

# Dynamika pokračování

Moment síly

Hybnost

Mechanická energie

Práce

Tlak

# Sklon sjezdovky

- Lyžař stojí na svahu a chce se rozjet bez odpichování holemi. Jaký musí být sklon svahu, je-li sníh tvrdý se součinitelem smykového tření 0,03? Lyžař má i s vybavením hmotnost 90 kg.
- $f=0,03$
- $m=90\text{kg}$
- $\alpha=?$

- $F_N = F_g \cdot \cos \alpha$
- $F_h = F_g \cdot \sin \alpha$
- $F_h = F_t = f \cdot F_N = f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$
- $m \cdot g \cdot \sin \alpha = f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$
- $\sin \alpha / \cos \alpha = f$
- $\operatorname{tg} \alpha = f$
- $\operatorname{arctg} f = \alpha$
- $\alpha = 1,72^\circ$



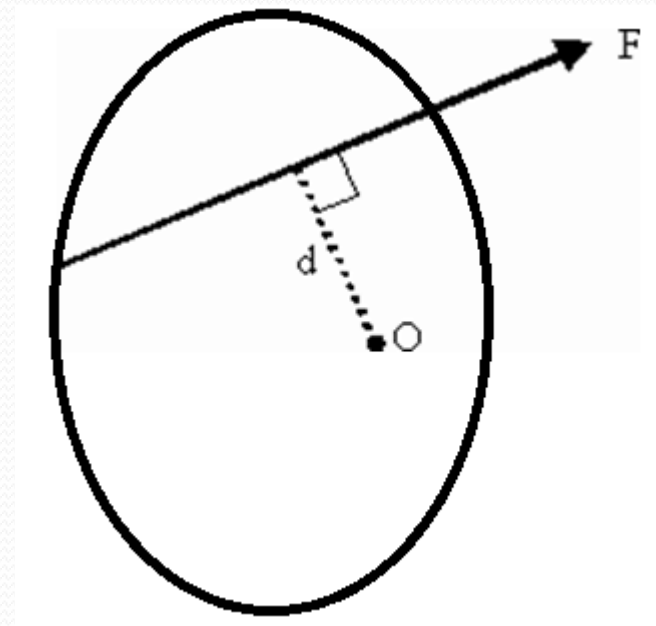
# Moment síly

Moment síly  $M$  uvádí tělesa do rotačního pohybu.

Moment síly je výsledkem síly působící na určitém rameni síly.

$$M = F \cdot d$$

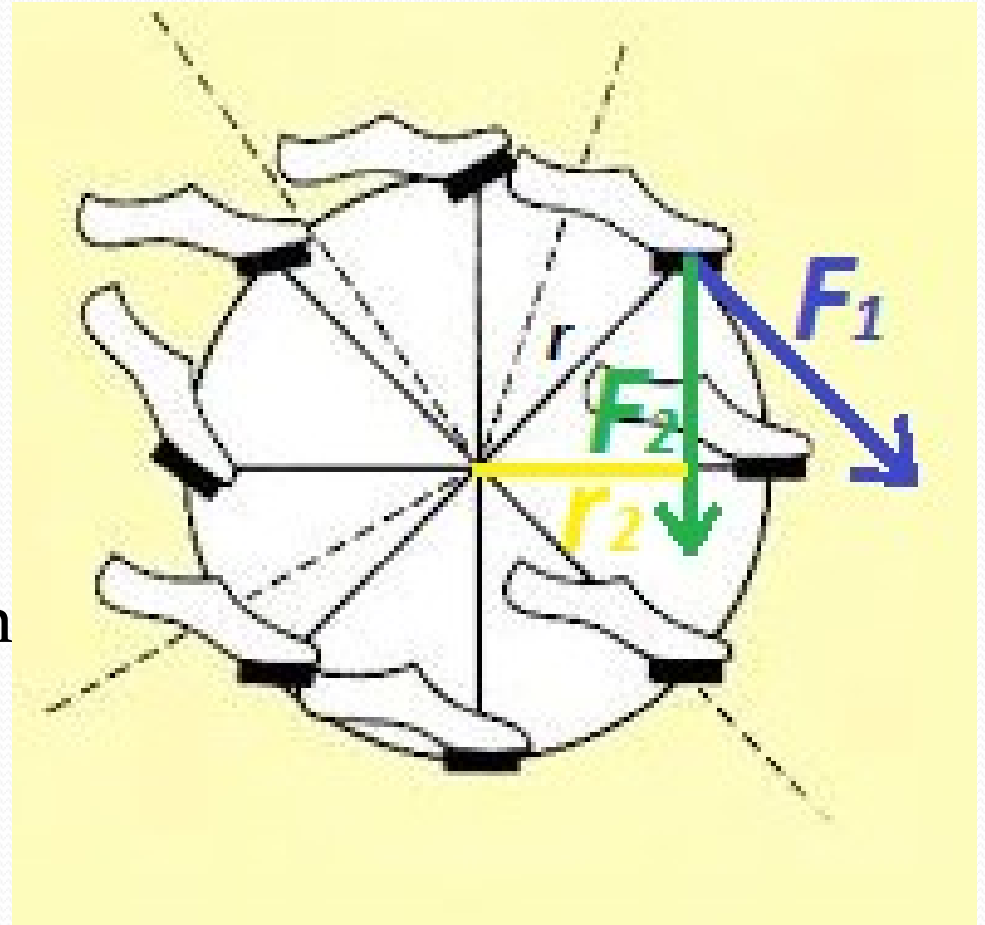
Vektorová veličina, vektor leží v ose otáčení



