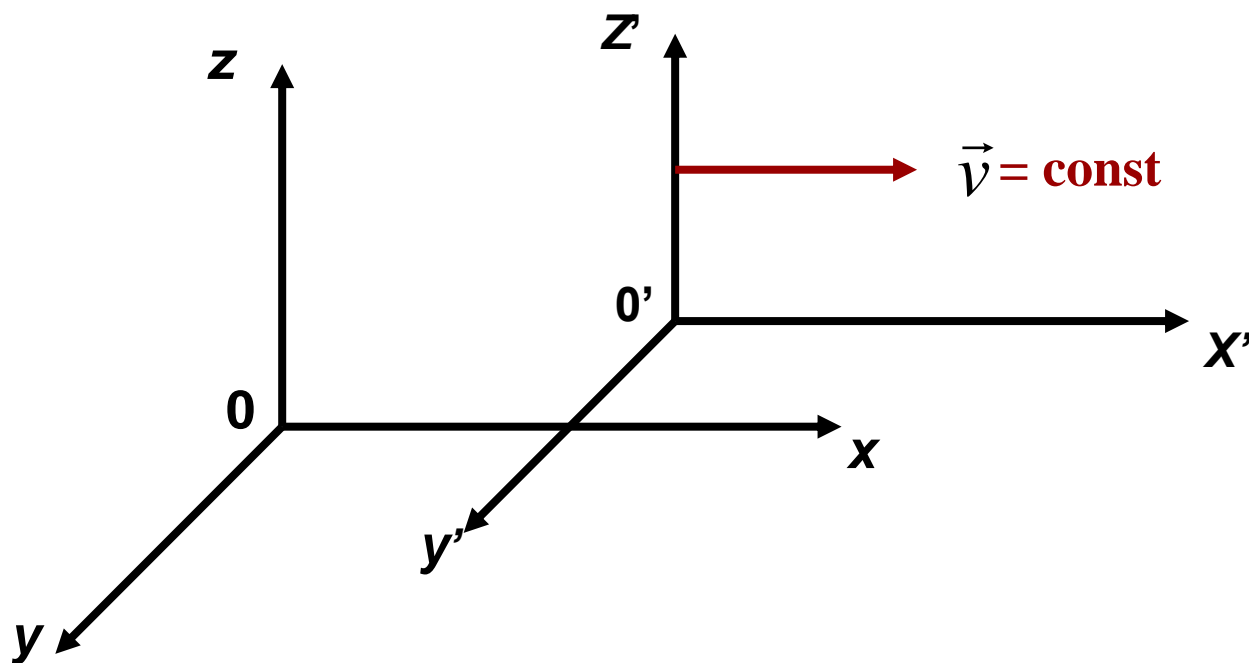
I-sis Niutono dėsnis

(inercijos dėsnis)

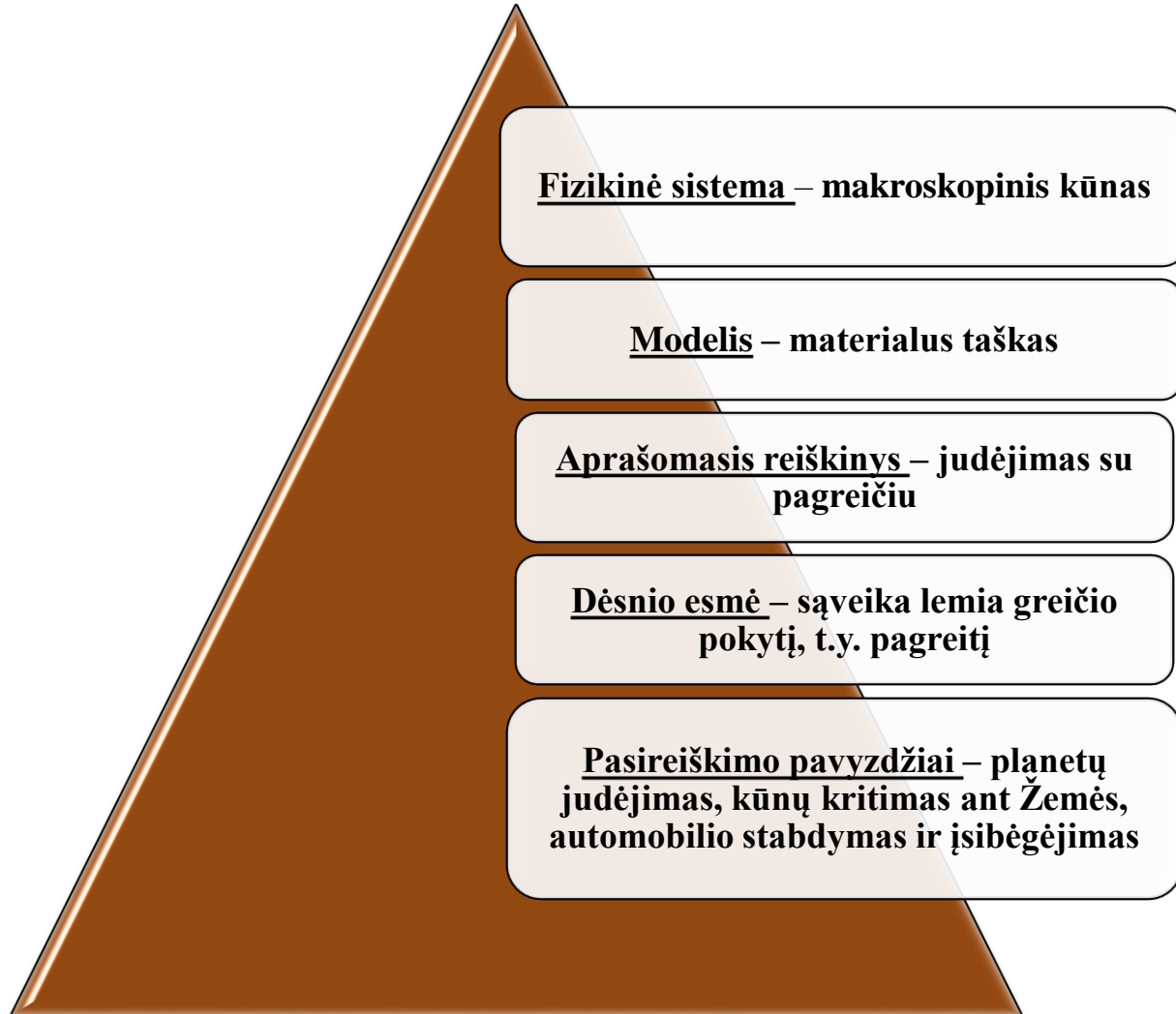
- Pastovios masės kūnas juda tiesiai ir tolygiai arba yra rimties būvyje tol, kol kitų kūnų poveikis neprivers jo pakeisti šio būvio.
- Šis dėsnis galioja tik **inercinėse atskaitos sistemose**.
- Eksperimentiškai šio dėsnio Žemėje patikrinti negalime.

