

Dynamika

Sila a pohyb

Čo spôsobuje zmenu rýchlosti telesa ?

Basketbalista



kontakt

Vodný lyžiar



Sprostredkovaný kontakt



pole

**Interakcia (vzájomné pôsobenie)
s okolitými objektami**

Kvantifikátor – sila [N]

Dynamický přístup

Poznáme příčinu pohybu - sily



**Newtonove
zákon
dynamiky**


$$\vec{r}, \vec{v}, \vec{a}$$

Newtonove zákon

K udržaniu stálej rýchlosti
nepotrebujeme silu

1. zákon – princíp zotrvačnosti

Teleso, ktoré je v pokoji, alebo v rovnomernom priamočiarom pohybe, zotrúva vo svojom pohybovom stave, pokiaľ nie je prinútené vplyvom nejakých interakčných síl, zmeniť svoj pohybový stav.

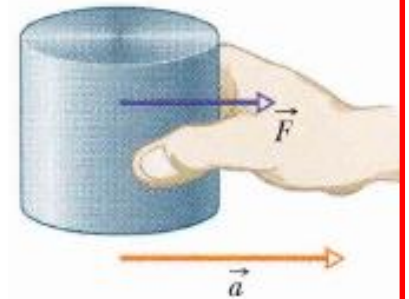


2. zákon – princíp sily

Ak na teleso s hmotnosťou m pôsobí výsledná sila F , potom mu udeľuje zrýchlenie a , pre ktoré platí:

Jednotka sily je Newton

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \rightarrow \vec{F} = m\vec{a}$$

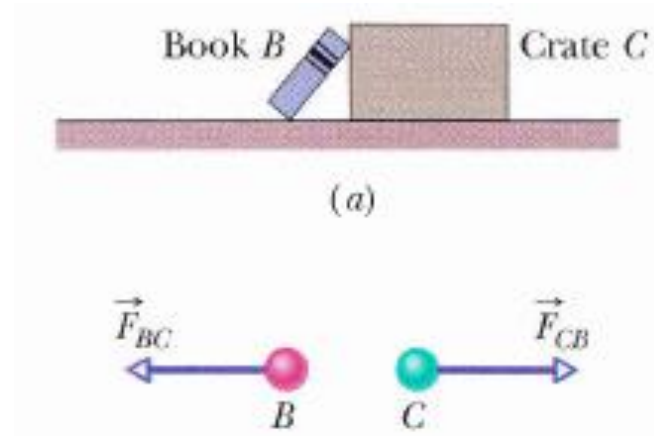


Dokonale hladká podložka

3. zákon – zákon akcie reakcie

Ak jedno teleso pôsobí na druhé teleso určitou silou, potom druhé teleso pôsobí na prvé rovnako veľkou silou, opačne orientovanou

Zákon akcie reakcie



Ak jedno teleso pôsobí na druhé teleso určitou silou, potom druhé teleso pôsobí na prvé rovnako veľkou silou, opačne orientovanou

Sily akcie a reakcie pôsobia vždy na rôzne telesá.
Nesčítavajú sa a preto sa nemôžu vyrušiť !!!

Druhý Newtonov zákon

$$m\vec{a} = \vec{F} \Rightarrow \begin{cases} ma_x = F_x \\ ma_y = F_y \\ ma_z = F_z \end{cases}$$

Zložka zrýchlenia v smere danej súradnicovej osi je určená **výhradne** súčtom zložiek všetkých síl pôsobiacich v tomto smere. **Jednotlivé zložky sa vzájomne neovplyvňujú.**

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$

Vektorová výslednica všetkých síl pôsobiacich na teleso

Špeciálny prípad

$$\text{Ak } \sum \vec{F}_i = \vec{0} \text{ teleso je v rovnováhe}$$

Dôsledok:

Ak niektorá zložka sily je nulová, potom teleso v smere tejto zložky nemení svoju rýchlosť.

Ak napr.

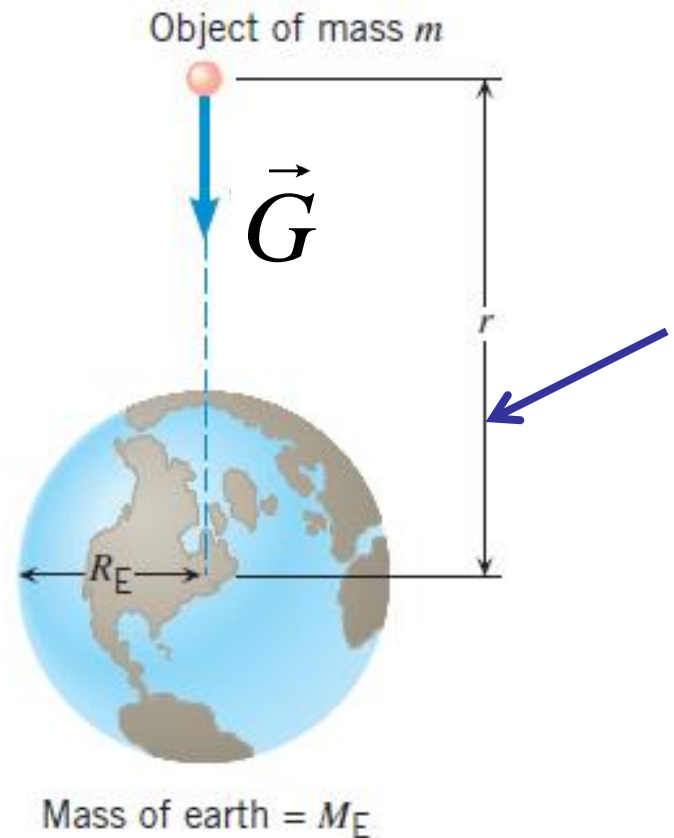
$$ma_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = \textit{konst}$$

