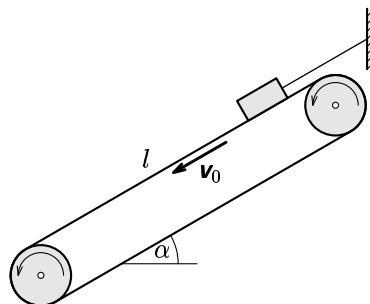


Úlohy 1. kola 42. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie C

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Pás transportéru, jehož rovina svírá s vodorovnou rovinou ostrý úhel α , se pohybuje stálou rychlostí v_0 vzhledem k povrchu země ve směru vyznačeném na obr. 1. Na pásu je ve vzdálenosti l od dolního konce položena cihla, která je motouzem připevněna k nehybné stěně. Přestříhneme-li motouz, začne se cihla pohybovat po pásu. Za jakou dobu a jakou rychlostí dorazí k dolnímu konci pásu, je-li součinitel smykového tření mezi pásem a cihlou f ?



Obr. 1

Řešte obecně, pak pro hodnoty: $v_0 = 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $\alpha = 30^\circ$, $l = 3,0 \text{ m}$
a pro dvě různé hodnoty součinitele smykového tření: $f_1 = 0,70$ a $f_2 = 0,40$.
Rozdíl mezi součinitelem tření v klidu a za pohybu zanedbejte.

2. Hustoměr vyrobený pro měření hustot v intervalu $900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ až $1100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ byl při teplotě 25°C ponořen do širší nádoby s destilovanou vodou. Z vody vyčnívá válcová trubice o průměru $5,0 \text{ mm}$ se stupnicí hustoměru, na které čteme u hladiny hodnotu $997 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Po vychýlení ve svislém směru se hustoměr rozkmitá podél své osy s periodou $2,25 \text{ s}$.
- Vysvětlete, proč můžeme při zanedbání vnitřního tření v kapalině považovat kmity za harmonické.
 - Určete objem ponořené části hustoměru před jeho rozkmitáním.
 - Určete délku stupnice hustoměru.
3. Kostky dětských obrázkových skládanek jsou dřevěné krychličky o hraně délky $b = 40 \text{ mm}$. Na stole leží řada $n = 20$ takovýchto krychliček, kterou chceme zvednout tak, že na krajní krychličky budeme působit stejně velkými silami $\mathbf{F}_A$, $\mathbf{F}_B$. Ze zkušenosti víme, že působíště sil musí být co nejblíže dolní hraně krychličky. Předpokládejme tedy ideální případ, kdy budeme působit přímo na dolní hranu (obr. 2).

Hustota krychliček je $750 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, součinitel klidového tření mezi krychličkami je $f_0 = 0,65$.



Obr. 2

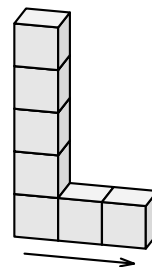
- Jak velké musí být svislé složky F' sil F_A a F_B ?
- Jak velkou přítláčnou silou ve vodorovném směru na sebe působí jednotlivé krychličky?
- Jak velkou svislou silou působí $(i + 1)$ -ní krychlička na i -tou? Mezi kterými krychličkami je tato síla největší? Toto silové působení je umožněno třením mezi krychličkami. Jaké musí být minimální velikosti vodorovných složek F , $-F$ sil F_A , F_B , aby nedošlo k proklouznutí?
- Jak vysoko nad dolní hranou je působíště přítláčné síly mezi $(i + 1)$ -ní a i -tou krychličkou? Mezi kterými krychličkami je působíště nejvýše?
- Výška působíště pochopitelně nemůže být větší než b , jinak by došlo ke „zlomení“ řady. Jaká musí být minimální velikost složek F , $-F$, aby ke zlomení nedošlo?

Úlohu řešte obecně. Číselně určete jen velikosti sil F' v úkolu a) a velikost minimální síly v úkolech c) a e).

- Těleso ve tvaru písmene „L“, které vzniklo slepením sedmi dřevěných krychliček o hraně $s = 4,0$ cm a hustotě $\varrho = 750 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, položíme na gumovou podlahu automobilu rozjíždějícího se ve směru šipky (obr. 3). Součinitel klidového tření mezi tělesem a podlahou je $f_0 = 0,70$.

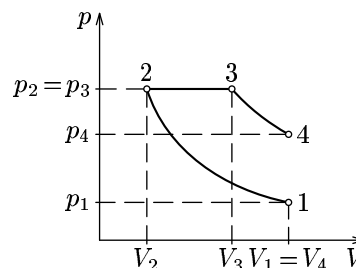
Určete:

- polohu těžiště tělesa,
- působíště, směr a velikost nejmenší síly, která těleso povalí na podlahu,
- zrychlení automobilu během rozjíždění, při kterém se těleso svalí dozadu,
- rychlost automobilu během jízdy po kruhovém objezdu o poloměru 20 m, při které se těleso svalí na bok,
- zrychlení automobilu během brzdění, při kterém se těleso svalí dopředu.



