

Dynamika hmotného bodu

www.lekarskafakulta.cz

Vzájemné působení těles

- síla $\vec{F}$
- $[F] = N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$
- účinky síly
 - deformační
 - pohybové
- působení
 - vzájemným dotykem
 - prostřednictvím silového pole

Newtonovy pohybové zákony

1. NPZ – zákon setrvačnosti
2. NPZ – zákon síly
3. NPZ – zákon akce a reakce

1. Newtonův pohybový zákon

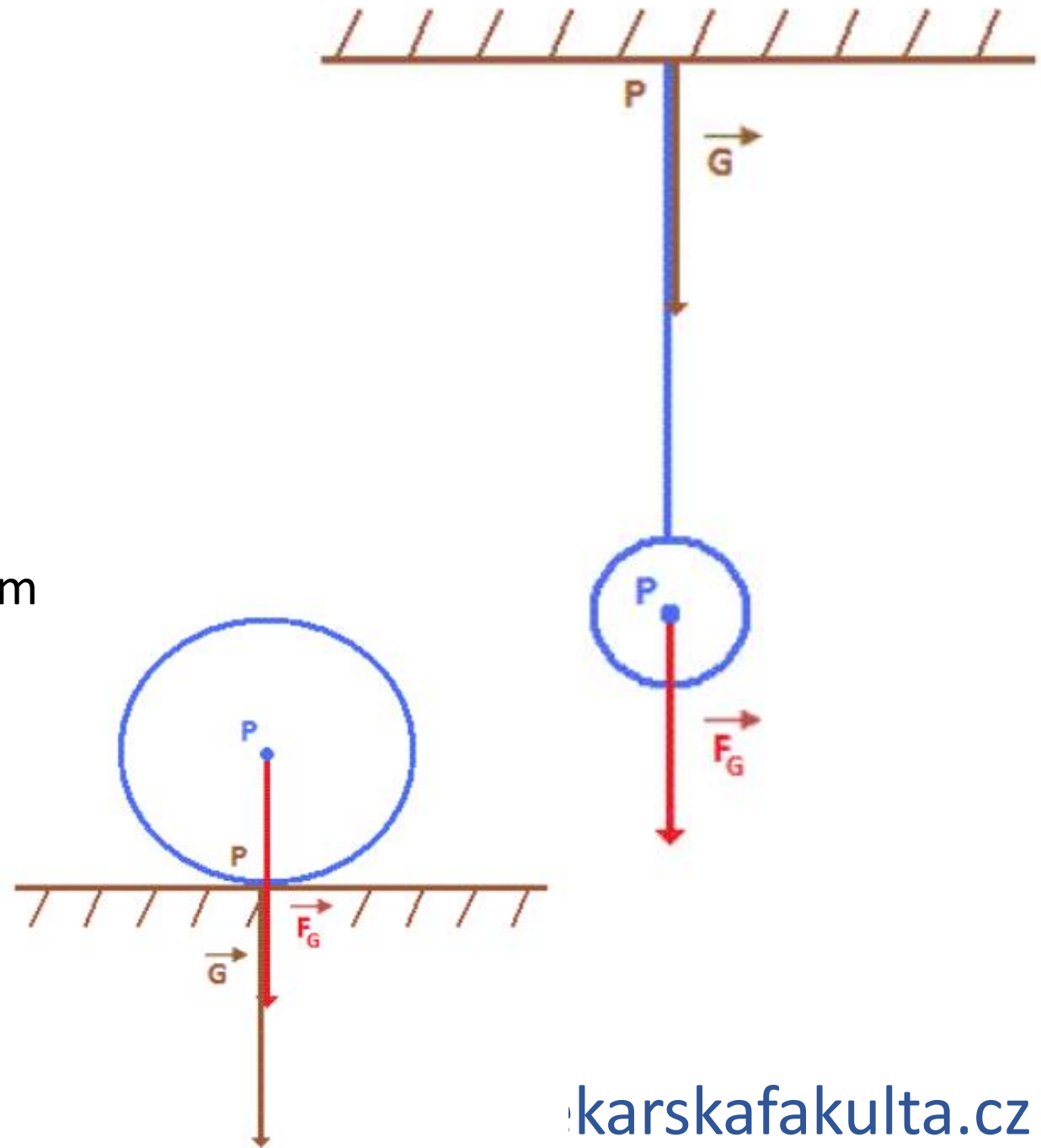
- Každé těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud není nuceno vnějšími silami tento stav změnit. (nulové zrychlení)
- inerciální vztažná soustava – platí 1. NPZ
 - soustava, která je vůči Zemi v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu
- neinerciální vztažná soustava – neplatí 1. NPZ
 - soustava, která se pohybuje se zrychlením