Základné sily

Tiažová sila je sila, ktorá pôsobí na zemskom povrchu na teleso a udeľuje mu zrýchlenie g . Sila je orientovaná do stredu Zeme.:

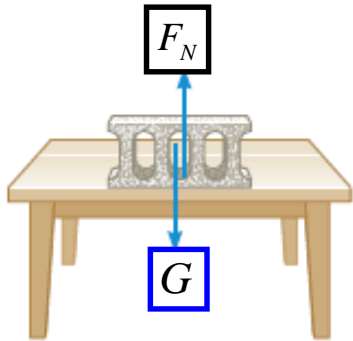
$$\vec{G} = m\vec{g} = -mg\vec{j}$$

$$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$$

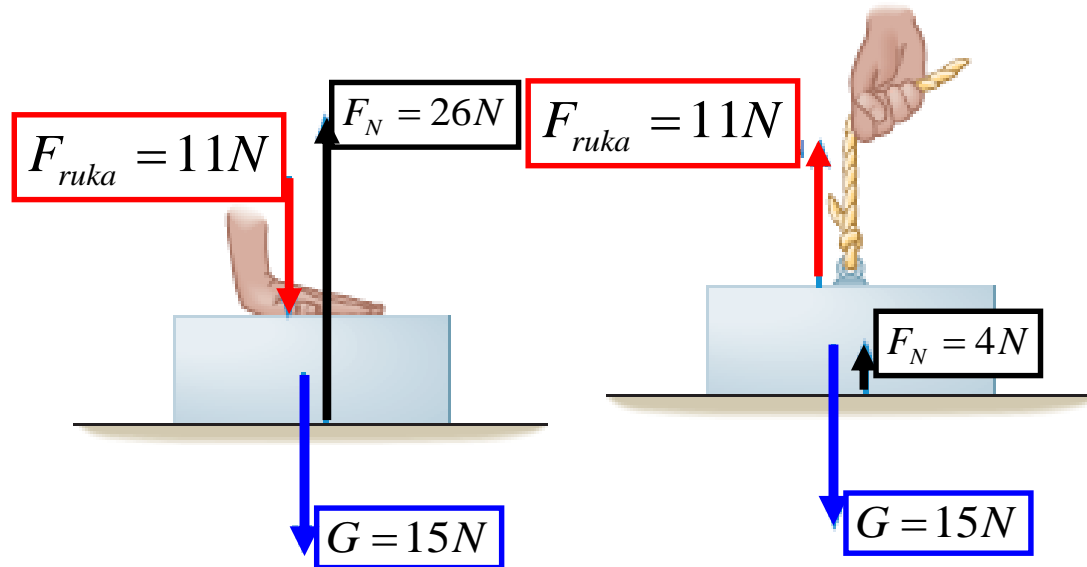


Základné sily

Kolmá tlaková sila je sila (N , F_N), pôsobiaca okolitými objektami, ktoré sú v **priamom kontakte** s telesom (podložka na teleso). **Sila má smer normály na podložku.**



$$\vec{F}_N + \vec{G} = \vec{0} \Rightarrow F_N = G$$



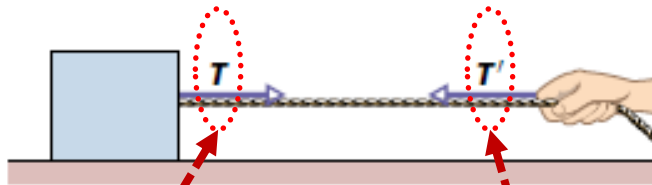
$$\vec{F}_N + \vec{G} + \vec{F}_{ruka} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} F_N - mg - F_{ruka} = 0 \Rightarrow F_N = 26N \\ F_N - mg + F_{ruka} = 0 \Rightarrow F_N = 4N \end{cases}$$

Ťahová sila

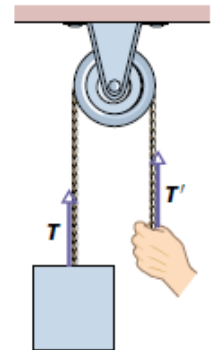
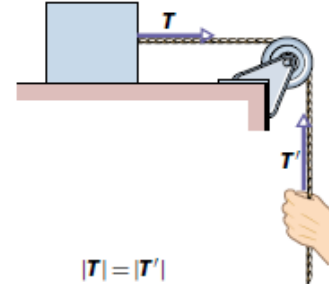
Ťahová sila je sila spôsobená napnutím lanka.
Lanko realizuje spojenie dvoch telies.

