

Úlohy 1. kola 37. ročníku fyzikální olympiády

Kategorie C

1. Vodní kapky odkápávají z ústí svislé trubičky ve stejných časových intervalech Δt .
 - a) Určete závislost vzdálenosti dvou po sobě odkápnutých kapek na čase. Čas měříme od odtržení pozdější kapky. Sestrojte graf této závislosti.
 - b) Určete, ve kterém čase je vzdálenost mezi kapkami n -krát větší než v čase $t_0 = 0$ s.
 - c) Stanovte vzdálenost mezi k -tou a $k + 1$ kapkou za čas t_1 od okamžiku, kdy se první kapka odtrhla od trubičky.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $\Delta t = 0,10$ s, $n = 11$, $k = 5$, $t_1 = 2,0$ s.

2. V nádobě tvaru válce je pístem o hmotnosti m a plošném obsahu S uzavřen jednoatomový ideální plyn o teplotě T_0 . Píst je ve výšce h_0 nad dnem nádoby. Atmosférický tlak vzduchu je p_a . Po zahřátí plynu v nádobě vnějším tepelným zdrojem zaujme píst polohu ve výšce h nad dnem nádoby. ($h > h_0$).
 - a) Určete výslednou teplotu plynu.
 - b) Určete práci, kterou plyn vykonal.
 - c) Určete změnu vnitřní energie plynu.
 - d) Určete teplo přijaté plynem.

Řešte obecně, potom pro hodnoty:

$$m = 6,0 \text{ kg}, S = 160 \text{ cm}^2, h_0 = 40 \text{ cm}, h = 45 \text{ cm}, T_0 = 300 \text{ K}, \\ p_a = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

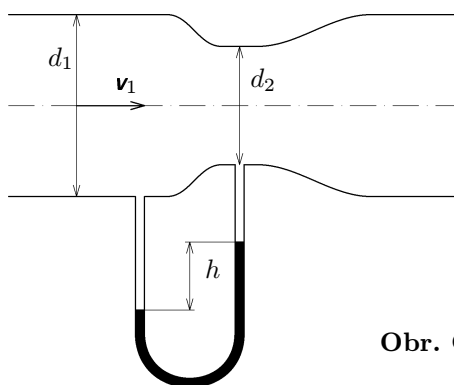
3. Na pružině s podélnou osou ve svislé poloze je zavěšena miska o hmotnosti m . Hmotnost pružiny je zanedbatelná vzhledem ke hmotnosti misky. Na pružinu položíme závaží o hmotnosti m_1 . Soustava se ustálí v rovnovážné poloze. Prodloužíme-li pružinu o malou délku, uvede se soustava do kmitavého pohybu kolem rovnovážné polohy. Kmity misky považujeme za netlumené s periodou T .
 - a) Jaká musí být amplituda výchylky y_m , aby závaží při kmitech stále leželo na misce?

- b) Určete posunutí Δl rovnovážné polohy misky se závažím, jestliže místo závaží o hmotnosti m_1 použijeme závaží o hmotnosti m_2 , kde $m_2 > m_1$.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $m = 20$ g, $m_1 = 5,0$ g, $m_2 = 23$ g,
 $T = \frac{\pi}{3}$ s.

4. Na obr. C-1 je ve schématickém řezu znázorněna *Venturiova trubice* sloužící k průběžnému měření objemového průtoku plynu v potrubí. Potrubí o vnitřním průměru d_1 je v určitém místě zúženo na vnitřní průměr d_2 , což vede ke vzniku tlakového rozdílu, který měříme kapalinovým manometrem.

Potrubím proudí vzduch, který má před vstupem do Venturiovy trubice tlak p_1 a teplotu t_1 . Změny tlaku a teploty při průchodu tryskou jsou relativně malé, takže hustota ϱ plynu je prakticky konstantní. Proudění je laminární. Kapalina v manometrické trubici tvaru U má hustotu ϱ_0 a svislá vzdálenost h hladin manometru nesmí překročit hodnotu h_{max} .



Obr. C-1

- a) Stanovte hustotu vzduchu a určete jeho rychlost v_1 v potrubí o vnitřním průměru d_1 jestliže svislá vzdálenosti h hladin manometru právě dosáhne hodnoty h_{max} .
- b) Určete objemový průtok Q_V plynu v potrubí jako funkci vzdálenosti h a na milimetrový papír sestrojte graf této funkce v oboru $h \in \langle 0, h_{max} \rangle$.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $d_1 = 50$ mm, $d_2 = 30$ mm, $t_1 = 20$ °C,
 $p_1 = 2,2 \cdot 10^5$ Pa, $\varrho_0 = 1,0 \cdot 10^3$ kg·m⁻³, $h_{max} = 100$ mm. Vzduch považujeme za ideální plyn s molární hmotností $M_m = 28,96 \cdot 10^{-3}$ kg·mol⁻¹.

