

DYNAMIKA PŘÍTOČARÉHO POHYBU

Základní myšlenky pro výpočty:

- Pohyb je těleso v klidu nebo se pohybuje rovnoměrně přímočarě, pak na něj nepůsobí žádná síla, nebo síly na něj působící jsou v rovnováze

- Působí-li na těleso síla, pak mu udělá zrychlení
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- Hybnost HB $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$

- Sílu lze vyjádřit jako změnu hybnosti za 1 s.

$$F = \frac{\Delta p}{t}$$

- V izolované soustavě těles se celková hybnost nemění

- ~~Povrch~~ Tricová síla $F_t = f \cdot F_n$

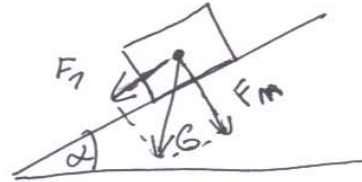
- Valivý odpor $F_v = \xi \cdot \frac{F_n}{R}$

Pohyb je těleso na nakloněné rovině
pak tíhovou sílu G lze rozložit na
 F_1 a F_n

$$G = mg$$

$$F_1 = mg \sin \alpha$$

$$F_n = mg \cos \alpha$$



Samozřejmě, že je dobré znát vzťahy z předchozího kapitola.

Hodí se vzťahy pro rovnoměrně zrychlený (popř. zpomalený) pohyb

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Skupina A

1. Brankář chytil míč o hmotnosti 0,4 kg letící rychlostí $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a zastavil jej za dobu 0,1 s. Jak velkou silou na míč působil?

[100 N]

2. Jak velkou silou musíme působit na bednu o hmotnosti 50 kg při posouvání rovnoměrným pohybem po vodorovné podlaze, je-li součinitel smykového tření mezi bednou a podlahou 0,4? ($g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

[200 N]

3. Jak velkou silou působí člověk o hmotnosti 75 kg na podlahu kabiny výtahu, když se kabina rozjíždí se zrychlením $2,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ směrem dolů?

[540 N]

4. Kvádr položený na nakloněnou rovinu svírající s vodorovnou rovinou úhel 30° urazil při nulové počáteční rychlosti dráhu 4,0 m za dobu 2,0 s. Vypočítejte součinitele smykového tření mezi kvádrem a rovinou.

$$[f = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha}, \text{ kde } a = \frac{2s}{t^2}. \text{ Číselně je } f = 0,34]$$

5. Při měření součinitele smykového tření bylo zjištěno, že těleso, jemuž byla udělena počáteční rychlost směrem dolů po nakloněné rovině, koná rovnoměrný přímočarý pohyb při úhlu sklonu roviny 23° . Vypočítejte součinitele smykového tření mezi tělesem a rovinou.

[$f = \tan \alpha = 0,42$]

6. Těleso o hmotnosti 0,50 kg leží na vodorovném stole a je uváděno do pohybu závažím o hmotnosti 0,20 kg, které je k němu připevněno nití vedenou přes kladku (obr. C4-4). Součinitel smykového tření mezi tělesem a povrchem stolu je 0,20. Určete zrychlení tělesa a sílu, kterou je napínána nit. Hmotnost kladky i niti zanedbejte.

$$[a = \frac{g(m_2 - f m_1)}{m_1 + m_2} = 1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}, F = 1,7 \text{ N}]$$

Skupina B

1. Na vozík o hmotnosti 50 kg, který je v klidu, začne působit stálá síla o velikosti 100 N. Jak velké rychlosti dosáhne vozík za dobu 5 s? Tření a odpor vzduchu neuvažujte.

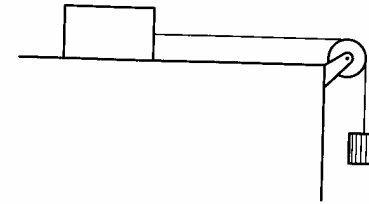
[$10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

2. Při měření součinitele smykového tření bylo zjištěno, že kvádr o hmotnosti 0,2 kg koná rovnoměrný přímočarý pohyb po vodorovné podlaze, působí-li na něj ve směru pohybu síla o velikosti 0,4 N. Jakou hodnotu má součinitel smykového tření? ($g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

[0,2]

3. Jak velkou silou působí člověk o hmotnosti 75 kg na podlahu kabiny výtahu, jestliže se kabina rozjíždí se zrychlením $2,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ směrem vzhůru?

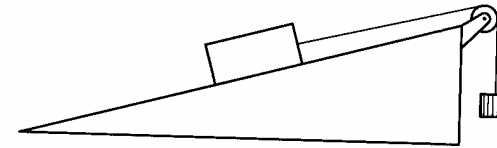
[930 N]



C4-4

7. V nejvyšším bodě nakloněné roviny o délce 1,2 m a výšce 0,3 m je upevněna kladka. Na jednom konci niti, vedené přes kladku, je těleso o hmotnosti 0,50 kg, které leží na nakloněné rovině, na druhém konci visí závaží o hmotnosti 0,14 kg (obr. C4-5). Určete zrychlení pohybu a sílu, kterou je napínána nit. Tření a hmotnost kladky i niti zanedbejte.