Sily, ktorými **lanko pôsobí** na okolité objekty:

T T'



akcia - reakcia



Sily, ktorými **okolité objekty** pôsobia na lanko. Zo zákona akcie reakcie: $F = T$



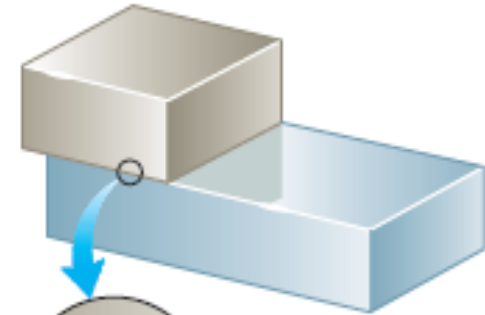
Nehmotné lanko:

$$F' - F = m_{lana} a$$

$$m_{lana} = 0 \Rightarrow F = F' \Rightarrow T = T' = F = F'$$

Trecia sila je sila, ktorá vzniká z dôvodu **nedokonalkej hladkosti** vztyčných plôch. **Podstatou je vzájomné pôsobenie povrchových atómov**

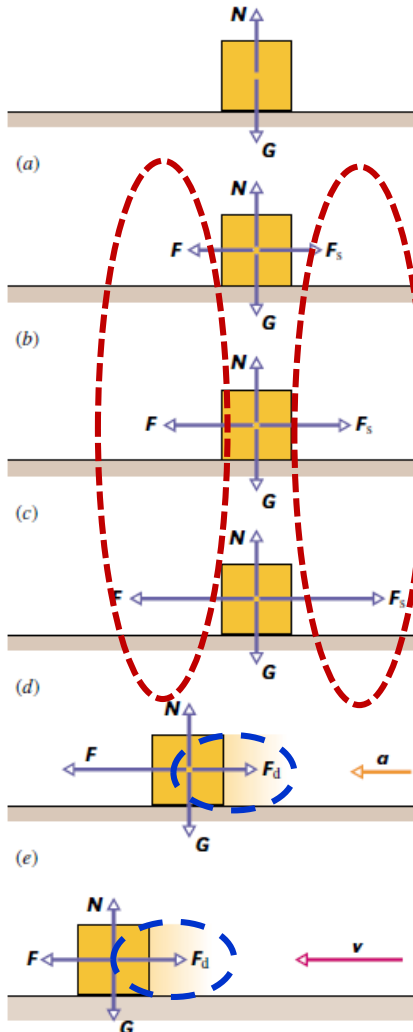
Zvarené v mnohých vztykových bodoch



Microscopic contact points

Dva povrchy sa dotýkajú najvyššími výbežkami
Prilnavosť – vzájomné pôsobenie povrchových atómov

Obvykle má dynamická trecia sila menšiu veľkosť ako maximálna prípustná hodnota statického trenia

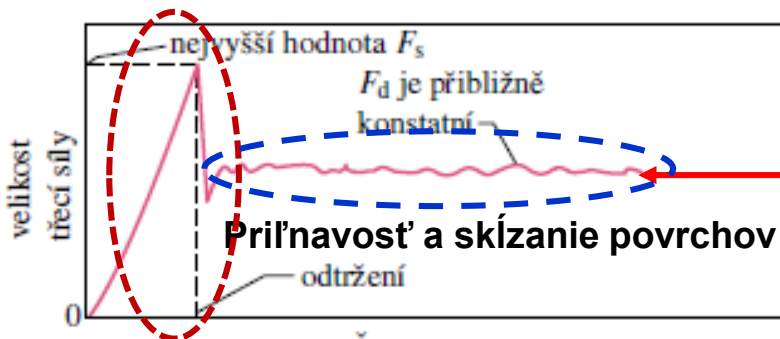


Stav pokoja
Statické trenie.

Stav pohybu
Dynamické trenie.

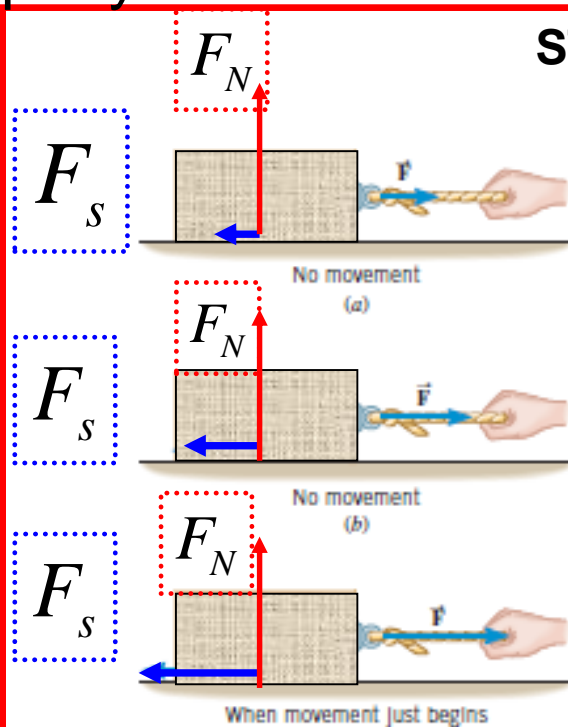
pohyb se zrychlením

pohyb s konstantní rychlostí



Trecia sila je sila, ktorá vzniká z dôvodu nedokonalnej hladkosti vztyčných plôch. Táto sila je vždy orientovaná proti smeru pohybu telesa.

STATICKÁ TRECIA SILA



Kolmá tlaková sila je sila

$$F_{s,\max} = f_s F_N$$

Koeficient statického trenia

Vlastnosti trecej sily:

1, Ak je teleso v pokoji, má statická trecia sila rovnakú veľkosť ako priemet sily F do smeru podložky a je opačne orientovaná