2. Newtonův pohybový zákon

- $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$
- $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$
- platí pro výslednici působících sil
- $F = 0 \Leftrightarrow a = 0 \Leftrightarrow$ klid nebo rovnoměrný přímočarý pohyb

Tíhová síla $\vec{F}_G$ a tíha $\vec{G}$

- $\vec{F}_G = m \cdot \vec{g}$
 - působí v těžišti tělesa
- $\vec{G} = m \cdot \vec{g}$
 - působí v místě dotyku s jiným tělesem
- tíha je důsledek tíhové síly

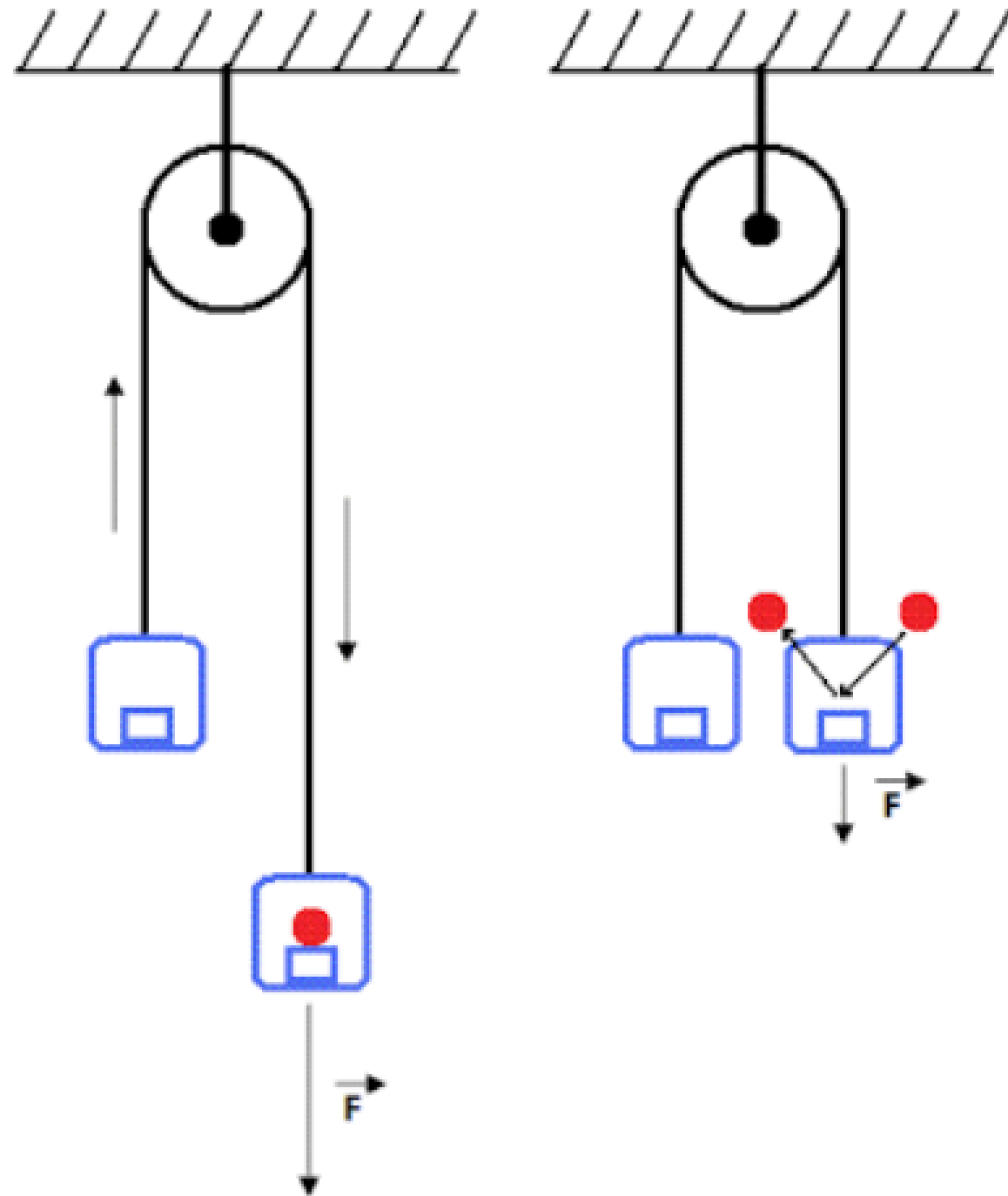


Hybnost hmotného bodu $\vec{p}$

- $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
- $[p] = kg \cdot m \cdot s^{-1}$
- $\overrightarrow{\Delta p} = m \cdot \overrightarrow{\Delta v}$
- $\frac{\overrightarrow{\Delta p}}{\Delta t} = m \cdot \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = m \cdot \vec{a} = \vec{F}$
- 2. NPZ: $\vec{F} = \frac{\overrightarrow{\Delta p}}{\Delta t}$

Impuls síly $\vec{I}$

- $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$
- $[I] = N \cdot s = \text{kg} \cdot m \cdot s^{-1}$
- $\vec{I} = \overrightarrow{\Delta p}$



3. Newtonův pohybový zákon

- Dvě tělesa na sebe navzájem působí stejně velkými silami opačného směru. Tyto síly vznikají a zanikají současně.
- $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