# Moment síly

- Při jízdě na kole je svalová síla dolních končetin optimálně využita, když výslednice působí v každém okamžiku ve směru tečny ke kruhové dráze, po které se pedál pohybuje. Cyklista působí silou o velikosti 150 N na pedál ve fázi, kdy je klika od vertikály pootočena o  $45^\circ$ . Jaký je rozdíl v jejím otáčivém účinku v případě, že má tato síla optimální směr a v případě, že tato síla směřuje přímo dolů rovnoběžně s vertikálou? Délka kliky je 15 cm.

- $F=150\text{N}$
- $r=0,15\text{m}$
- $M=F.r$
- $M_1=F_1.r=F.r$
- $M_2=F_2.r_2=F.r.\cos \alpha$
- $M_1-M_2=F.r-F.r.\cos \alpha$
- $M_1-M_2=F.r(1-\cos \alpha)$
- $M_1-M_2=150.0,15.0,29\text{Nm}$
- $M_1-M_2=6,53\text{Nm}$



# Momentová věta

- Otáčivý účinek sil působících na tuhé těleso se navzájem ruší, je-li vektorový součet momentů všech sil vzhledem k dané ose nulový

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}_1 + \mathbf{M}_2 + \dots + \mathbf{M}_n = \mathbf{0}$$

- Kuželkář drží v ruce kouli o hmotnosti 7,2kg. Paže je ve svislé poloze, předloktí o hmotnosti 1kg ve vodorovné. Jakou silou musí v tomto případě působit biceps na předloktí? Úpon bicepsu je asi 4cm od loketního kloubu, těžiště předloktí 15cm a těžiště koule 33cm.