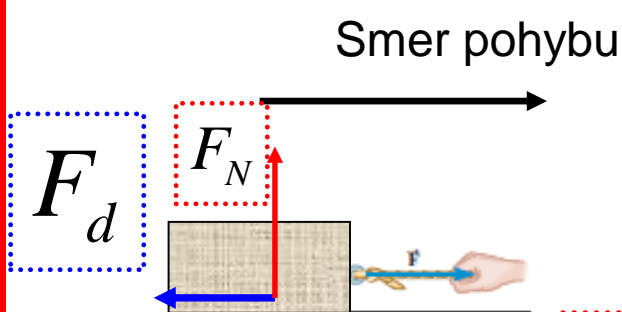
2, Veľkosť trecej sily dosiahne maximálnu hodnotu danú vzťahom

$$F_{s,\max} = f_s F_N$$

3, V okamihu, keď sa teleso dá do pohybu, trecia sila prakticky klesne skokom na hodnotu:

$$F_d = f_d F_N$$

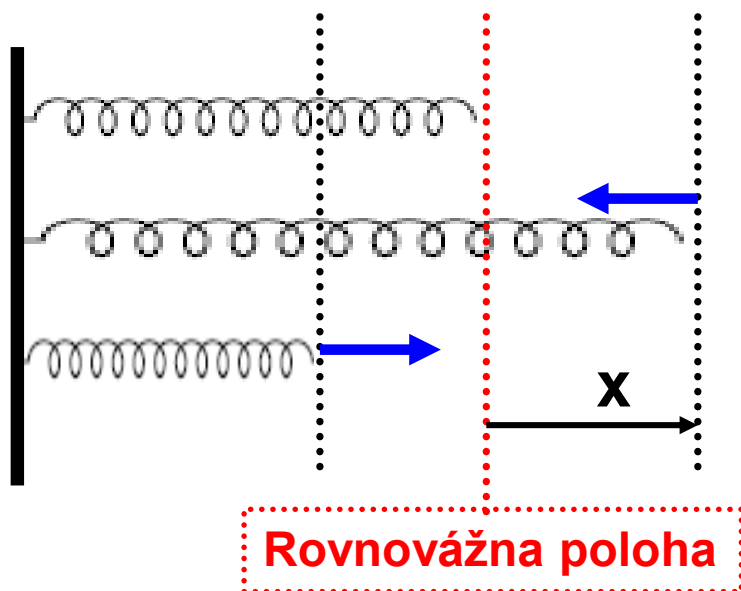
DYNAMICKÁ TRECIA SILA



$$F_d = f_d F_N$$

Koeficient dynamického trenia

Sila pružnosti



$$F = -kx$$

Dynamický prístup

Poznáme príčinu pohybu - sily

1. NZ

2. NZ

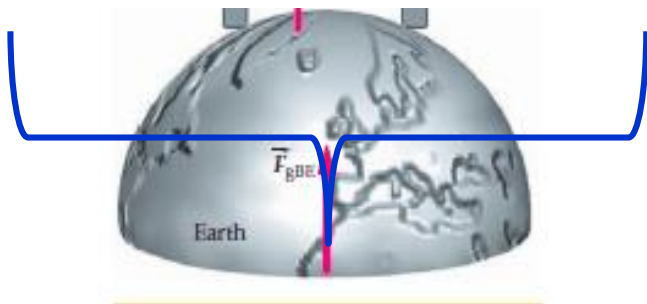
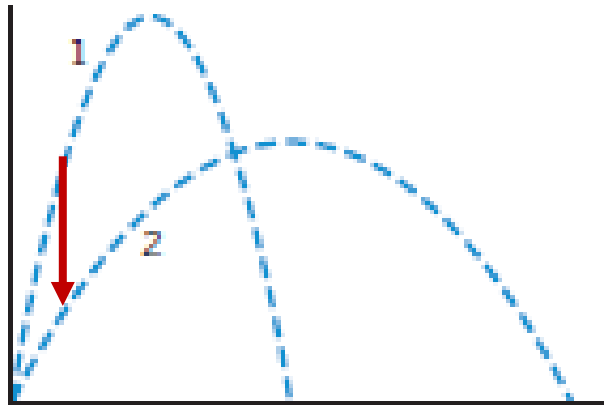
3. NZ

$\vec{r}, \vec{v}, \vec{a}$

Tiažová sila
Tlaková sila
Ťahová sila
Trecia sila
Sila pružnosti

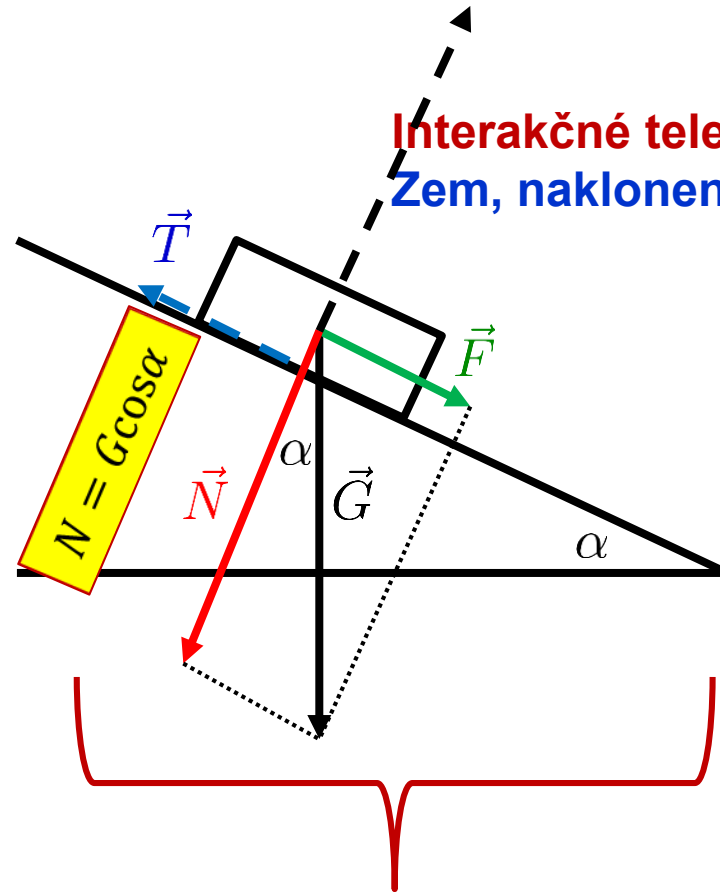
Sila vzniká ako dôsledok vzájomného pôsobenia a nemôžu vznikáť iným spôsobom !!!