- každá síla působí na jiné těleso – tyto síly tedy nelze sčítat
- stejně velké síly **X** různě velké účinky
 - $a = \frac{F}{m}$

Zákon zachování hybnosti

- Celková hybnost izolované soustavy těles se vzájemným silovým působením těles nemění.
- izolovaná soustava – na tělesa nepůsobí tělesa mimo soustavu
- v praxi:
 - reaktivní motory
 - zpětný ráz při střelbě
 - skok ze skateboardu

Smykové tření

- vzniká při vzájemném pohybu dvou těles po sobě navzájem
- třecí síla $\overrightarrow{F_t}$
- má směr opačný k rychlosti tělesa
- velikost třecí síly nezávisí na obsahu styčných ploch
- velikost třecí síly nezávisí na rychlosti pohybu (ne zcela)

Třecí síla $\vec{F}_t$

- $F_t = f \cdot F_n$
- součinitel smykového tření f
 - závisí na kvalitě materiálů
- kolmá tlaková síla na podložku F_n
- pro vodorovnou podložku $F_n = F_G$

Součinitel klidového tření f_0

- Síla potřebná k uvedení tělesa do pohybu je větší než síla, která udržuje těleso v rovnoměrném pohybu.
- $f_0 > f$

Valivý odpor

- vzniká při valení tělesa kruhového průřezu po podložce
- odporová síla $F_v = \xi \cdot \frac{F_n}{R}$
- rameno valivého odporu ξ ; $[\xi] = m$
 - závisí na kvalitě materiálů
- poloměr valícího se tělesa R
- za jinak stejných podmínek $F_v \ll F_t$