[Těleso na nakloněné rovině se pohybuje vzhůru po nakloněné rovině se zrychlením $0,23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, závaží klesá se stejným zrychlením. Nit je napínána silou 1,34 N]



C4-5

8. Koule o hmotnosti 2 kg se pohybuje rychlostí $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a narazí centrálně na kouli o hmotnosti 8 kg, která je před nárazem v klidu. Při nárazu se obě koule deformují a dále se pohybují společně. Určete jejich rychlost.

[$1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

1A) $m = 0,14 \text{ kg}$ $\Delta v = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $t = 0,1 \text{ s}$ $F = \square \text{ N}$

$$F = \frac{\Delta v}{t} = \frac{m \cdot \Delta v}{t}$$

$$\{F\} = \frac{0,14 \cdot 25}{0,1} \quad F = 100 \text{ N}$$

Braunkoř působí na mří silou 100 N

2A) $m = 50 \text{ kg}$ $f = 0,14$ $F_z = \square \text{ N}$

při posouvání musíme přichovat třecí sílu

$$F = F_z$$

$$F = f \cdot m \cdot g$$

$$F = f \cdot F_m = f \cdot m \cdot g$$

$$\{F\} = 0,14 \cdot 50 \cdot 10$$

$$F = 200 \text{ N}$$

Při posouvání bedny musíme působit silou 200 N

3A) $m = 75 \text{ kg}$ $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ $a = 2,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \downarrow$

Člověk ve výtahu by rád padal dolů se zrychlením g , ale brání mu v tom podlaha.

Podlaha se pohybuje dolů se zrychlením

$$a = 2,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Podlaha mu ujíždí pod nohama celkové zrychlení je tedy $a' = g - a$

$$\Rightarrow F = m \cdot a'$$

$$F = m(g - a)$$

$$\{F\} = 75 \cdot (9,8 - 2,6)$$

$$F = 540 \text{ N}$$

Člověk působí na podlahu silou 540 N

1B) $m = 50 \text{ kg}$ $F = 100 \text{ N}$ $t = 5 \text{ s}$ $\Delta v = \square \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{\Delta v}{t}$$

$$F = \frac{m \Delta v}{t} \quad | \cdot t$$

$$Ft = m \Delta v \quad | : m$$

$$\Delta v = \frac{Ft}{m}$$

$$\{\Delta v\} = \frac{100 \cdot 5}{50}$$

$$\Delta v = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Vozík se bude pohybovat rychlostí $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2B) $F = F_L = 0,14 \text{ N}$ $m = 2 \text{ kg}$ $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$$f = \square$$

$$F = F_m \cdot f$$

$$F = m \cdot g \cdot f \quad \Rightarrow f = \frac{F}{m \cdot g}$$

$$\{f\} = \frac{0,14}{0,2 \cdot 10}$$

$$f = 0,2$$

Součinitel smykového tření má velikost 0,2.

3B) $m = 75 \text{ kg}$ $\uparrow a = 2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
 $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ $F = \square \text{ N}$

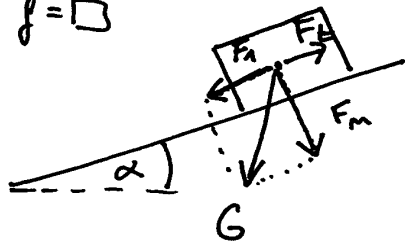
Pohybujeme-li se výtahem vzhůrem, působí na člověka „zaryje“ do podlahy více, než kdyby byl výtah v klidu.

$$a' = g + a$$

$$F = m \cdot a' \quad \{F\} = 75 \cdot (9,8 + 2,6)$$

$$F = m(g + a) \quad F = 930 \text{ N}$$

4.) $\alpha = 30^\circ$ $s = 4 \text{ m}$ $t = 2 \text{ s}$
 $f = \square$



$$\vec{G} = \vec{F}_1 + \vec{F}_m$$

$$G = mg$$

$$F_m = mg \cos \alpha$$

$$F_1 = mg \sin \alpha$$

klouzácí tělesa způsobuje síla

\vec{F} , která je složena z \vec{F}_1 a \vec{F}_c

Pro její velikost platí $F = F_1 - F_c$

$$F = mg \sin \alpha - f \cdot mg \cos \alpha$$

$$ma = mg(\sin \alpha - f \cos \alpha)$$

$$a = g \sin \alpha - fg \cos \alpha$$

$$fg \cos \alpha = g \sin \alpha - a \quad | : g \cos \alpha$$

$$f = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha}$$

my máme třeba vypočítat ještě zrychlení

• těleso urazí 4m za 2s při rovnoměrném zrychlením pohybu

$$s = \frac{at^2}{2} \quad | \cdot 2 \quad | : t^2 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$2s = at^2 \quad | : t^2$$

$$\frac{2s}{t^2} = a$$

$$\{a\} = \frac{2 \cdot 4}{2^2} \quad a = 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

