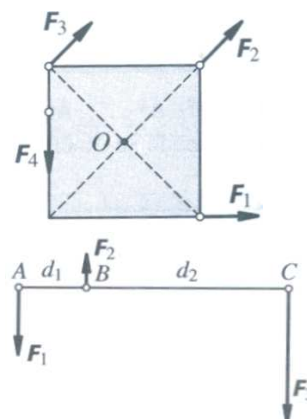


Mechanika tuhého tělesa – příklady

1. Moment síly, skládání sil

- 1.1 Čtvercová deska o straně 1 m je otáčivá kolem osy jdoucí jejím středem a kolmé k rovině desky. Na desku působí síly F_1 , F_2 , F_3 a F_4 podle obrázku. Všechny síly leží v rovině desky a mají stejnou velikost 20 N.
- a) Vypočítej velikosti momentů jednotlivých sil vzhledem k ose otáčení.
b) Urči velikost a směr výsledného momentu sil působících na desku.

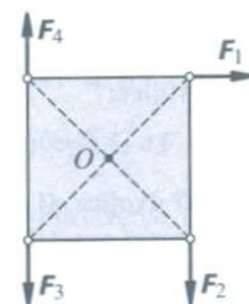
[viz učebnice – 6.2.4]



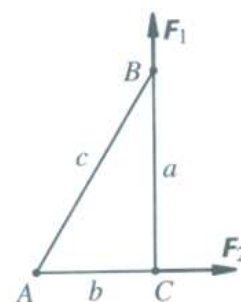
- 1.2 Na tyč působí tři rovnoběžné síly (viz obrázek), o velikostech $F_1 = 20$ N, $F_2 = 10$ N, $F_3 = 40$ N. Najdi velikost výslednice sil a její působíště. Vzájemná vzdálenosti působíšť sil jsou $d_1 = 20$ cm, $d_2 = 60$ cm.
- [řešený příklad v učebnici – kap. 6.3]

- 1.3 Najdi velikost a působíště výslednice dvou rovnoběžných sil o velikostech 40 N a 60 N, je-li vzájemná vzdálenost jejich působíšť 2 m.
- a) Síly mají stejný směr;
b) Síly mají opačný směr.
- [viz učebnice – 6.3.1]

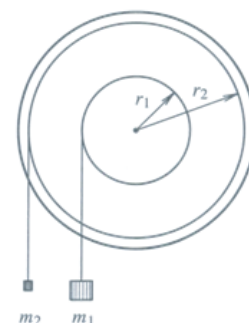
- 1.4 Čtvercová deska o straně 2 m je otáčivá kolem osy procházející jejím středem a kolmé k rovině desky. Na desku působí síly F_1 , F_2 , F_3 a F_4 (viz obrázek) o stejné velikosti 10 N. Vypočítej:
- a) velikost výslednice sil F_1 a F_2 ;
b) velikost výslednice sil F_2 a F_3 ;
c) velikost výslednice sil F_3 a F_4 ;
d) velikost výslednice všech čtyř sil.
e) Najdi velikost a směr momentu dvojice sil F_2 a F_4 .
- [viz učebnice – 6.3.2]



- 1.5 Deska tvaru pravoúhlého trojúhelníku o stranách $a = 50$ cm a $b = 30$ cm (viz obrázek) je otáčivá kolem osy kolmé k desce a procházející bodem A. Ve vrcholu B působí síla $F_1 = 12$ N, ve vrcholu C síla $F_2 = 16$ N (obě síly leží v rovině desky). Urči:
- a) velikost momentu síly F_1 vzhledem k dané ose otáčení;
b) velikost momentu síly F_2 vzhledem k dané ose otáčení;
c) velikost výslednice sil F_1 a F_2 .
- [a) $M_1 = 0,36$ Nm; b) $M_1 = 0$ Nm; $F = 20$ N]



- 1.6 Na kotouči otáčivém okolo vodorovné osy jsou na téže straně od osy zavěšena ve vzdálenostech $r_1 = 30$ cm a $r_2 = 60$ cm od osy závaží o hmotnostech $m_1 = 500$ g a $m_2 = 100$ g (viz obrázek). V jaké vzdálenosti od osy je třeba na druhé straně od osy zavěsit závaží o hmotnosti $m_3 = 600$ g, aby nastala rovnováha?
- [35 cm]



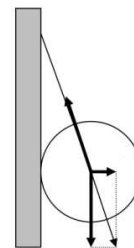
2. Rozklad sil

- 2.1 Dva pytláci (Ulovil a Nenechal) nesou kance 80 kg těžkého, který je zavěšen na vodorovné tyči o hmotnosti 6 kg. Oba podpírají tyč na koncích a kanec je zavěšen tak, že působí svojí tíhou na tyč ve vzdálenosti 0,8 m od Ulovila a 1,2 m od Nenechala. Jaké síly působí na jejich ramena?

[500 N a 314 N]

- 2.2 Na drátě upevněném na svislé hladké stěně visí nehybně kovová koule o hmotnosti 1 kg (viz obrázek). Drát svírá se stěnou úhel 20° . Na obrázku jsou znázorněny síly působící na kouli – tíhová síla, tlaková síla stěny na kouli a síla, kterou drží kouli drát (výslednice těchto sil je nulová). Urči velikosti všech tří uvedených sil.