Dostředivá síla $\overrightarrow{F_d}$

- $\overrightarrow{F_d} = m \cdot \overrightarrow{a_d}$

- $a_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$

- $F_d = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$

Galileiho princip relativity

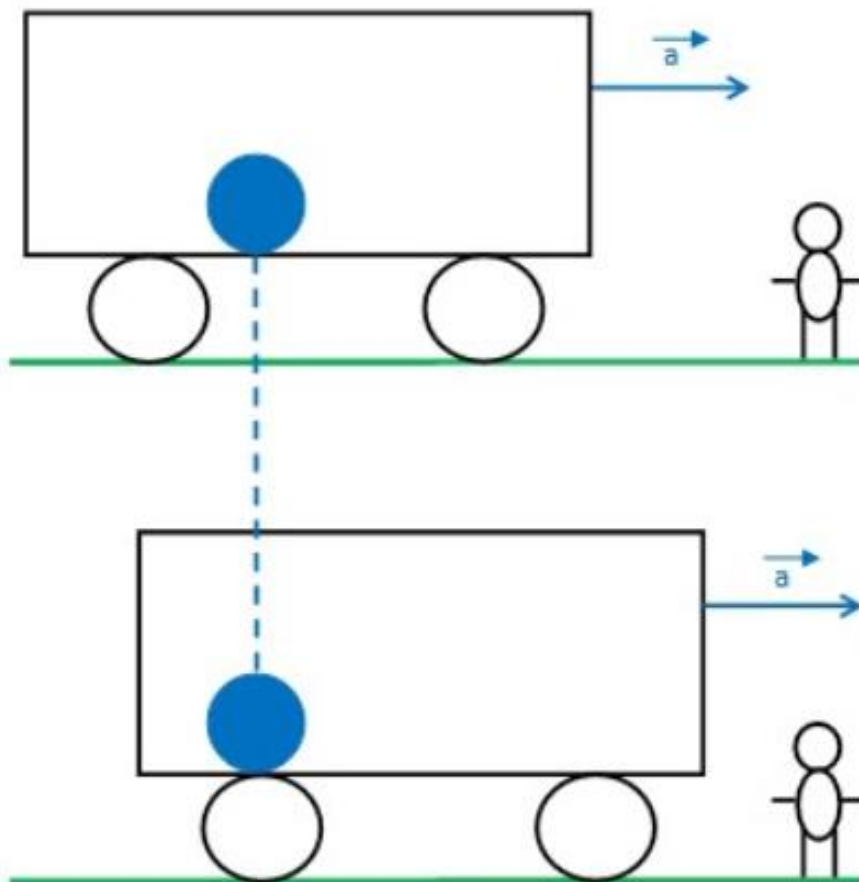
- Zákony mechaniky jsou stejné ve všech inerciálních vztažných soustavách. Rovnice, které je vyjadřují, mají stejný tvar.
- Všechny inerciální vztažné soustavy jsou pro popis mechanických dějů rovnocenné.

Neinerciální vztažné soustavy

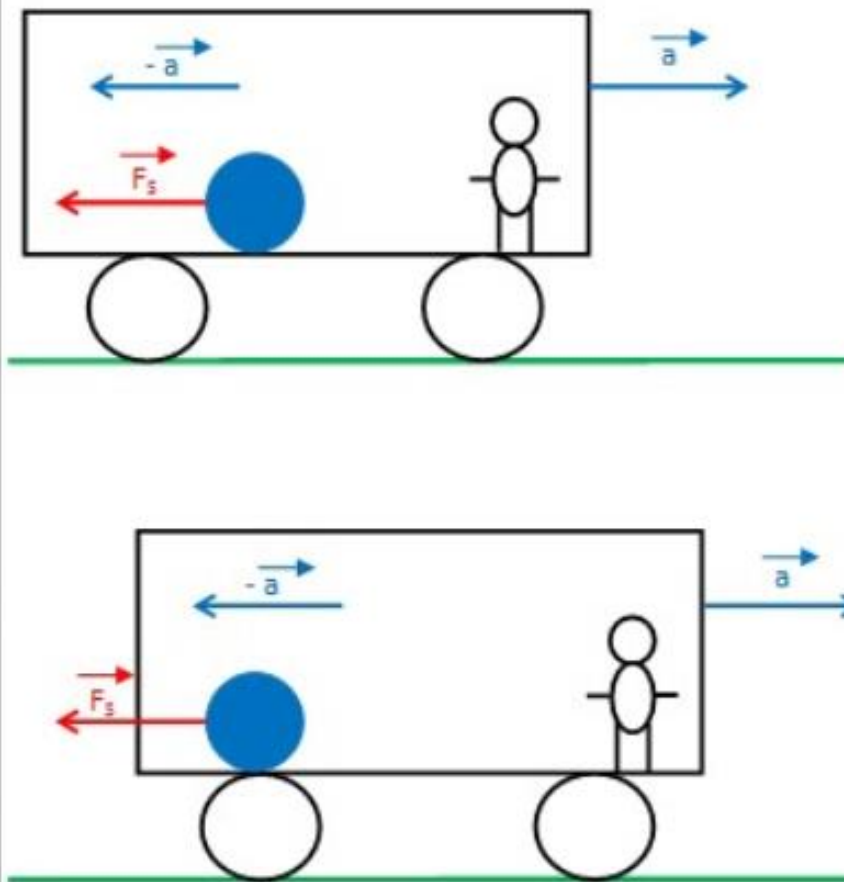
- Izolované těleso v nich nezůstává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu. Na těleso působí setrvačná síla vznikající jako důsledek zrychleného pohybu soustavy.
- $\vec{F}_S = -m \cdot \vec{a}$
- beztížný stav nastává pro všechny soustavy, které se pohybují k Zemi s tíhovým zrychlením

