

F1030 Mechanika a molekulová fyzika

úlohy k procvičení před písemkami (i po nich ☺)

Témata 8 a 9: Impulsové věty

Předpoklady k úlohám:

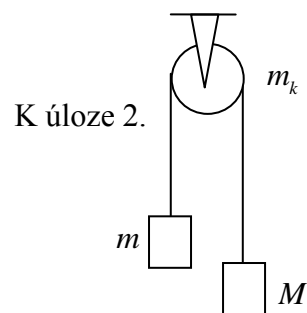
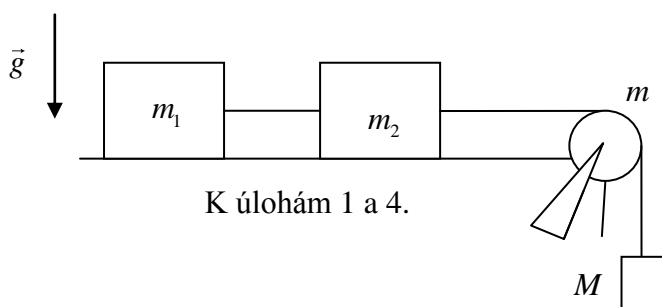
- Ve všech úlohách považujte vztažnou soustavu, pevně spojenou se Zemí, za inerciální.
- Tělesa, která konají pouze translační pohyb, proto je považujte za hmotné body.
- Všechny úlohy se odehrávají v blízkosti povrchu Země. V číselných zadáních předpokládejte, že zrychlení volného pádu (tíhové zrychlení) má velikost $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$.
- Hovoří-li se v úlohách o pohybu těles „po hladké podložce“, „hladkém stole“, apod., rozumí se, že třecí síly, jimiž podložka působí na těleso, jsou zanedbatelné.
- Ve všech úlohách zanedbávejte odpor prostředí proti pohybu těles, není-li řečeno jinak.
- Pokud jsou tělesa v úlohách zavěšena, resp. tažena na provazech, resp. spojena provazy, považujte hmotnost provazů za zanedbatelnou a délku provazů za neměnnou.
- Jsou-li provazy vedeny přes kladky, předpokládejte, že po nich nekloužou. Kladky jsou homogenní válce (vztah pro moment setrvačnosti vyhledejte).

Úloha 1

Dvě kostky o hmotnostech $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ a $m_2 = 2,5 \text{ kg}$ jsou spojeny lankem a mohou se pohybovat po stole bez tření. Další lanko je připojeno o přední kostce a vedeno přes kladku o poloměru $r = 10 \text{ cm}$, která se otáčí bez tření a má hmotnost $m_k = 0,3 \text{ kg}$. Na lanku visí kostka o hmotnosti $M = 2,0 \text{ kg}$.

Určete

- vektor zrychlení každé z kostek,
- vektor úhlového zrychlení kladky,
- sílu, jíž působí lanko na zadní kostku,
- síly, jimiž působí lanka na zadní kostku,
- sílu, jíž působí lanko na visící kostku,
- sílu, jíž působí na kladku její úchyt ke stolu.



Úloha 2

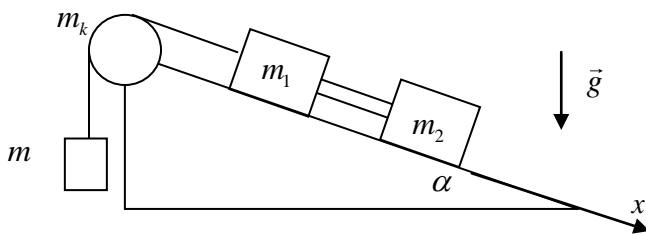
Dvě kostky o hmotnostech $m = 0,50 \text{ kg}$ a $M = 0,55 \text{ kg}$ jsou zavěšeny na niti vedené přes kladku. Kladka má hmotnost $m_k = 0,40 \text{ kg}$ a poloměr $r = 15 \text{ cm}$. Určete

- vektor zrychlení každé z kostek,
- vektor úhlového zrychlení kladky,
- vektor síly, jíž působí nit na těleso m ,
- vektor síly, jíž působí nit na těleso M ,
- vektor síly, jíž působí kladka na závěs, jímž je připevněna ke stropu.

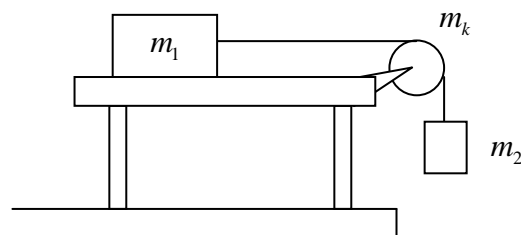
Úloha 3

Dvě kostky o hmotnostech $m_1 = 0,50\text{kg}$ a $m_2 = 0,75\text{kg}$ spojené tuhou tyčí zanedbatelné hmotnosti mohou klouzat po dokonale hladké nakloněné rovině o úhlu sklonu $\alpha = 30^\circ$. Soustava je spojena lankem vedeným přes kladku o hmotnosti $m_k = 0,25\text{kg}$ a poloměru $r = 10\text{cm}$. Na konci lanka je zavěšena další kostka o hmotnosti $m = 0,20\text{kg}$. Určete

- vektor zrychlení každé z kostek,
- vektor úhlového zrychlení kladky,
- vektory zrychlení každé ze sil, jimiž působí na kostky lanko, resp. tyč,
- vektor síly, jíž působí na kladku její úchyt ke stolu.