Interakčné teleso: Zem



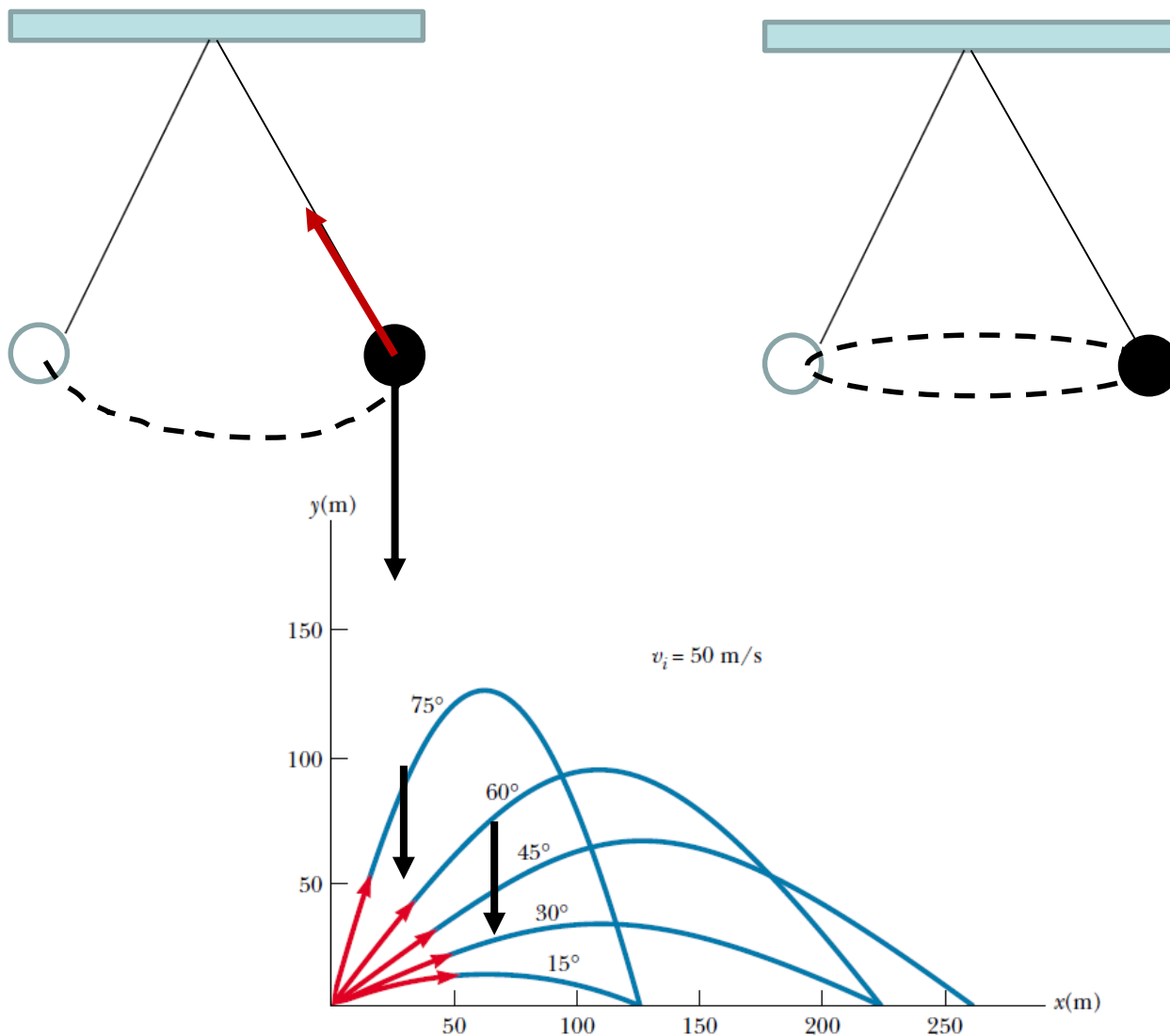
Smer pohybu telesa nemusí byť
totožný so smerom pôsobiacej
sily

Interakčné telesá:
Zem, naklonená rovina



Tlaková sila sa nemusí rovnať tiažovej

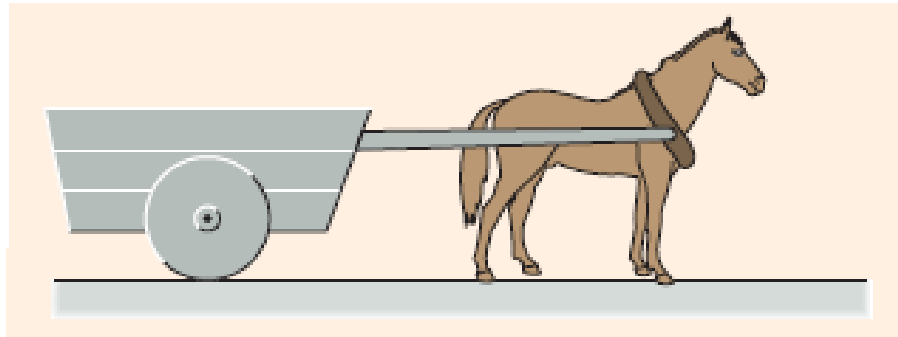
**Charakter pohybu telesa je v danom okamihu určený nielen silami
ale aj počiatočnými podmienkami**