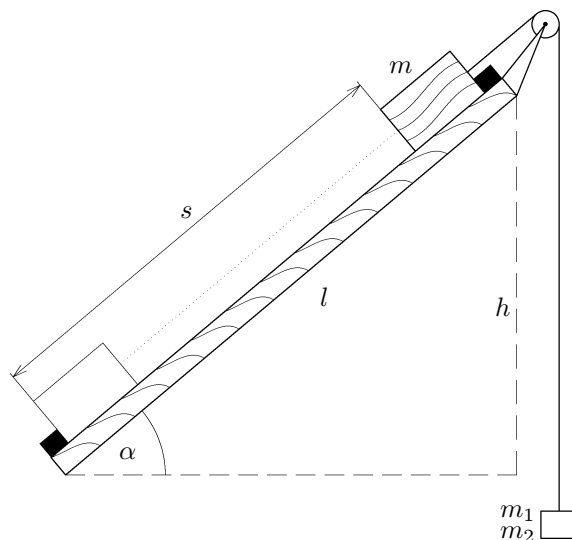
5. Nádrž s velkým objemem je naplněna kapalinou o hustotě ρ . V kapalině plavou dvě homogenní tělesa – rotační válec a koule. Obě tělesa mají stejnou hmotnost a při dané teplotě i stejný objem. Osa rotačního válce je svislá a válec je ponořený do kapaliny polovinou svého objemu. Poloměr válce je r_1 a jeho výška je h .

- Určete hustotu materiálu, ze kterého je vyroben válec.
- Určete hustotu materiálu, ze kterého je vyrobena koule.
- Určete poloměr koule.
- Určete práci, které je zapotřebí vykonat při zvednutí každého z obou těles nad volný povrch kapaliny.
- Vyjádřete podmínku, při které budou vykonané práce stejné.

Polohu volného povrchu kapaliny v nádrži považujte za stálou. Při výpočtu prací v úloze d) použijte vztah mezi vykonanou prací a změnou potenciální energie tíhové soustavy těleso – kapalina při zdvižení tělesa těsně nad volný povrch kapaliny. Těžiště polokoule je na ose souměrnosti ve vzdálenosti $3r/8$ od podstavy.

6. Praktická úloha: Stanovení součinitele smykového tření

- Přípravte si nakloněnou rovinu délky alespoň 1 m se sklonem přibližně 35° až 40° , opatřte ji na horním konci malou kladkou a na obou koncích zarážkami. Změřte délku l a výšku h nakloněné roviny a upřesněte úhel α nakloněné roviny. Položte na ni dřevěný kvádr o známé hmotnosti m , který přes kladku spojte vlákem se závažím (obr. C-2).

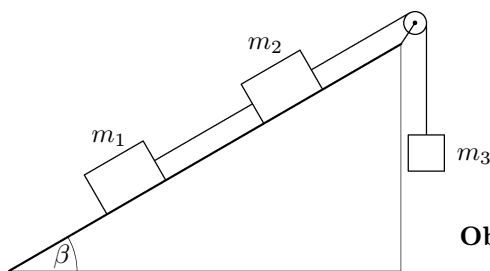


Obr. C-2

- b) Zvolte závaží o takové hmotnosti m_1 , aby se kvádr pohyboval s malým zrychlením dolů po nakloněné rovině. Určete dobu t_1 , po kterou se kvádr bude po nakloněné rovině pohybovat, jestliže ho uvolníme na horním konci, a dráhu s , kterou přitom urazí. Z naměřených údajů vypočtete zrychlení soustavy a ze známých hmotností kvádrů a závaží určete součinitel f smykového tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou. (Hmotnost kladky zanedbejte.) Potřebné vztahy odvoďte.
- c) Zvolte závaží o takové hmotnosti m_2 , aby se kvádr pohyboval s malým zrychlením nahoru po nakloněné rovině. Změřte dobu t_2 , po kterou se kvádr bude po nakloněné rovině pohybovat, jestliže ho uvolníme na dolním konci. Opět určete zrychlení soustavy a součinitel smykového tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou. Oba výsledky porovnejte.
7. Tři tělesa o hmotnostech m_1 , m_2 a m_3 jsou spojena vláknem podle obr. C-3. Součinitel tření mezi tělesy na nakloněné rovině a nakloněnou rovinou je f , úhel nakloněné roviny je β . Hmotnost kladky zanedbáváme.
- a) Jaké podmínky musí splňovat dané veličiny, aby po uvolnění soustavy sjely kvádry o hmotnostech m_1 a m_2 po nakloněné rovině dolů?
- b) Jaké podmínky musí splňovat dané veličiny, aby po uvolnění soustavy vyjely kvádry o hmotnostech m_1 a m_2 po nakloněné rovině nahoru?

V obou případech určete zrychlení soustavy a síly F_1 , F_2 napínající vlákno mezi tělesy o hmotnostech m_1 a m_2 a mezi tělesy o hmotnostech m_2 a m_3 .

- c) Rozhodněte, zda nastane některý z případů a), b), jestliže $m_1 = 0,50 \text{ kg}$, $m_2 = 0,30 \text{ kg}$, $m_3 = 0,15 \text{ kg}$, $f = 0,30$ a $\beta = 30^\circ$. Pokud ano, určete zrychlení soustavy a síly napínající vlákno.



Obr. C-3