Setrvačné síly

POHYB KULIČKY VZHLEDEM K POZOROVATELI NA
NÁSTUPIŠTI (V IVS)



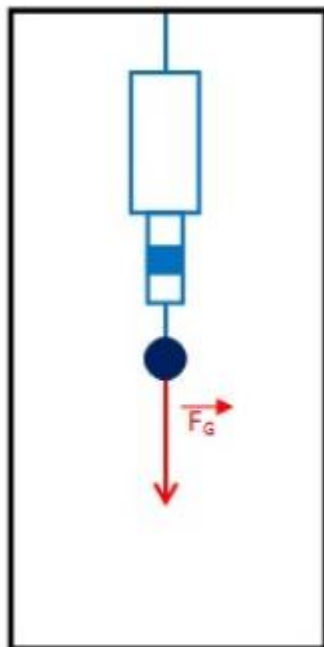
POHYB KULIČKY VZHLEDEM K POZOROVATELI VE
VAGÓNU (V NIVS)



Beztížný stav

www.lekarskafakulta.cz

kabina v klidu nebo
pohybu rovnoměrném
přímočarém

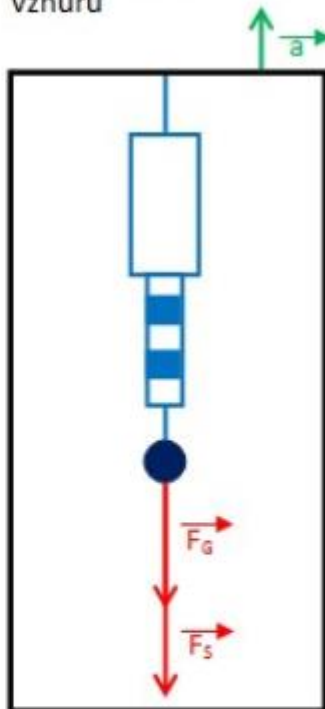


velikost výsledné síly:

$$|F| = |F_G|$$

$$F = mg$$

kabina se pohybuje se
zrychlením a směrem
vzhůru

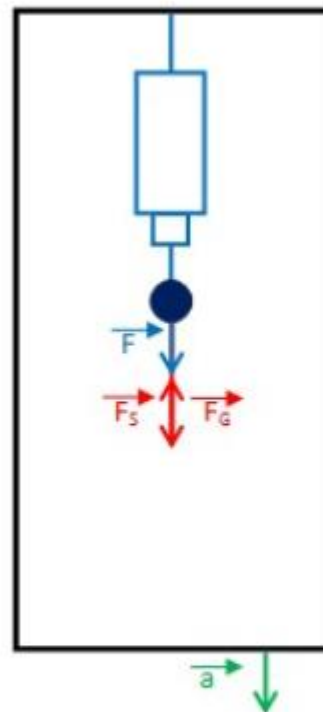


$$|F| = |F_G| + |F_s|$$

$$F = mg + \underline{ma}$$

(člověk pociťuje
zvětšení tíhy)

kabina se pohybuje se
zrychlením a směrem
dolů

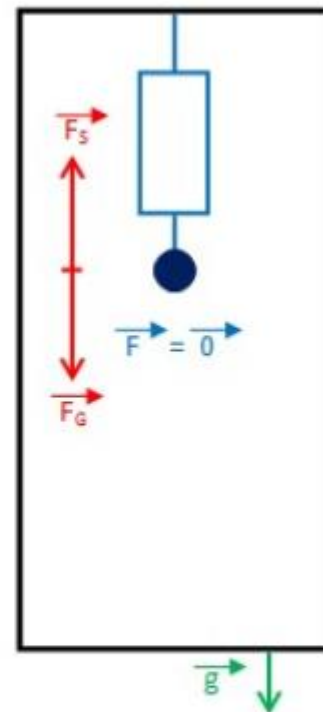


$$|F| = |F_G| - |F_s|$$

$$F = mg - \underline{ma}$$

(člověk pociťuje
zmenšení tíhy)