[9,81 N; 10,44 N; 3,57 N]



- 2.3 V polovině 2 metry dlouhého provazu (zanedbatelné hmotnosti) je zavěšena láhev s vodou, jejíž tíha je 10 N. Na koncích provazu jsou chlapci, kteří se snaží provaz napínat co největší silou. Přesto svírá provaz mezi láhví a chlapcem na konci s vodorovným směrem úhel o velikosti 10° . Urči velikost síly, kterou chlapci napínán provaz.

[28,4 N]

3. Těžiště tuhého tělesa, rovnovážná poloha

- 3.1 Na koncích vodorovné tyče délky 8 m a tíhy 20 N, jejíž těžiště je uprostřed, visí závaží o hmotnostech 5 kg a 3 kg. Ve kterém místě je třeba tyč podepřít, aby byla v rovnováze?

[ve vzdálenosti 3,2 m od těžšího závaží]

- 3.2 Metrové pravítko o hmotnosti 400 g má být položeno tak, aby část v délce 80 cm přesahovala desku stolu. Aby pravítko nespadlo, bude ve vzdálenost 4 cm od konce (nad stolem) zatíženo závažím. Urči minimální nutnou hmotnost tohoto závaží.

[$m = 0,75$ kg]

- 3.3 Určete polohu těžiště tyče délky 0,80 m, jejíž jedna polovina je z mědi ($\rho_{\text{Cu}} = 8\,930 \text{ kg m}^{-3}$), druhá z hliníku ($\rho_{\text{Al}} = 2\,700 \text{ kg m}^{-3}$).

[v měděné části ve vzdálenosti 29,2 cm od konce tyče]

- 3.4 Jakou práci musíme vykonat, abychom stejnorodou krychli o hraně 0,5 m a hmotnosti 900 kg překlátili kolem jedné hrany?

[$W \doteq 932$ J]

- 3.5 Rozměry cihly jsou $65 \text{ mm} \times 140 \text{ mm} \times 290 \text{ mm}$, hmotnost cihly je 4,7 kg. Jakou práci je třeba vykonat k převrácení cihly položené na stěně s rozměry $65 \text{ mm} \times 290 \text{ mm}$ do polohy

a) ve které bude cihla stát na stěně s nejmenším obsahem;

b) ve které bude cihla stát na stěně s největším obsahem?

[a) 4,196 J; b) $W = 0,331$ J]

- 3.6 Rovnoramenný trojboký dřevěný hranol má všechny hrany délky 0,6 m. Hustota dřeva je 400 kg m^{-3} . Jakou práci je třeba vykonat k převrácení hranolu

a) z jedné boční stěny na druhou;

b) z boční stěny na podstavu (přes hranu podstavu);

c) z podstavu na boční stěnu?

[$V \doteq 0,093\,53 \text{ m}^3$, $m \doteq 37,41$ kg; a) $W \doteq 63,6$ J; b) $W \doteq 63,6$ J; c) $W \doteq 17,0$ J]

4. Kinetická energie tuhého tělesa, moment setrvačnosti

- 4.1 Jakou práci je třeba vykonat, aby se setrvačnick s momentem setrvačnosti 20 kg m^2 dostal do otáček s frekvencí 120 Hz ?

[$W = 5,7 \text{ MJ}$]

- 4.2 Rotor elektromotoru má moment setrvačnosti $1,2 \text{ kg m}^2$ a koná $3\,000$ otáček za minutu. Jakou má kinetickou energii?

[$E \doteq 59,2 \text{ kJ}$]

- 4.3 Válec o hmotnosti 80 kg a průměru 40 cm vykonává $1\,500$ otáček za minutu. Moment setrvačnosti válce je dán vztahem $J = 0,5mR^2$. Urči:

a) jeho kinetickou energii;

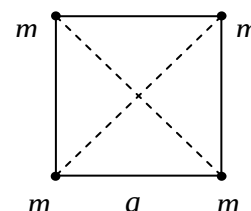
b) práci, kterou je třeba vykonat, aby se počet otáček snížil na $1\,200$ za minutu.

[a) $E_k \doteq 1,97 \cdot 10^4 \text{ J}$; b) $W \doteq 7,1 \cdot 10^3 \text{ J}$]

- 4.4 Ve vrcholech čtverce z tenkého drátu zanedbatelně malé hmotnosti a délce strany $0,2 \text{ m}$ jsou umístěny čtyři stejné kuličky, každá o hmotnosti $m = 0,1 \text{ kg}$ (kuličky považuj za hmotné body). Vypočti moment setrvačnosti této soustavy vzhledem k ose kolmé k rovině čtverce a procházející

a) středem čtverce, b) vrcholem čtverce.

[a) $J \doteq 0,008 \text{ kg m}^2$; b) $J \doteq 0,016 \text{ kg m}^2$]



- 4.5 Urči kinetickou energii homogenního válce o hmotnosti 5 kg a poloměru $0,2 \text{ m}$, jestliže se válec:

a) pohybuje posuvným pohybem rychlostí 6 m s^{-1} ;

b) otáčí kolem své rotační osy tak, že body na obvodu válce mají rychlost o velikosti 6 m s^{-1} ;

c) valí bez prokluzování rychlostí 6 m s^{-1} .

[a) $E_k = 90 \text{ J}$; b) $E_k = 45 \text{ J}$; c) $E_k = 135 \text{ J}$]