



# **Žemės gravitacijos laukas**

## **Inercijos jėgos**

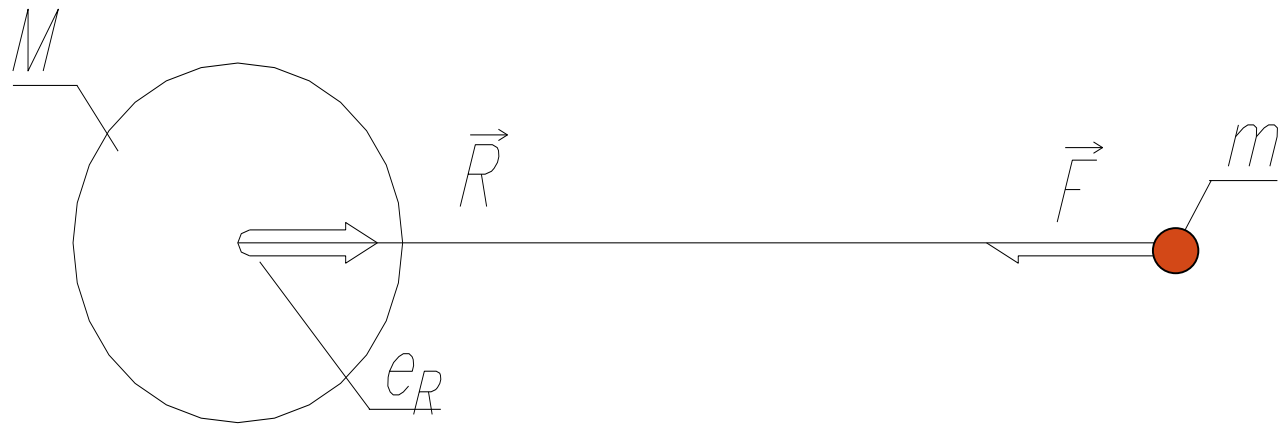
- Erdvės sritis, kurioje veikia gravitacijos jėgos, vadinama **gravitacijos lauku**.
- **Lauką kuria ir per jį sąveikauja kūnų masės.**
- Tik labai didelių (*pvz. dangaus*) kūnų gravitacijos laukas yra žymus.

# Niutono visuotinės traukos dėsnis

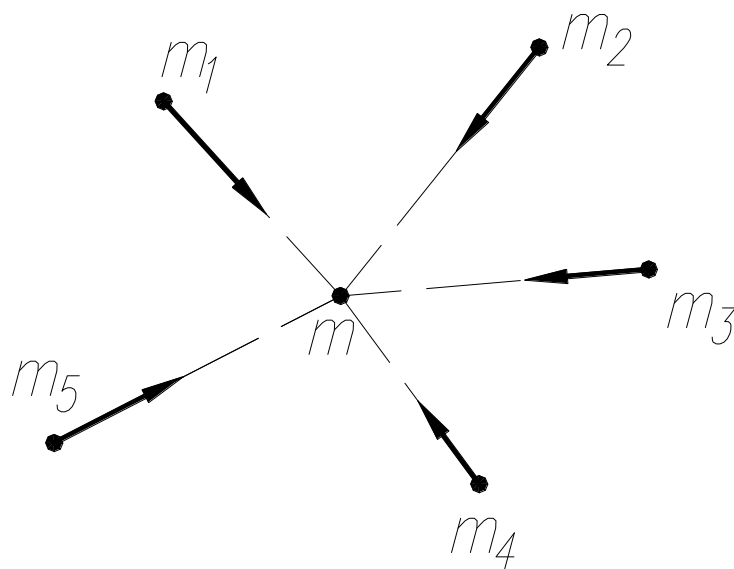
- Šis dėsnis aprašo kūnų sąveiką gravitacijos lauke:

$$\vec{F} = -\gamma \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} \cdot \vec{e}_R$$

- Čia  $\mathbf{F}$  yra jėga, kuria Žemė (masė  $\mathbf{M}$ ) veikia masės  $\mathbf{m}$  materialųjį tašką,  $\gamma$ -gravitacijos konstanta,  $\mathbf{e}_R$ -vienetinis vektorius, turintis kryptį. Minuso ženklas rodo, jog  $\mathbf{F}$  kryptis priešinga  $\mathbf{R}$ .