kabina se pohybuje
volným pádem



$$|F| = 0$$

BEZTÍŽNÝ STAV

Otáčející se vztažná soustava

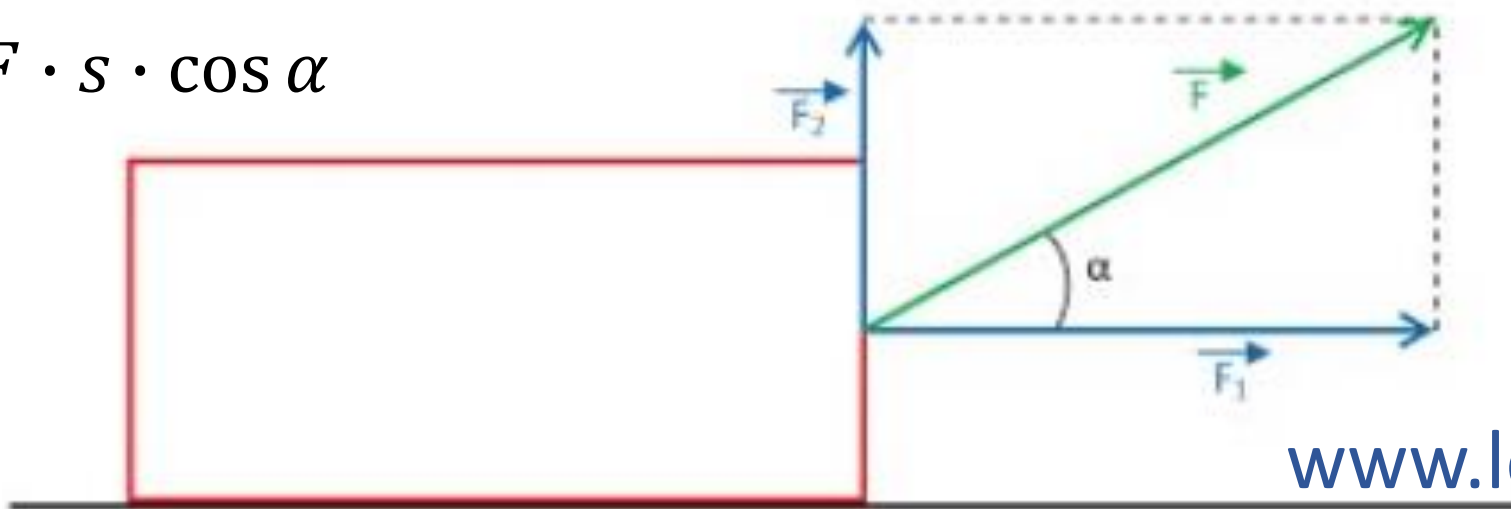
- speciální případ neinerciální vztažné soustavy
- na tělesa v ní působí setrvačná odstředivá síla
- $F_s = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$

Mechanická práce a mechanická energie

Mechanická práce W

- $W = F \cdot s$
- $[W] = J = N \cdot m = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
- práce se nekoná, je-li síla působící na těleso kolmá k jeho trajektorii

- $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$



platí: $W = F_1 \cdot s$

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

Kinetická energie E_k

- je rovna práci, kterou je třeba vykonat pro uvedení tělesa z klidu do pohybu

- $$W = F \cdot s = m \cdot a \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot a^2 \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

- $$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

- $$[E_k] = J$$

- $$W = \Delta E_k$$

- velikost závisí na volbě vztažné soustavy

Tíhová potenciální energie E_p

- je rovna práci, kterou musíme vykonat pro zvednutí tělesa v tíhovém poli Země
- $W = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$
- $E_p = m \cdot g \cdot h$
- $[E_p] = J$
- $W = \Delta E_p$
- velikost závisí na volbě vztažné soustavy

Mechanická energie E

- $E = E_k + E_p$ (=konst. ... zákon zachování mechanické energie)
- při volném pádu se přeměňuje E_p na E_k
- u takových příkladů lze použít: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$
- lze použít také u pohybu kyvadla, tělesa na pružině, při pružných srážkách těles,...

Průměrný výkon P_p

- $P_p = \frac{W}{t}$
- $[P_p] = W = J \cdot s^{-1} = kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$
- $W = P_p \cdot t$
- $[W] = W \cdot s$
- $1 kW \cdot h = 3,6 MJ$

Okamžitý výkon P

- $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t} = F \cdot v$

Účinnost η

- příkon $P_0 = \frac{\Delta E}{\Delta t}$

- $\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{\Delta W}{\Delta E}$

Děkuji za pozornost

následuje:

Testové otázky
(ve videu)

www.lekarskafakulta.cz