- $m_1=7,2\text{kg}$

- $m_2=1\text{kg}$

- $d_3=0,04\text{m}$

- $d_2=0,15\text{m}$

- $d_1=0,33\text{m}$

- $F=?$

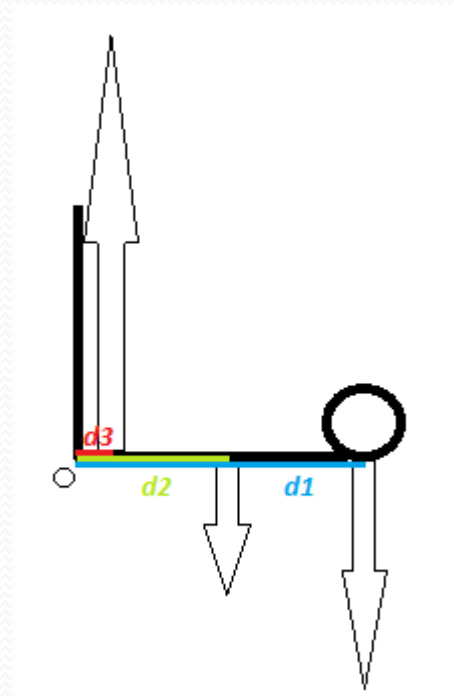
- $M_1+M_2=M_3$

- $m_1gd_1 + m_2gd_2 = Fd_3$

- $F=(m_1gd_1 + m_2gd_2 )/d_3$

- $F= (23,76+1,5)/0,04\text{N}$

- $F=631,5\text{N}$





# Zákon zachování hybnosti

- hybnost  $p=m.v$
- Celková hybnost se vzájemným působením těles nemění
- $m_1v_1+m_2v_2 = \text{konst.}$

Krasobruslař o hmotnosti 65kg jedoucí rychlostí 5m/s zdvihne do náruče partnerku o hmotnosti 50 kg, která jela jeho směrem rychlostí 2m/s. Jaká bude jejich výsledná rychlost?

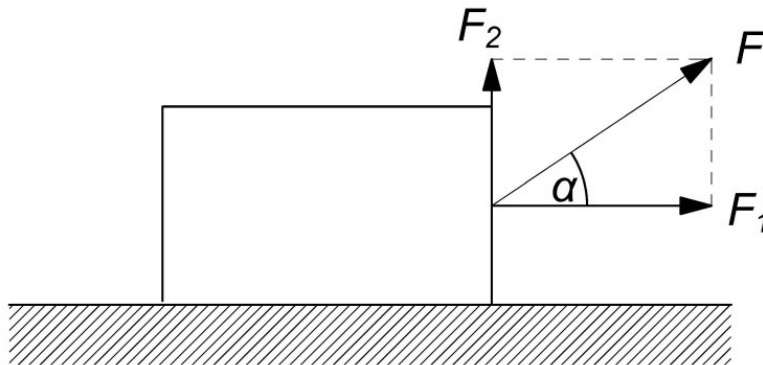
- $m_1=65\text{kg}$
- $m_2=50\text{kg}$
- $v_1=5\text{m/s}$
- $v_2=2\text{m/s}$
- $v=?$
- $p_1+p_2=p$
- $m_1.v_1+m_2.v_2=(m_1+m_2).v$
- $v=(m_1.v_1+m_2.v_2)/(m_1+m_2)$
- $v=(325+100)/115 \text{ m/s} = 3,7 \text{ m/s}$

# Dráhový účinek síly – práce

- Práce

- Značí se  $W$
- Jednotkou je J (joule)
- $W = F \cdot s$
- Když síla působí na těleso po nějaké dráze a uvádí jej do pohybu
- Pokud síla působí pod nějakým úhlem vůči směru pohybu:

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



- V roce 1976 dokázal Vasilij Aleksjev na OH zvednout činku o hmotnosti 250 kg z podlahy nad hlavu do výšky asi 2 m. Téměř o dvacet let později si Paul Anderson lehl pod nákladní plošinu s nákladem o celkové hmotnosti 2790 kg a zády ji zvedl o 1 cm. Kdo při zvedání vykonal větší práci a o kolik?

- $m_1=250\text{kg}$        $s_1=2\text{m}$
- $m_2=2790\text{kg}$      $s_2=1\text{cm}=0,01\text{m}$
- $W_{1,2}=?$
- $W=F.s=F_g.s=m.g.s$
- $W_1=250.10.2\text{J}=5000\text{J}$
- $W_2=2790.10.0,01\text{J}=279\text{J}$
- $W_1-W_2=(5000-279)\text{J}=4721\text{J}$

# Mechanická energie

- **Mechanická energie** [E]- Schopnost konat práci
  - Skalární veličina
  - Jednotkou je J
- **Kinetická Energie** [ $E_k$ ]- Energie spojená s pohybem předmětu  
 $E_k = 1/2mv^2$  u posuvného pohybu  
 $E_k = 1/2J\omega^2$  u rotačního pohybu
- **Potencialní Energie** [ $E_p$ ]- Energie, která je spojená s polohou objektu v silovém poli  
 $E_p = mgh$
- **Potenciální energie pružnosti** – [ $E_p$ ] - Energie akumulovaná v pružně zdeformovaném tělese
- $E_p = 1/2ky^2$ 
  - Energie uložena ve svalech

Rychlobruslař o hmotnosti 80 kg při závodech předjíždí soupeře. Zrychluje proto ze svých  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  na  $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Jakou práci vykonají přitom jeho svaly? Přeměny na vnitřní energii působením odporu vzduchu a tření zanedbejte.