**Gravitacijos laukas** yra centrinių jėgų laukas, kadangi jėgos, veikiančios mases  $m_i$ , esančias įvairiose padėtyse, susikerta lauką kuriančio kūno  $m$  masių centre - lauko jėgų centre.



# Inercinės ir gravitacinės masių lygybė

- **Masę** galima apibūdinti kaip skaliarinį fizikinį dydį, kuris nusako tiek **inercines**, tiek ir **gravitacines** kūnų savybes ir yra šių savybių matas.

Bet kuri gravitācijas lauko tašku  
apibūdina du dydžiai :

- stiprumas  $G$

$$G = \gamma \cdot \frac{M}{R_{\check{Z}}^2}$$

- potencialas  $\varphi$

$$\varphi = -\gamma \cdot \frac{M}{R} + const$$

# Neinercinės atskaitos sistemos (*NAS*)

- **Neinercinės atskaitos sistemos**  
(*NAS*)- tai tokios atskaitos sistemos, kurios inercinių atskaitos sistemų (*IAS*) atžvilgiu **juda su pagreičiu ir jose kūnus veikia papildomos inercijos (*inercinės*) jėgos.**

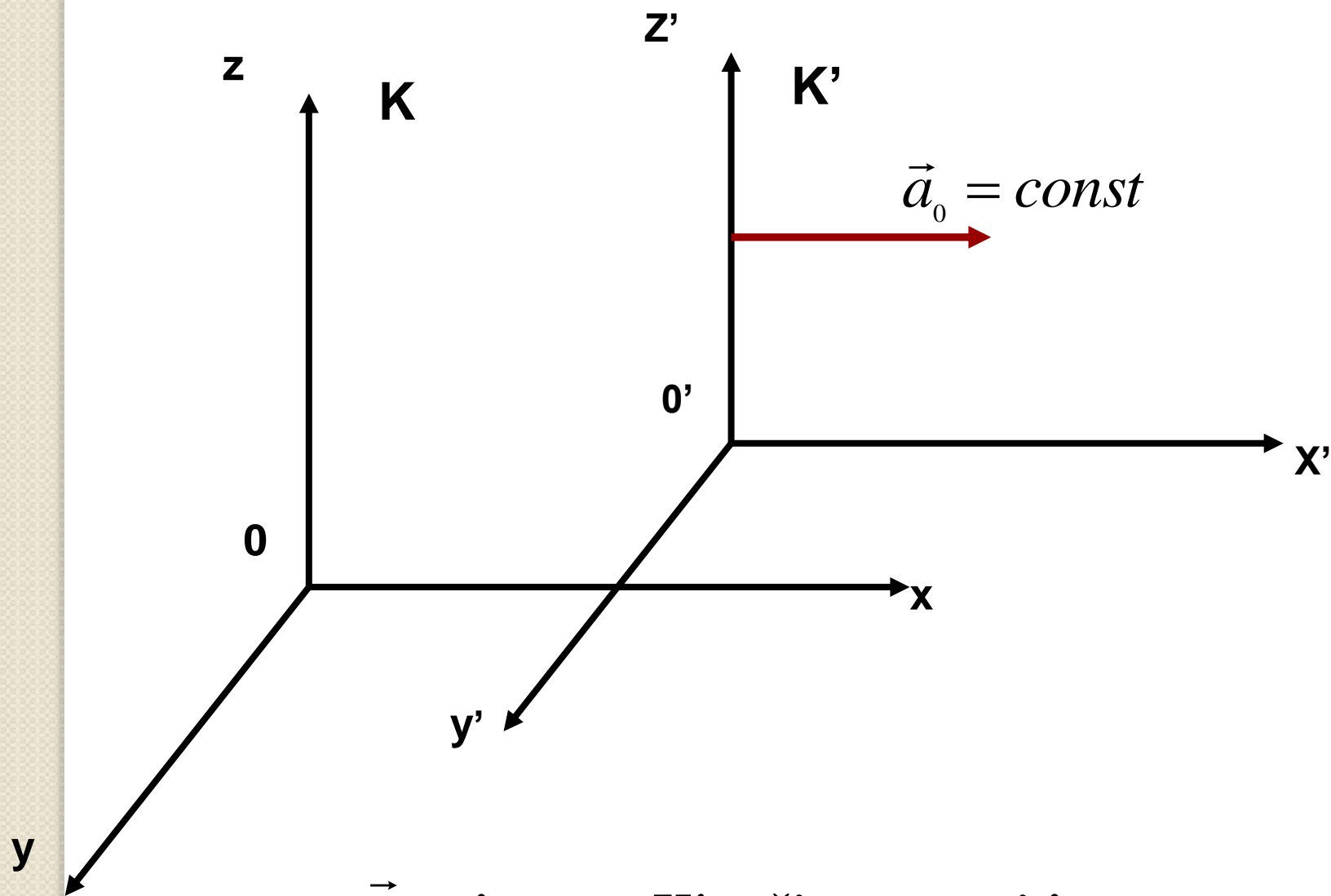


# Inercijos jėgos

- **Inercijos (*inercinės*) jėgos** veikia tik neinercinėse atskaitos sistemose (*NAS*), o sistemai tapus inercine (*IAS*) - jos išnyksta.