K úlohám 3 a 5.



K úlohám 6 a 7.

Úloha 4.

V úloze 1 předpokládejte, že tření mezi kostkami a podložkou není zanedbatelné. Koeficient dynamického tření je $f = 0,10$, koeficient statického tření $f_0 = 0,15$ je odpovězte na otázky a) až f) formulované v úloze 1. Stanovte podmínku pro parametry úlohy, nemá-li se soustava po zavěšení kostky M dát do pohybu.

Úloha 5.

V úloze 3 předpokládejte, že tření mezi kostkami a nakloněnou rovinou není zanedbatelné.

- Kostky jsme uvedli do pohybu a víme, že koeficient dynamického tření mezi nimi a podložkou je $f = 0,05$. Odpovězte na otázky a) až d) formulované v úloze 3.
- Určete podmínku pro koeficient statického tření f_s tak, aby se soustava nedala sama do pohybu.

Úloha 6.

Kostka o hmotnosti $m_1 = 0,50\text{kg}$ se může pohybovat po dokonale hladkém vodorovném stole. Níť vedenou přes kladku je spojena s kostkou o hmotnosti $m_2 = 0,30\text{kg}$, která visí svisle dolů. Kladka má hmotnost $m_k = 0,20\text{kg}$ a poloměr $r = 10\text{cm}$. Určete

- vektor zrychlení každé z kostek,
- vektor úhlového zrychlení kladky,
- vektory sil, jimiž nit působí na každou z kostek,
- vektor síly, jíž působí kladka na úchyt ke stolu.

Úloha 7.

V úloze 6 předpokládejte, že tření mezi kostkou pohybující se po stole není zanedbatelné. Koeficient dynamického tření je $f = 0,12$. Soustava se pohybuje.

- Odpovězte na otázky a) až d) z úlohy 6.
- Stanovte podmínky pro parametry úlohy tak, aby se soustava sama nedala do pohybu.

Úloha 8.

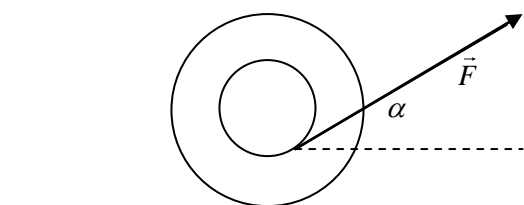
Homogenní válec o hmotnosti $m = 1,2 \text{ kg}$ a poloměru $r = 10 \text{ cm}$ se valí po nakloněné rovině o úhlu sklonu $\alpha = 20^\circ$ bez prokluzu. Válec je volně vypuštěn z horního bodu nakloněné roviny (počáteční rychlost je nulová). Nakloněná rovina má délku $L = 3,5 \text{ m}$. Určete

- za jak dlouho dostihne válec konce nakloněné roviny,
- jakou rychlost bude mít válec na konci nakloněné roviny,
- výslednou dílu, jíž působí podložka na válec.

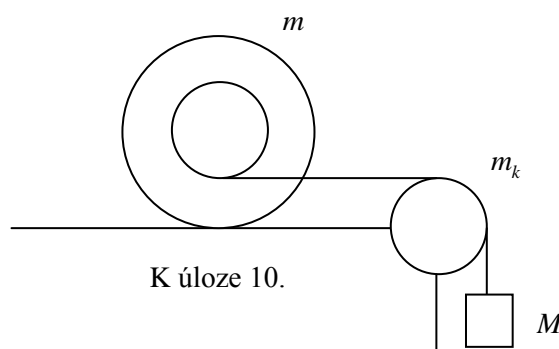
Úloha 9.

Na cívce o hmotnosti $m = 1,2 \text{ kg}$ a poloměrech $r = 10 \text{ cm}$ a $R = 20 \text{ cm}$ je navinutá nit (na vnitřním poloměru). Nit je napínána silou \vec{F} o známé velikosti. Určete podmínku pro úhel α , který má svírat nit s vodorovnou rovinou, aby se cívka valila (bez klouzání)

- doprava,
- doleva.



K úloze 9.



K úloze 10.

Úloha 10.

Soustava je uspořádána podle obrázku výše, hmotnosti cívky, kladky a kostky jsou vyznačeny. Poloměry cívky jsou r a $R = 2r$, poloměr kladky je r . Cívka (je homogenní) se valí bez prokluzu, lanko po kladce neklouže, kladka (rovněž homogenní) se otáčí bez tření, lanko se z cívky odvíjí rovněž bez klouzání. Úlohu řešte pouze obecně. Určete

- vektor zrychlení cívky (translační, tj. zrychlení středu hmotnosti) cívky,
- vektor úhlového zrychlení cívky,
- vektor úhlového zrychlení kladky,
- vektor zrychlení kostky,
- vektor síly, jíž působí lanko na cívku,
- vektor síly, jíž působí lanko na kladku,
- vektor síly, jíž působí lanko na zavěšenou kostku,
- vektor síly, jíž působí na kladku její úchyt ke stolu,
- vektor výsledné síly (tlakové a statické třecí), jíž působí podložka na cívku.