Inercinė vadinama atskaitos sistema $x'y'z'$ judanti be pagreičio kitos atskaitos sistemos $x y z$ atžvilgiu.

$x'y'z'$ - inercinė atskaitos sistema



II-as Niutono dėsnis



II-asis Niutono dėsnis

Pagrindinis dinamikos dėsnis slenkamajam judėjimui

- Materialaus taško impulso išvestinė skaitine verte yra lygi materialų tašką veikiančiai jėgai:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} .$$

- Kūno impulsą gali pakeisti, tik kūną veikianti išorinė jėga arba jėgų atstojamoji.

- Jei kūno masė yra pastovi ($m=\text{const}$), tai

kūno įgytas pagreitis yra tiesiog proporcingas kūną veikiančiai jėgai (*arba veikiančių jėgų atstojamajai*) ir atvirkščiai proporcingas jo masei:

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}_i}{m} .$$

- **Kūnas juda greitėjančiai tik veikiamas jėgos:**

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

- **Kūną veikianti jėga jam suteikia pagreitį .**

III-as Niutono dėsnis

Fizikinė sistema – dviejų kūnų sistema

Modelis – dviejų materialių taškų sistema

Aprašomasis reiškinys – kūnų sąveika

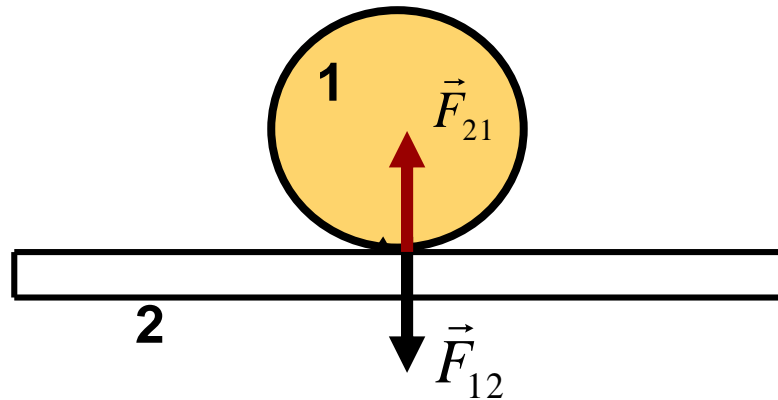
Dėsnio esmė – veikimo ir atoveikio jėgų moduliai lygūs, jos priešingų krypčių, tos pačios prigimtės ir veikia skirtingus kūnus

Pasireiškimo pavyzdžiai – kūnų sąveika:
Žemės ir Mėnulio, automobilio ir Žemės paviršiaus ir t.t.