# **Tiesiai judančios neinercinės atskaitos sistemos**



$\vec{a}_0$  - sistemos  $K'$  nešimo pagreitis

- Kūną, esantį *NAS*, be sąveikos jėgos su kitais kūnais (tokia jėga veikia kūną *IAS*), dar veikia papildoma **inercijos jėga**, kuri yra lygi kūno masei padaugintai iš inercijos pagreičio ( $\vec{a}_{in} = -\vec{a}_0$ ) :

$$\vec{F}_{inerc} = -m\vec{a}_0$$

- Minusas rodo, kad inercijos jėga nukreipta vektoriui  $\vec{a}_0$  priešinga kryptimi.



# **Inercijos jėgos besisukančiose atskaitos sistemose**

# Išcentrinė inercijos jėga

- Visi besisukančios atskaitos sistemos (*NAS*) taškai inercinės atskaitos sistemos (*IAS*) atžvilgiu turi nešimo - įcentrinį pagreitį, nukreiptą į sukimosi ašį:

$$\vec{a}_o = -\vec{r} \cdot \omega^2$$

$\vec{r}$  - atstumas nuo sukimosi ašies,  $\omega$  - kampinis sukimosi greitis.

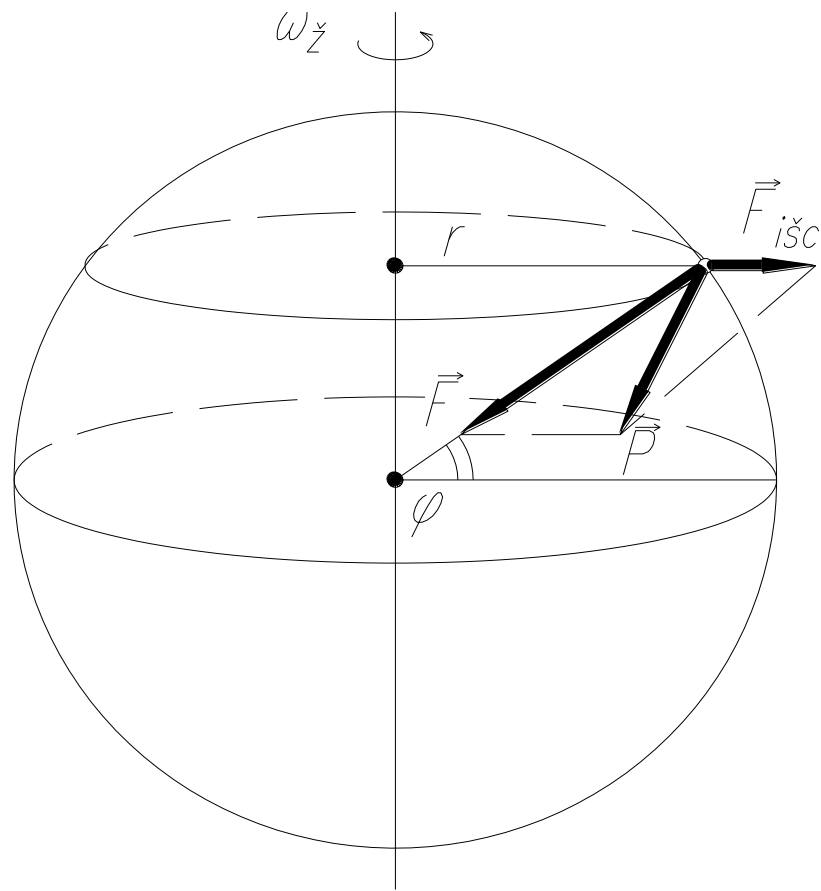
# Kūnai, esantys besisukančioje *NAS*,

- įgyja išcentrinį inercijos pagreitį:

$$\vec{a}_{\text{išč.in}} = -\vec{a}_0 = \vec{r} \cdot \omega^2$$

- ir yra veikiami inercijos jėgos, vadinamos **išcentrine inercine**:

$$\vec{F}_{\text{išč.in}} = m \cdot \vec{a}_{\text{išč.in}} = m \cdot \vec{r} \cdot \omega^2$$



$\vec{F}_{i\check{s}c.in}$  kryptis sutampa su  $\vec{r}$  kryptimi



- Dėl Žemės sukimosi apie savo ašį atskaitos sistema, susieta su Žemės paviršiumi, yra **neinercinė**.
- Kiekviena paviršiaus taške  **$m$**  masės kūną be traukos jėgos  **$F$**  dar veikia išcentrinė inercijos jėga, suteikianti išcentrinį inercijos pagreitį.

- Žemės ašigaliuose kūnų išcentrinė inercijos jėga neveikia ( $F_{\text{išč.in}} = 0$ ).
- Maksimali išcentrinė inercijos jėga kūnus veikia Žemės pusiaujo taškuose.

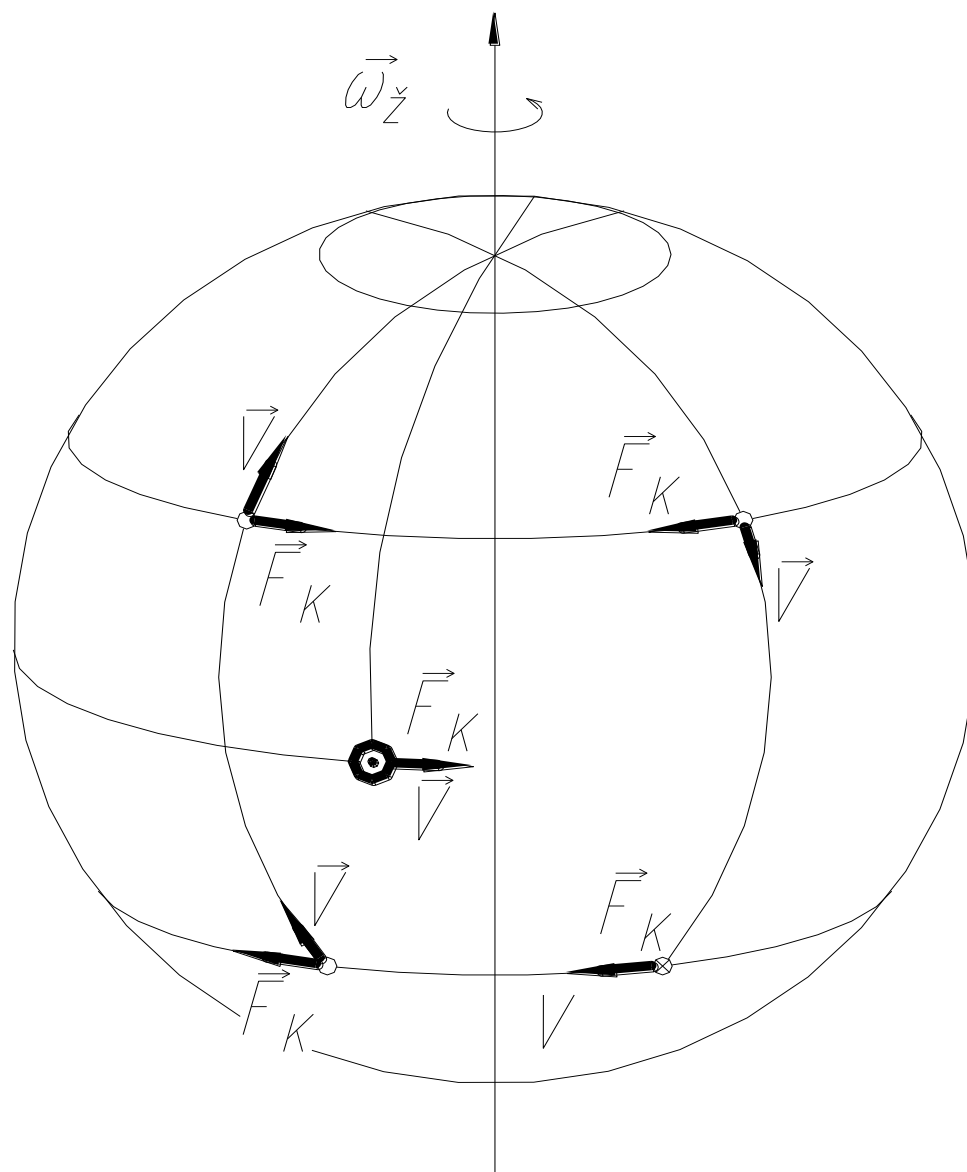
# Koriolio jėga

- Kūną, judantį greičiu  $\vec{v}$  besisukančios atskaitos sistemos (NAS), pavyzdžiui, Žemės paviršiaus atžvilgiu, veikia dar viena inercijos jėga - **Koriolio jėga**, kuri išreiškiama per vektorinę vektorių  $\vec{v}$  ir  $\vec{\omega}_z$  sandaugą.

**Koriolio jėga** iškreivina kūno, judančio išilgai dienovidinio, trajektoriją, o kūną, judantį išilgai lygiagretės, kelia nuo Žemės paviršiaus arba spaudžia prie jos.

- $$\vec{F}_k = m \cdot \vec{a}_k = 2m \cdot [\vec{v} \cdot \vec{\omega}_z]$$

- $$F_k = 2m \cdot v \cdot \omega_z \cdot \sin \alpha$$



- Jei kūnas juda į viršų, tai **Koriolio jėga** veikia jį į vakarus, o jei juda žemyn - tai ši jėga veikia kūną į rytus.
- Dėl **Koriolio jėgos** veikimo šiaurės pusrutulyje upių dešinieji krantai yra paplauti stipriau negu kairieji.

# Sunkio jėga

- Kūną atskaitos sistemoje, susietoje su Žemės paviršiumi (*NAS*), veikia **sunkio jėga**  $\mathbf{P} = m\mathbf{g}$ , kuri yra gravitacinės ir išcentrinės inercijos jėgų atstojamoji:

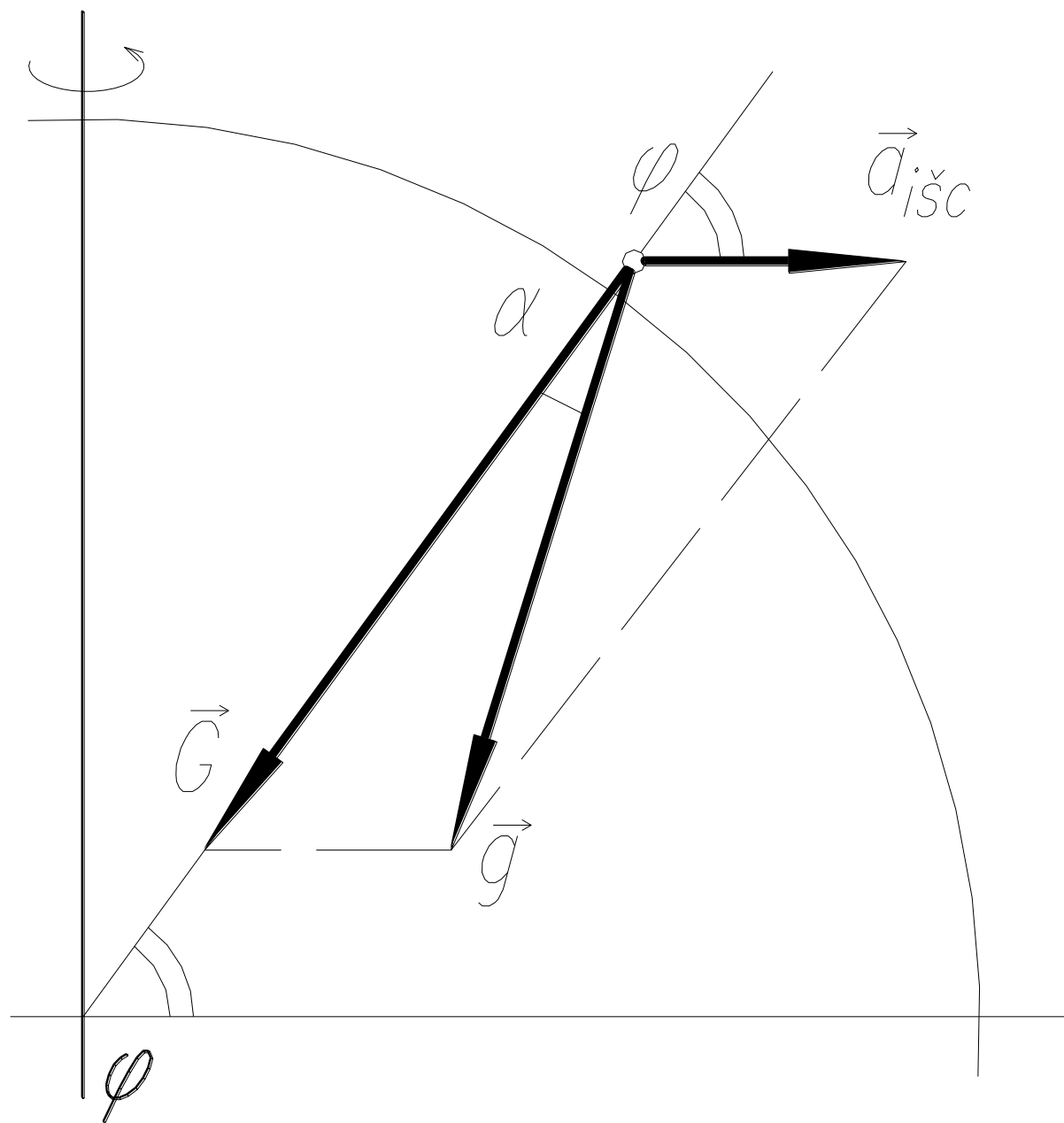
$$\vec{P} = \vec{F} + \vec{F}_{i\check{s}c.in}$$

# Laisvo kritimo pagreitis

- Sunkio jėgos suteikiamas pagreitis ***g*** vadinamas laisvo kritimo pagreičiu:

$$\vec{g} = \vec{G} + \vec{a}_{i\check{s}c.in}$$



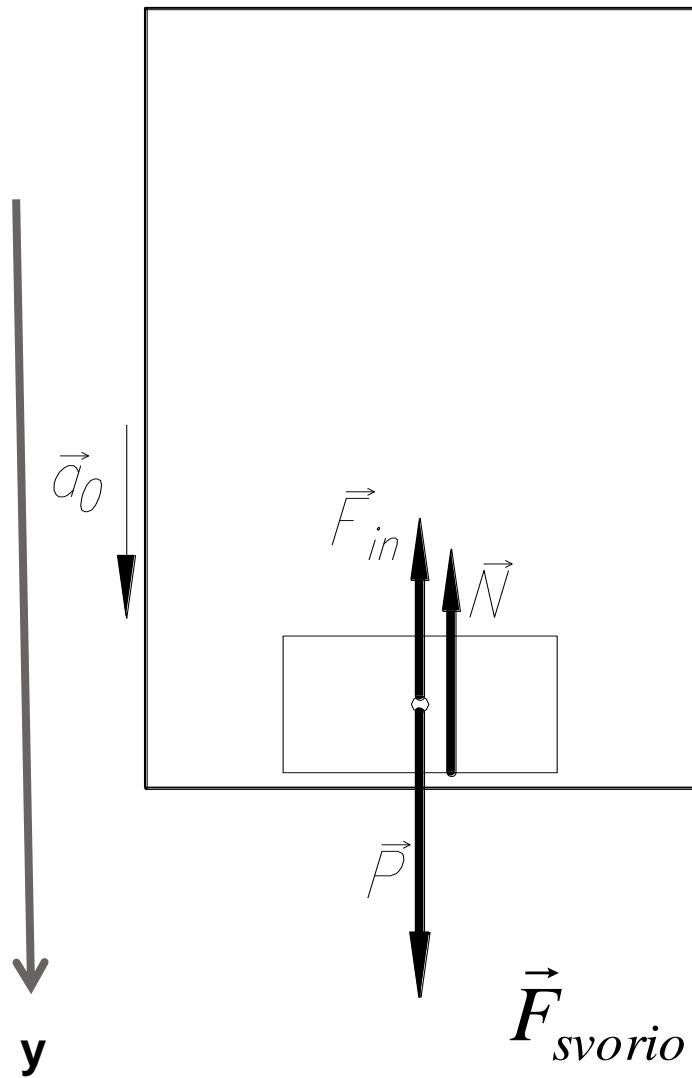


- **Maksimalų** laisvo kritimo pagreitį kūnai įgyja Žemės ašigaliuose, nes šiuose taškuose kūnų neveikia išcentrinė inercijos jėga (  $g_{max} = G$  ).
- **Minimalų** laisvo kritimo pagreitį kūnai įgyja Žemės pusiaujo taškuose, nes čia juos veikia didžiausia išcentrinė inercijos jėga (  $g_{min} = G - a_{išc}$  ).

# Svorio jėga

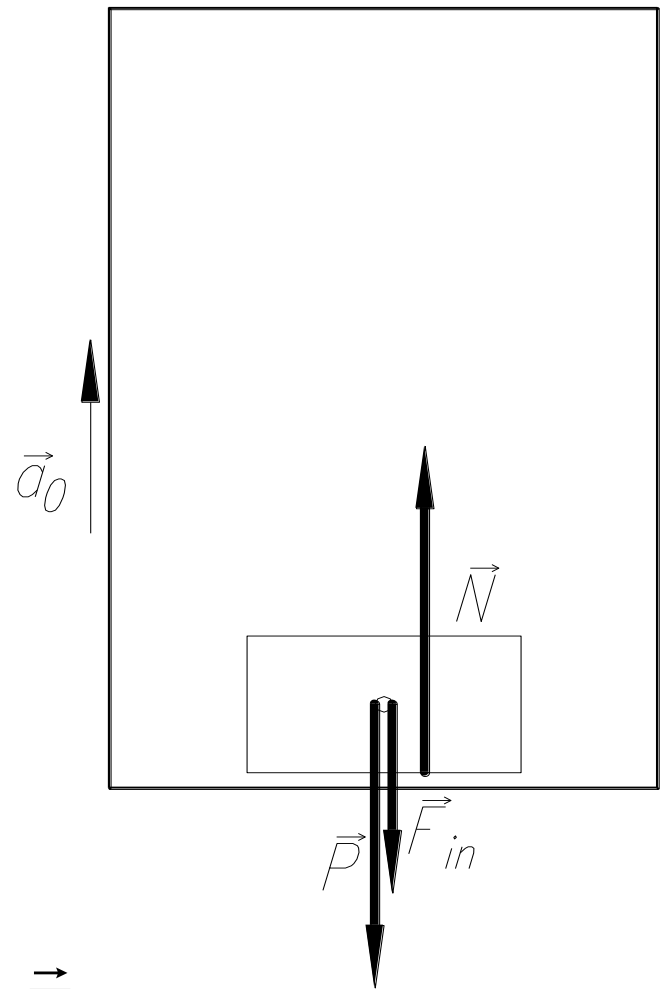
- **Svoris** - tai jėga su kuria kūnas veikia atramą arba pakabą, Žemės traukos poveikyje.
- **Svorio jėga yra lygi sunkio jėgos ir inercijos jėgos vektorių sumai :**

$$\vec{F}_{svor} = \vec{P} + \vec{F}_{inerc} = m\vec{g} + m\vec{a}_{inerc}$$



$$\vec{F}_{svorio} = m\vec{g} + \vec{F}_{inerc}$$

$$F_{sv} = mg - ma_o$$



$$F_{sv} = mg + ma_o$$

- **Svorio jėga** skaitine verte bus lygi **sunkio jėgai** ( $F_{sv} = P$ ), kai kūnas su pakaba arba atrama **juda tiesiai ir tolygiai** ( $F_{inerc} = 0$ ).
- **Perkrovimą** stebime tada, kai yra priešingos **nešimo** ir **laisvo kritimo** pagreičių kryptys (*kūno svoris padidėja*).
- **Nesvarumas** stebimas tuomet, kai **inercinė jėga** kompensuoja **sunkio jėgą**

$$g = -a_{inerc} ; \quad F_{sv} = 0 .$$