

## 1.2.20 Dynamika - shrnutí

**Předpoklady:** 010219

### Jednou větou

Síly působící na těleso způsobují jeho zrychlování a tím mění jeho pohyb.

### Důležité znalosti

- Požadavky na uznání síly (původce, cíl, partnerská síla)
- 1. Newtonův zákon: Působí-li nulová výsledná síla, setrvává předmět v klidu nebo pohybu rovnoměrném přímočarém.
- 2. Newtonův zákon:  $a = \frac{F}{m}$ .
- 3. Newtonův zákon: Existence partnerské síly (akce a reakce).
- Tahová síla má směr závěsu a je velká, jak je potřeba (díky natahování).
- Tlaková síla je kolmá na plochu a je velká, jak je potřeba (díky stlačování).
- Třecí síla:  $F_t = Nf$  (statické tření je větší).
- Valivý odpor:  $F_t = \xi \frac{N}{R}$ .
- Hybnost ("pohyb v tělese"):  $p = mv$ .
- $m\Delta v = F \cdot \Delta t$  : na velkou změnu hybnosti potřebujeme velkou sílu působící dlouhou dobu (velký impuls síly).
- Zákon zachování hybnosti: Pro izolovanou soustavu: Hybnost před = hybnost po.

### Zádrhele

- Kolmá tlaková síla  $N$  ve vzorci  $F_t = Nf$  nemusí být vždy rovna  $F_g$ .
- Síly  $F_{gr}$  a  $F_{gk}$  nahrazují sílu  $F_g$  (jsou její složky).

### Dobré rady

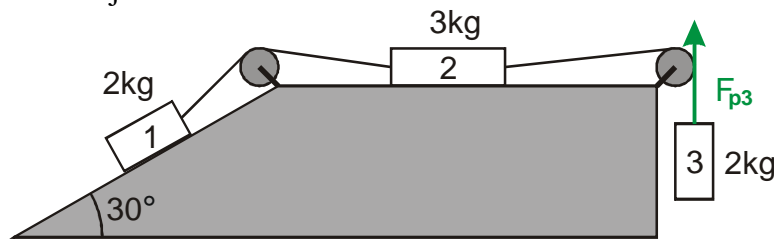
- Když se něco pohybuje rovnoměrně, začít od nulové výslednice.
- 

**Př. 1:** Lod' jede rovnoměrně přímočaře po hladině moře. Nakresli síly, které na ni působí. Je mezi těmito silami dvojice akce-reakce?

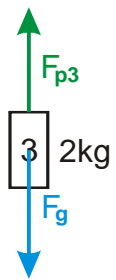
Lod' jede rovnoměrně přímočaře  $\Rightarrow$  výsledná působící síla je nulová.

Všechny zakreslené síly působí na lod'  $\Rightarrow$  žádná dvojice z nich nemůže představovat dvojici akce-reakce z 3. Newtonova zákona, protože nemá prohozeného původce a cíl.

**Př. 2:** Vypočti zrychlení soustavy na obrázku. Urči vyznačenou sílu provázku. Tření zanedbej.



$$a = \frac{F}{m} = \frac{F_{g3} - F_{g1r}}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{m_3 g - m_1 g \sin 30^\circ}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{2 \cdot 10 - 2 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ}{2 + 3 + 2} = 1,4 \text{ m/s}^2$$



Na závaží působí:

- gravitační síla  $F_g$ ,
- síla provázku  $F_{p3}$ .

Výsledná síla:  $F = F_g - F_{p3}$

$$F_{p3} = F_g - F = mg - ma = m(g - a) = 2 \cdot (10 - 1,4) \text{ N} = 17,2 \text{ N}$$

Soustava se pohybuje se zrychlením  $1,4 \text{ m/s}^2$ , provázek působí na třetí závaží silou  $17,2 \text{ N}$ .

**Př. 3:** Koeficient tření mezi podlahou a skříní je  $0,7$ . Jakou nejtěžší skřín můžeme táhnout na laně o nosnosti  $25 \text{ kg}$ ?

Platí:  $F = F_t = Nf = mgf$

$$m = \frac{F}{gf} = \frac{250}{10 \cdot 0,7} = 38 \text{ kg}$$

Nejtěžší hmotnost skříně může být  $38 \text{ kg}$ .

**Př. 4:** Na střeše auta je položený mobil. Koeficient tření mezi mobilem a střešou je  $0,4$ . Odpor vzduchu zanedbáváme.

- Jak velkou rychlostí může auto rovnoměrně jet, aby mobil nespadol?
- S jakým největším zrychlením se může auto pohybovat, aby mobil zůstal na střeše?

a) Jak velkou rychlostí může auto rovnoměrně jet, aby mobil nespadol?

Pokud se má mobil pohybovat s autem rovnoměrně, musí být výslednice na něj působících sil nulová  $\Rightarrow$  pokud zanedbáváme odpor vzduchu, může auto jet rovnoměrně libovolnou rychlostí (na mobil žádná síla kromě tření nepůsobí).

Jde o evidentní nesmysl, odpor vzduchu zanedbat nemůžeme.

b) S jakým největším zrychlením se může auto pohybovat, aby mobil zůstal na střeše?