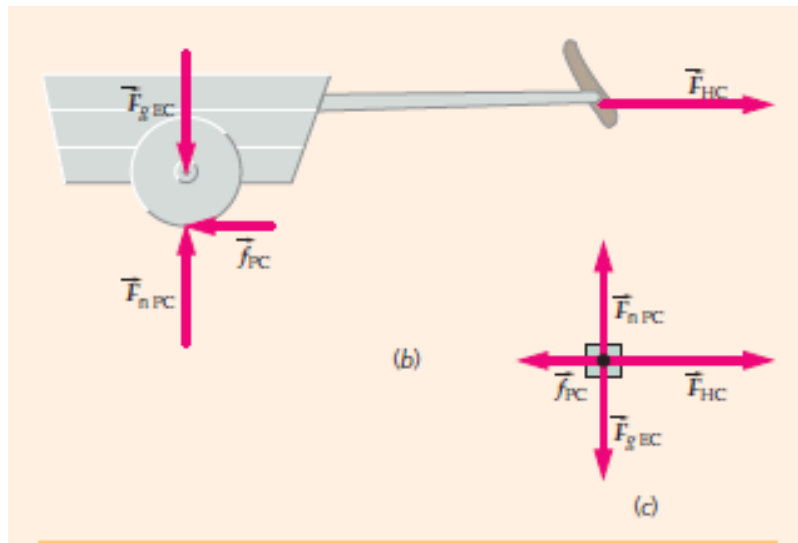
Tiažová sila a reakcia nite

Tiažová sila

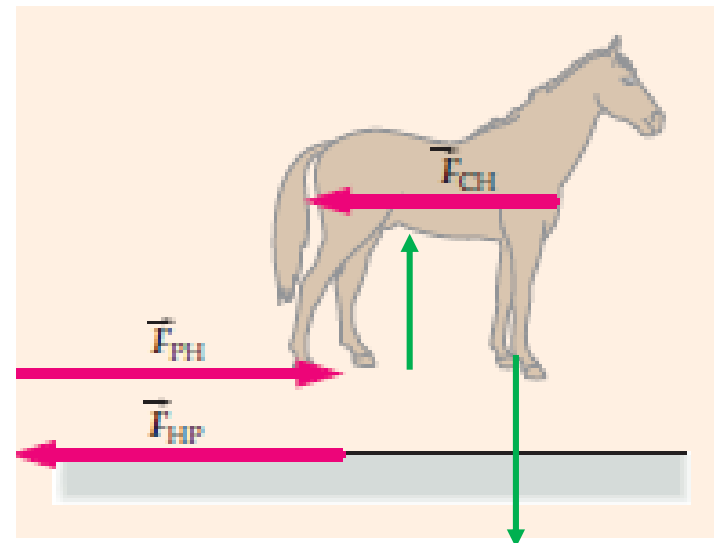
Pôsobiace sily



Sily pôsobiace na voz



Sily pôsobiace na koňa



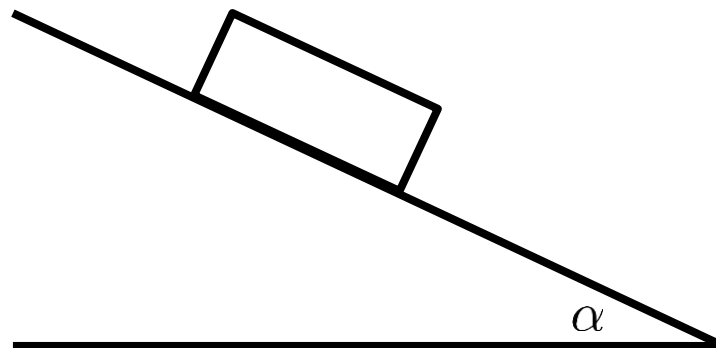
Algoritmus riešenia úloh z dynamiky

- 1, Určiť a zakresliť sily pôsobiace na teleso, ktorého pohybový stav popisujeme
- 2, Rozložiť pôsobiace sily do dvoch navzájom kolmých zložiek. Po rozklade treba zabudnúť na pôvodné sily a pracovať iba s jej zložkami.

***Pozn.** Hoci výber smerov rozkladu je ľubovoľný, ukazuje sa výhodné rozkladať sily v smere zrýchlenia telesa a v smere naň kolmom*