- $m=80\text{kg}$
- $v_1=10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- $v_2=12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- $W=?$
- Změna pohybové energie se uskutečnila prací svalů
- $W=Ek_2-Ek_1=1/2mv_2^2 - 1/2mv_1^2 =1/2m(v_2^2 - v_1^2)$
- $W=1/2\cdot 80\cdot(144-100)\text{J}=1760\text{J}$

- Atlet odhodí oštěp o hmotnosti 800 g rychlostí  $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Když jej vypouští z ruky, je těžiště oštěpu ve výšce 1,7 m. Jak velkou mechanickou energii má oštěp těsně po odhodu?
- $m = 800 \text{ g} = 0,8 \text{ kg}$
- $v = 30 \text{ m/s}$
- $h = 1,7 \text{ m}$
- $E = ?$
- $E = E_k + E_p$
- $E = \frac{1}{2} mv^2 + mgh$
- $E = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 30^2 + 0,8 \cdot 10 \cdot 1,7 \text{ J}$
- $E = 360 + 13,6 \text{ J} = 373,6 \text{ J}$

- **Jakou rychlostí dopadne do vody skokan z 10m můstku?**
- **$h=10\text{m}$**
- **$v= ?$**
- **Přeměna celé potenciální energie na kinetickou**
- **$E_p=E_k$**
- **$mgh=1/2 mv^2$**
- **$2gh=v^2$**
- **$v=\sqrt{2gh} = 14 \text{ m/s}$**



● Golfový míček se musí z roviny vykutálet k jamce, která je na 70cm vysokém kopečku. Jaká musí být rychlost těžiště míčku na rovině? Moment setrvačnosti koule je  $\frac{2}{5}mR^2$ .

●  $h = 70\text{cm} = 0,7\text{m}$

●  $v = ?$

●  $J = \frac{2}{5}mR^2$

●  $E = E_k = E_p$

●  $E_k = E_{\text{pos}} + E_{\text{rot}}$

●  $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 = mgh$

●  $v = \omega \cdot R \quad \omega = v/R$

●  $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5}mR^2 v^2/R^2 = mgh$

●  $\frac{1}{2}v^2 + \frac{1}{5}v^2 = gh$

●  $\frac{7}{10}v^2 = gh$

●  $v = \sqrt{\frac{10}{7}gh} = \sqrt{\frac{10}{7}10 \cdot 0,7} \text{ m/s} = \sqrt{10} \text{ m/s} = 3,16 \text{ m/s}$

# koncentrace síly - tlak

- $p = F/S$
- $[p] = \text{N/m}^2 = \text{Pa}$
- Uplatněním kontaktní síly na malou cílovou plochu, můžeme vyvinout ostřejší, koncentrovanější náraz – čím má úder **menší plochu**, tím síla vyvolá **větší tlak**.
- Čím je větší tlak, tím síla způsobí větší deformaci.
- Rozložení síly na větší plochu – snížení deformačních účinků (pravděpodobnosti úrazu)
  - Pádové techniky

Jak velkým tlakem působí na led bruslař o hmotnosti 80kg, je-li celkový obsah nožů bruslí 0,0008m<sup>2</sup>? (Můžete porovnat s tlakem v obuvi o ploše 0,05m<sup>2</sup>)

- $m=80\text{kg}$
- $S= 0,0008\text{m}^2$
- $S_2= 0,05\text{m}^2$
- $p=?$
- $p=F/S$
- $p=mg/S$
- $p=800/0,0008\text{Pa} =1000000\text{Pa}=1\text{MPa}$
- $p_2=800/0,05\text{Pa}=16000\text{Pa}=16\text{kPa}$