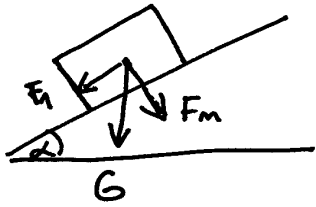
$$\{f\} = \frac{9,8 \cdot \sin 30^\circ - 2}{9,8 \cos 30^\circ}$$

$$f = 0,34$$

Součinitel smykového tření je 0,34

5. $\alpha = 23^\circ$

$f = \square$



Kvádra se bude pohybovat rovnoměrně přímočaře pokud F_t bude stejná veliká jako F_1 a tyto síly se zruší

$$F_1 = mg \sin \alpha$$

$$F_m = mg \cos \alpha$$

$$F_1 = F_t$$

$$F_1 = F_m \cdot f$$

$$mg \sin \alpha = mg \cos \alpha \cdot f \quad | : mg \cos \alpha$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = f$$

$$f = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

rovná, že to prostě nevíte ale

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

takže lze použít

$$f = \tan \alpha \quad \{f\} = \tan 23^\circ = \underline{\underline{0,42}}$$

6. $m_T = 0,15 \text{ kg}$ $m_Z = 0,12 \text{ kg}$
 $f = 0,2$

Na těleso bude ve směru pohybu působit síla $F_1 = m_Z g$ a proti směru pohybu $F_t = f m_T g$. Protože to jsou síly opačného směru bude pro velikost výslednice platit

$$F = F_1 - F_t$$

$$F = m_Z g - f m_T g$$

$$F = g (m_Z - f m_T)$$

Tato výsledná síla bude vychlovat závaží i těleso o celkové hmotnosti $m_Z + m_T$. Můžeme tedy psát

$$(m_Z + m_T) \cdot a = g (m_Z - f m_T)$$

$$a = \frac{g (m_Z - f m_T)}{m_Z + m_T}$$

$$\{a\} = \frac{9,8 \cdot (0,2 - 0,2 \cdot 0,15)}{0,15 + 0,2}$$

$$a = 1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Kdyby bylo vše v klidu, míč by byla napínána silou $F_N = m_2 \cdot g$

Protože se ale tělesa pohybují zrychlením a , bude síla působící na míč

$$F_N = m_2 (g - a)$$

$$\{F_N\} = 0,2 (9,8 - 1,4)$$

$$F_N = 1,7 \text{ N}$$

Tělesa se budou pohybovat se zrychlením $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ a míč bude napínána silou $1,7 \text{ N}$

7.



$$\sin \alpha = \frac{h}{l}$$

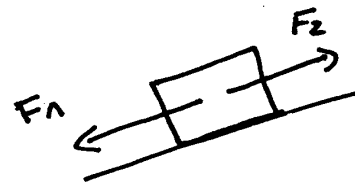
$$\sin \alpha = \frac{0,3}{1,2}$$

$$\alpha = 14,5^\circ$$

$$m_T = 0,15 \text{ kg}$$

$$m_Z = 0,14 \text{ kg}$$

Na těleso působí 2 síly důležité pro jeho pohyb



$$F_1 = m_T \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$F_2 = m_Z \cdot g$$

síla, kterou působí závaží přes kladek

Pro velikost jejich výslednice platí

$$F = m_Z \cdot g - m_T \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$F = g (m_Z - m_T \cdot \sin \alpha) *$$

Tato síla F uvede do pohybu závaží i těleso $(m_Z + m_T)$

7. pokrač

$$F = (m_2 + m_T) \cdot a$$

↳ dosadíme do *

$$(m_2 + m_T) \cdot a = g(m_2 - m_T \sin \alpha) \quad | : (m_2 + m_T)$$

$$a = \frac{g(m_2 - m_T \sin \alpha)}{m_2 + m_T} \quad \Delta$$

$$\{a\} = \frac{9,8(0,14 - 0,5 \cdot \sin 14,5^\circ)}{0,14 + 0,5}$$

$$a = 0,22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$F_N = m_2(g - a) \quad \{F_N\} = 0,14 \cdot (9,8 - 0,22)$$

$$F_N = 1,34 \text{ N}$$

Pozn pro zdatní: ve vztahu D lze

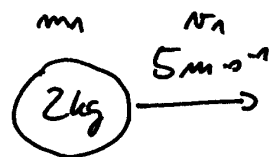
sin α nahradit výrazem $\frac{h}{l}$ (viz začátek příkladu) takže zcela obecní řešení

$$je \quad a = \frac{g(m_2 - m_T \cdot \frac{h}{l})}{m_2 + m_T}$$

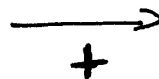
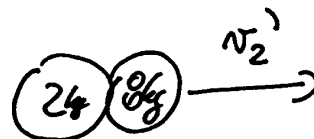
0: Těleso se pohybuje se zrychlením $0,22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
a mít je napínaná silou $1,34 \text{ N}$

8

PŘED



PO



$$p = p'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_2'$$

$$v_2' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{2 \cdot 5 + 8 \cdot 0}{10}$$

$$v_2' = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

koule se společně pohybují rychlostí $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.