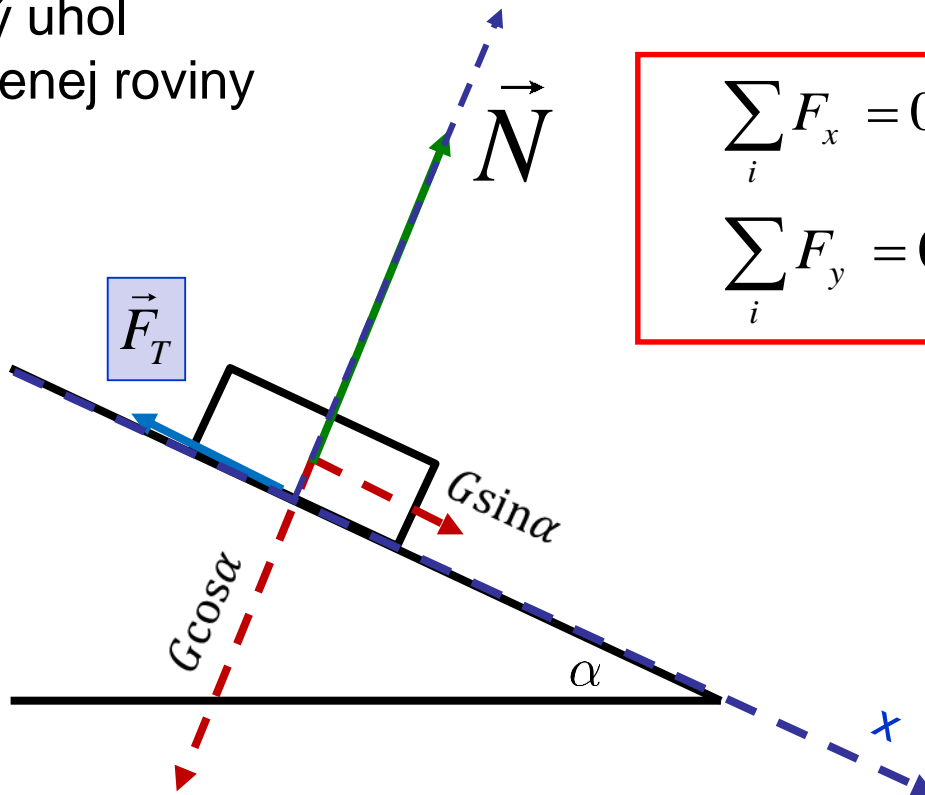
- 3, napíšeme newtonov zákon pre jednotlivé smery

Určte koeficient statického trenia, ak poznáte kritický uhol α

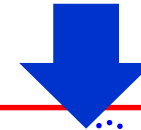


3, napíšeme newtonov zákon pre jednotlivé smery

Kritický uhol
naklonenej roviny



$$F_s \in \langle 0, F_{s,\max} = fF_n \rangle$$

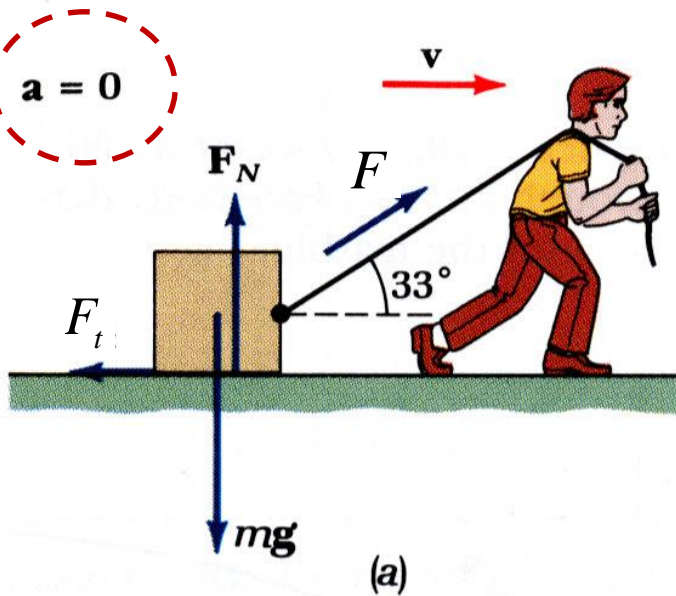


$$\sum_i F_x = 0 \Rightarrow -F_s + G \sin \varphi = 0$$

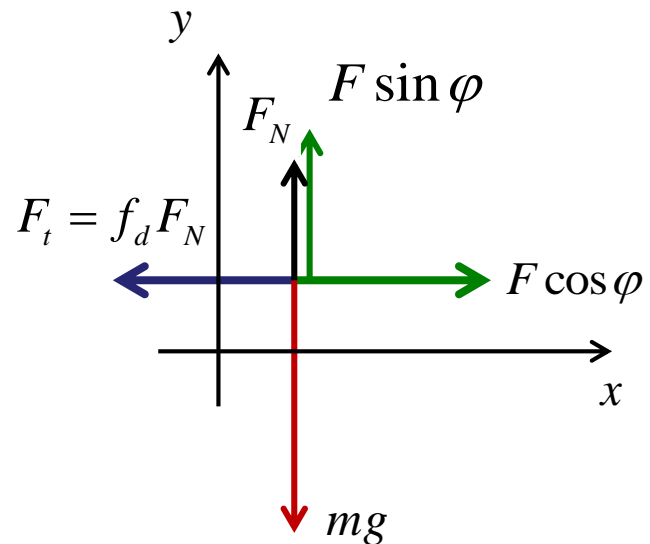
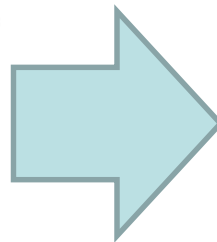
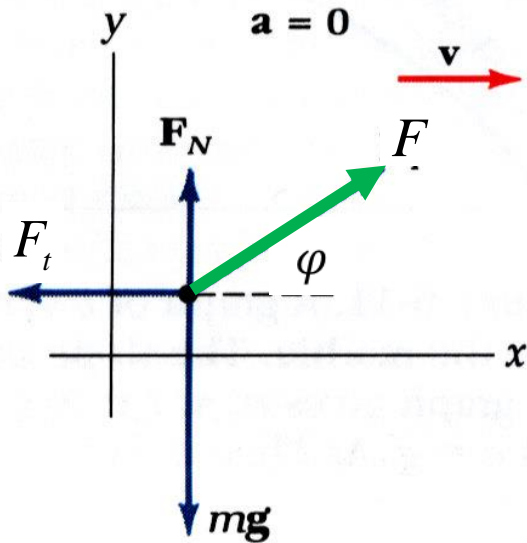
$$\sum_i F_y = 0 \Rightarrow F_N - G \cos \varphi = 0$$