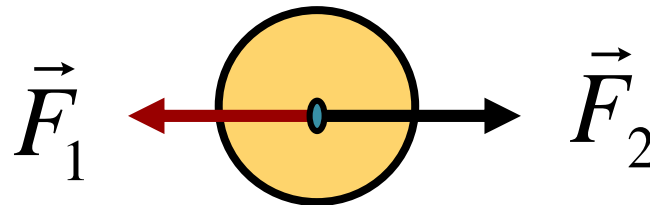
III-asis Niutono dėsnis

- Du kūnai veikia vienas kitą vienodo didumo, bet priešingų kryptių jėgomis, t.y. veiksmas yra lygus atoveiksmiui:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



- Trečiojo Niutono dėsnio atveju jėgos viena kitos neatsveria, nes kiekvieną kūną veikia tik viena jėga.
- Norint, kad jėgos kompensuotų viena kitą, reikia, kad jos abi veiktų tą patį kūną.



Išorinės ir vidinės jėgos

- Jėgos, veikiančios tarp tos pačios sistemos kūnų, yra vadinamos **vidinėmis jėgomis**

$$\vec{F}_{vid}$$

- Jėgos, kuriomis sistemos kūnus veikia tai sistemai nepriklausantys kūnai, yra vadinamos **išorinėmis jėgomis**

$$\vec{F}_{išor}$$

Uždara (*izoliuota*) sistema

- Uždara yra vadinama tokia sistema, kurios neveikia išorinės jėgos arba šių jėgų atstojamoji yra lygi nuliui:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_{i\check{so}r_i} = 0 \ .$$



Impulso tvermēs dēsnis

**Dēsnis galioja tik uždaroje kūnų
sistemoje**

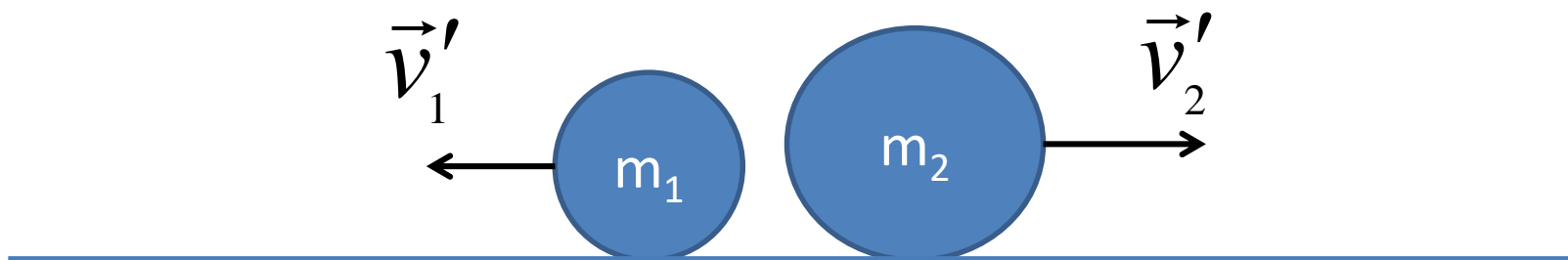
Nagrinėjame uždara sistemą, sudarytą iš dviejų, skirtingais greičiais judančių materialių taškų.

- 1-ojo masė m_1 , greitis iki sąveikos \vec{v}_1 , po sąveikos – \vec{v}_1' ;
- 2-ojo masė m_2 , greitis iki sąveikos \vec{v}_2 , po sąveikos – \vec{v}_2' .
- Pasinaudojame II-ju ir III-ju Niutono dėsniais.

Prieš susidūrimą



Po susidūrimo



\rightarrow x

$$\vec{F}_1 = \frac{d(m_1 \cdot \vec{v})}{dt};$$

$$\vec{F}_2 = \frac{d(m_2 \cdot \vec{v})}{dt};$$

$$\vec{F}_1 \cdot dt = m_1 \cdot \vec{v}_1' - m_1 \cdot \vec{v}_1;$$

$$\vec{F}_2 \cdot dt = m_2 \cdot \vec{v}_2' - m_2 \cdot \vec{v}_2;$$

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

$$m_1 \cdot \vec{v}_1' - m_1 \cdot \vec{v}_1 = -\left(m_2 \cdot \vec{v}_2' - m_2 \cdot \vec{v}_2\right)$$

- Sąveikaujant dviem materialiams taškams, jų impulsų pokyčiai yra vienodo didumo, bet priešingų kryptių:

$$\Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2.$$

Impulso tvermės dėsnis teigia:

- uždaroje sistemoje ($\sum \vec{F}_{i\check{s}or} = 0$) pilnutinis sistemos impulso vektorius laikui bėgant nekinta:

$$\sum_i \vec{p}_i = \textit{const.}$$

Reaktyvinis judėjimas

- Jis paaiškinamas impulso tvermės dėsniu.
- Reaktyvinio judėjimo pavyzdžiai:
 - kosminio laivo kilimas į erdvę;
 - aštuonkojo ir kalmaro judėjimas vandenyje ir t.t.

Sistemos masių centras

- Tai taškas, kurio koordinatės užduodamos lygtimis:

$$x_c = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$y_c = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + \dots + m_n \cdot y_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$z_c = \frac{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + \dots + m_n \cdot z_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

**Izoliuotos sistemos masių centras
juda tiesiai ir tolygiai:**

$$\vec{v}_c = \textit{const}.$$