Obr. 3

5. V ideálním plynu stálé hmotnosti s dvouatomovými molekulami proběhl děj 1-2-3-4 znázorněný grafem $p = f(V)$ na obr. 4. Úseky 1-2 a 3-4 odpovídají izotermickým dějům. Počáteční hodnoty stavových veličin: $T_1 = 300 \text{ K}$, $V_1 = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$, $p_1 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Dále platí $V_2 = 0,25 V_1$, $V_3 = 0,70 V_1$.



Obr. 4

- Určete hodnoty stavových veličin p , V , T , U v krajních bodech každého úseku děje. U je vnitřní energie plynu.
- Ve kterém úseku děje koná plyn práci? Ve kterém odevzdává teplo do okolí? Odpovědi zdůvodněte a vypočítejte hodnoty těchto veličin.
- Znázorněte děj 1-2-3-4 grafy funkcí $p = f(T)$, $V = f(T)$, $U = f(V)$ a $U = f(p)$.

6. **Praktická úloha: Určení modulu pružnosti v tahu z průhybu tyče.**

Teorie:

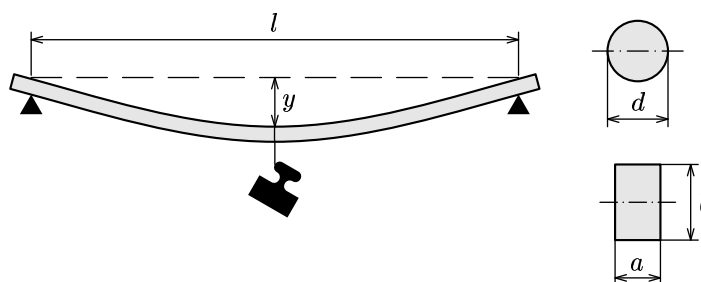
Tyč délky l podepřenou na koncích zatížíme uprostřed silou o velikosti F realizovanou pomocí závaží (obr. 5). Velikost průhybu je určena vztahem

$$y = \frac{Fl^3}{48EJ},$$

kde E je *Youngův modul pružnosti v tahu* materiálu tyče a J je *plošný moment setrvačnosti průřezu tyče*, který vypočítáme jako

$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad \text{u tyče kruhového průřezu,}$$

$$J = \frac{ab^3}{12} \quad \text{u tyče obdélníkového průřezu (b je výška tyče).}$$

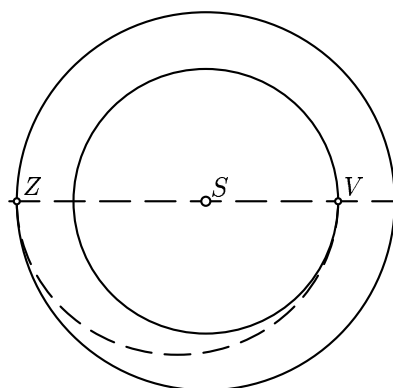


Obr. 5

Úkol:

Navrhněte a prakticky realizujte měření modulu pružnosti v tahu na základě uvedených vztahů. Jako tyče použijte silnější ocelové dráty různého průměru a délky. Měření případně opakujte i pro dráty z jiného materiálu. Zhodnoťte přesnost měření. Získané výsledky porovnejte s tabulkovými hodnotami.

7. Planeta Země se pohybuje kolem Slunce po trajektorii, která má přibližně tvar kružnice o poloměru $149,6 \cdot 10^6$ km s dobou oběhu 365,24 dne. Pozorovatel na Zemi sleduje delší dobu planetu Venuši na obloze buď večer jako Večernici nebo ráno jako Jitřenku. Venuši můžeme pozorovat nejdále v úhlové vzdálenosti $46^\circ 20'$ od středu zapadajícího Slunce a stejná situace se opakuje vždy po 1,5987 roku. Také trajektorie Venuše má přibližně tvar kružnice a obě trajektorie jsou přibližně v téže rovině.



Obr. 6

- Stanovte vzdálenost Venuše od Slunce.
- Ze synodické doby oběhu Venuše stanovte její siderickou dobu oběhu kolem Slunce.
- Na základě údajů o pohybu obou planet určete hmotnost Slunce.
- Ověřte, že pro Zemi a Venuši je splněn 3. Keplerův zákon.
- Kosmická sonda se vydala po energeticky výhodné trajektorii tvaru elipsy ze Země k Venuši (obr. 6). Za jakou dobu k Venuši dorazí?
- Ze Země je Slunce vidět pod zorným úhlem $32'$. Pod jakým zorným úhlem uvidíme Slunce ze sondy v blízkosti Venuše?