Dynamika

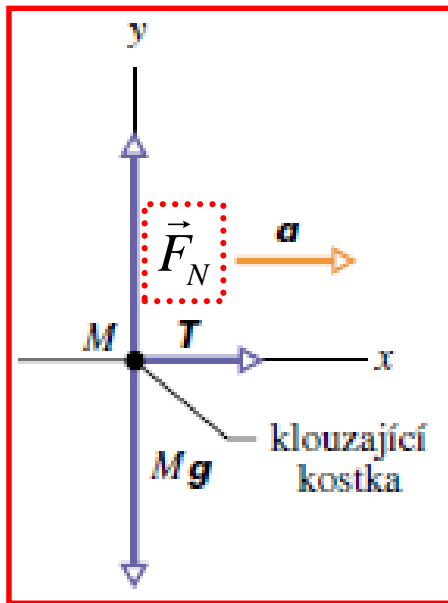
Chlapec ťahá teleso s hmotnosťou m po podložke ktorej dynamický koeficient trenia je f_d . Uhol medzi podložkou a lanom je $\varphi = 33^\circ$. Určte napätie lana v prípade, že **teleso sa pohybuje konštantnou rýchlosťou v** .



$$\vec{F}_N + \vec{F} + \vec{F}_T + \vec{G} = \vec{0}$$



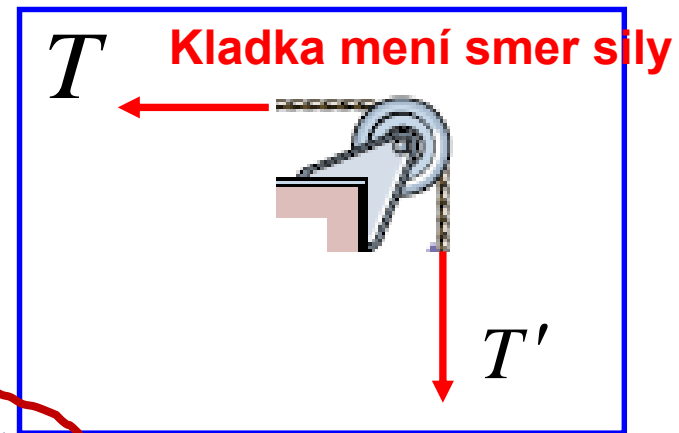
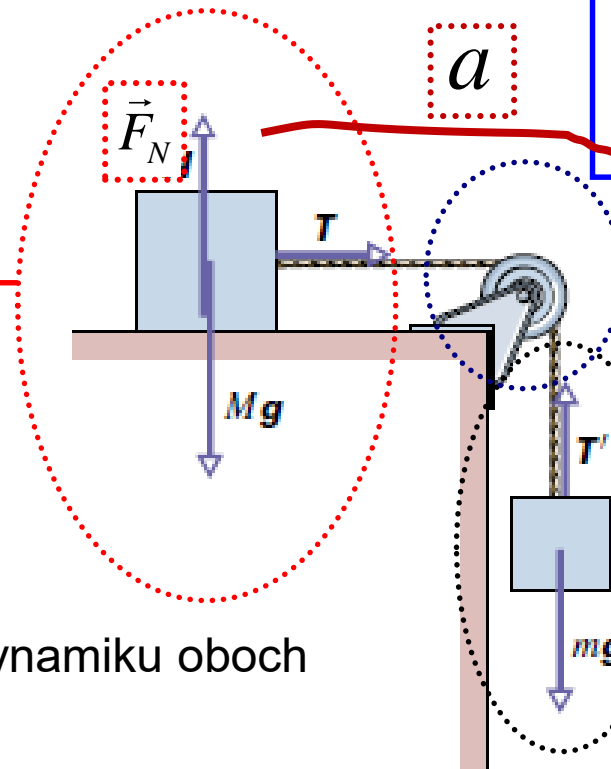
Príklad



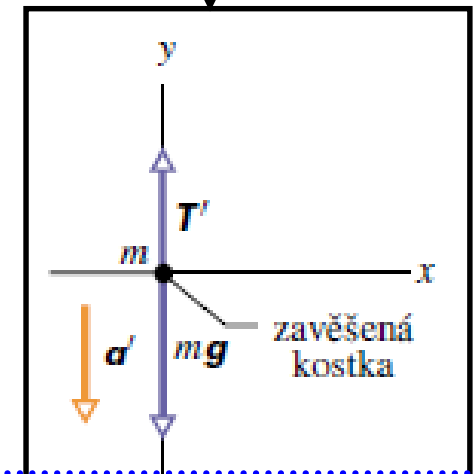
$$\vec{F} = M\vec{a} \begin{cases} T = Ma \\ F_N - Mg = 0 \end{cases}$$

ALGORITMUS. (Popíšeme dynamiku oboch telies).

- 1, Zakreslíme všetky sily pôsobiace na jednotlivé objekty.
- 2, Uvedomíme si, že **zrýchlenie je rovnaké**
- 3, Napíšeme pohybovú rovnicu pre **dva navzájom kolmé smery** v **algebraickom tvare**. Jeden zo smerov zvolíme v smere pohybu telesa. **POZOR NA SPRÁVNE ZNAMENKA !!!**



$$|\vec{T}'| = |\vec{T}|$$



$$\vec{T}' + m\vec{g} = m\vec{a}' \Rightarrow (0, T') + (0, -mg) = (0, -ma')$$

$$T' - mg = -ma$$