Pokud hodinky mají zůstat na střeše, musí zrychlovat s autem  $\Rightarrow$  musí na ně působit nenulová výsledná síla. Jedinou silou, která může výslednou sílu vytvořit je tření mezi mobilem a střešou, které se snaží mobil udržet na stejném místě střechy (kdyby nepůsobilo, mobil by s autem nezrychloval a začal by se vůči střeše pohybovat. Tření působí proti tomuto pohybu).

Platí:  $F_V = F_t$ .      Dosadíme:  $F_V = ma$ ,  $F_t = Nf = mgf$ .

$$ma = mgf$$

$$a = gf = 10 \cdot 0,4 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$$

Auto se může pohybovat se zrychlením maximálně  $4 \text{ m/s}^2$ , aby mobil ze střechy nespadl.

**Př. 5:** Ucha igelitové tašky unesou 12 kg. Arnoštka s igelitkou nastupuje do výtahu. Hrozí utržení uší při jízdě nahoru během rozjezdu nebo během zastavování? S jakým nejvyšším zrychlením se může pohybovat výtah, aby taška unesla nákup o hmotnosti 11 kg?

Taška unese 12 kg  $\Rightarrow$  můžeme na ní působit silou 120 N.

Během rozjíždění, musí taška působit na nákup větší silou (musí vyrovnat gravitační sílu a vytvořit dostatečnou výslednou sílu, která nákup urychlí s výtahem).

$$F = F_g + F_V = mg + ma$$

$$ma = F - mg$$

$$a = \frac{F - mg}{m} = \frac{120 - 11 \cdot 10}{11} \text{ m/s}^2 = 0,91 \text{ m/s}^2$$

Výtah se může pohybovat nanejvýš se zrychlením  $0,91 \text{ m/s}^2$ .

**Př. 6:** Vypočti zrychlení soustavy na obrázku. Urči vyznačenou sílu provázku. Koeficient tření  $f = 0,3$ .

**Př. 7:** Náklad na střeše auta má hmotnost 50 kg a je připoután pomocí gumicuků (upínacích gum, pavouků) o pevnosti 600 N.

a) S jakým největším zrychlením se auto může pohybovat, aby náklad nepřetrhl gumicuky a nespadl, když zanedbáme tření mezi střechou a nákladem?

b) S jakým největším zrychlením se auto může pohybovat, aby náklad nepřetrhl gumicuky a nespadl, když koeficient tření mezi střechou a nákladem se rovná 0,3?

a) S jakým největším zrychlením se auto může pohybovat, aby náklad nepřetrhl gumicuky a nespadl, když zanedbáme tření mezi střechou a nákladem?

Pokud má náklad zrychlovat s autem a nespadnout, musí na něj působit nenulová výsledná síla – síla gumicuků.

$$F_V = F$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{600}{50} \text{ m/s}^2 = 12 \text{ m/s}^2$$

b) S jakým největším zrychlením se auto může pohybovat, aby náklad nepřetrhl gumacuky a nespadl, když koeficient tření mezi střechou a nákladem se rovná 0,3?

Výslednou sílu, která drží náklad u auta a způsobuje zrychlování nákladu s autem nyní vyváří kromě gumicuků i tření (které působí proti pohybu nákladu vzhledem ke střeše).

$$F_V = F + F_t$$

$$ma = F + Nf = F + mgf$$

$$a = \frac{F + mgf}{m} = \frac{F}{m} + gf = \frac{600}{50} + 10 \cdot 0,3 \text{ m/s}^2 = 15 \text{ m/s}^2$$

**Př. 8:** Karel (běžný student 1. ročníku gymnázia) stál na kolečkových bruslích a chytil medicimbal (stál tak, aby se mohl ve směru letu medicimbalu volně rozjet). Urči výpočtem přibližnou rychlost, kterou se rozjel. Potřebné veličiny odhadni.

Pokud Karel stojí na kolečkových bruslích, které se mohou rozjet, platí pro něj a medicimbal zákon zachování hybnosti.

$$P_{\text{před}} = P_{\text{po}}$$

$$m_m v_m = (m_m + m_K) v \Rightarrow v = \frac{m_m v_m}{m_m + m_K}$$

Potřebujeme odhadnout:

- hmotnost Karla :  $m_K = 60 \text{ kg}$  ,
- hmotnost medicimbalu:  $m_m = 4 \text{ kg}$  ,
- rychlost medicimbalu:  $v_m = 5 \text{ m/s}$  .

$$v = \frac{m_m v_m}{m_m + m_K} = \frac{4 \cdot 5}{4 + 60} = 0,3 \text{ m/s}$$

Karel se začne pohybovat přibližně rychlostí 0,3 m/s.

**Př. 9:** Navrhni co nejvíce způsobů jak s běžně dosažitelným vybavením určit koeficient tření mezi ledem a bruslí.

a) Můžeme na siloměru táhnou přibližně rovnoměrně člověka.

b) Necháme člověk a na bruslích rozjet a potom bez aktivních pohybů pomalu zabrzdit. Pokud známe rychlost, kterou bruslař začal brzdit a délku dráhy, můžeme spočítat zpomalení a z něj koeficient.

**Shrnutí:**