



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky
Úlohy krajského kola 49. ročníku FO
kategorie C

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

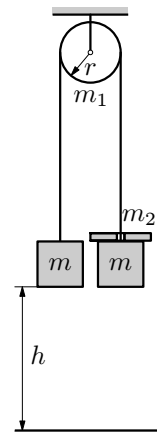
1. Soustava spojená vláknem

Dvě tělesa o stejných hmotnostech m jsou zavěšena na vlákně o zanedbatelné hmotnosti vedeném přes pevnou kladku o hmotnosti m_1 a poloměru r . Obě tělesa jsou v klidu ve stejné výšce h nad podložkou (obr. 1). Na pravé těleso položíme přívažek o hmotnosti m_2 .

- Určete zrychlení soustavy těles.
- Vypočtěte tahové síly ve vlákně.
- Vypočtěte dobu, za kterou se dolní část pravého tělesa dotkne podložky.
- Určete rychlost, kterou má pravé těleso při dopadu na podložku.
- Vypočtěte kinetickou energii kladky v okamžiku dotyku pravého tělesa a podložky.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $m = 2,00 \text{ kg}$, $m_1 = 1,00 \text{ kg}$, $m_2 = 0,200 \text{ kg}$, $r = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $h = 1,00 \text{ m}$.

Poznámka: Kladku považujte za homogenní váleček s momentem setrvačnosti vzhledem k ose procházející těžištěm



Obr. 1

$$J = \frac{1}{2}m_1r^2.$$

2. Pád koulí

Dvě plné hliníkové koule o poloměrech R a $2R$ jsou spojené pevným vláknem zanedbatelné hmotnosti. Takto vzniklé těleso vyneseme vrtulníkem do velmi velké výšky a uvolníme. Budeme předpokládat, že odporová síla působící proti pohybu koule splňuje Newtonův vzorec $F_{\text{odp}} = \frac{1}{2}CS\rho v^2$, kde S je obsah příčného řezu tělesa, a že spojovací vlákno neovlivňuje odporovou sílu. Hustota vzduchu je $\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, hustota hliníku $\rho_0 = 2700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, poloměr menší koule $R = 0,030 \text{ m}$, součinitel odporu pro kouli $C = 0,48$.

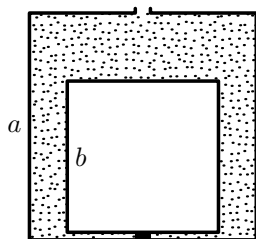
- a) Úvahou rozhodněte, která ze spojených koulí dopadne dříve na vodorovný zemský povrch. Odpověď zdůvodněte.
- b) Určete velikost konečné rychlosti soustavy.
- c) Určete velikost síly, kterou je spojovací vlákno v konečné fázi letu napínáno.

Úlohy b) a c) řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty. Vztakovou sílu vzduchu na tělesa zanedbejte.

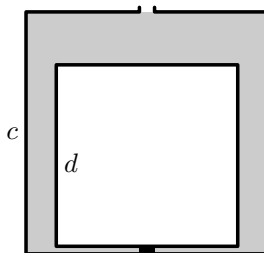
3. Teplotně kompenzované nádoby

- Pro pokusy s plyny potřebujeme nádobu o stálém objemu $V = 1,00 \text{ dm}^3$ nezávislém na teplotě. K dispozici máme ocelový a hliníkový plech. Nádobu získáme tak, že z jednoho materiálu zhotovíme krychlovou nádobu o hraně a , do které umístíme krychlovou dutinu o hraně b zhotovenou z druhého materiálu (obr. 2).
- Obdobným způsobem chceme zhotovit nádobu na petrolej, která bude mít při teplotě $t_1 = 20 \text{ °C}$ objem $V_1 = 1,00 \text{ dm}^3$. Do krychlové nádoby o hraně c vyrobené z jednoho materiálu umístíme krychlovou dutinu o hraně d . Jestliže ji při této teplotě naplníme petrolejem a pak budeme teplotu pozvolna měnit, bude hladina petroleje stále dosahovat právě k plnicímu otvoru (obr. 3).
- Oba návrhy zhodnoťte z praktického hlediska.

V obou případech rozhodněte, který materiál použijete na zhotovení nádoby a který na zhotovení výplňové dutiny. Určete délky vnitřních hran krychlových nádob a_1 , c_1 a vnějších hran krychlových výplní b_1 a d_1 při teplotě t_1 . Při této vztažené teplotě je teplotní součinitel délkové roztažnosti použité oceli $\alpha' = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, hliníku $\alpha'' = 2,38 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ a teplotní součinitel objemové roztažnosti petroleje $\beta = 9,5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. Předpokládáme, že v teplotním intervalu, ve kterém budeme nádoby používat, je závislost objemů těles a kapalin na teplotě lineární.



Obr. 2



Obr. 3

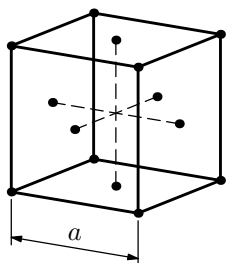
4. Krystalová mřížka

Na obr. 4 je znázorněna kubická plošně centrovaná elementární buňka krystalu mědi. Středů atomů jsou ve vrcholech a středech stěn krychle.

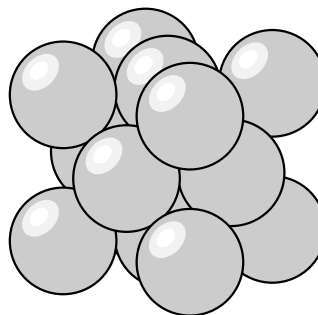
- a) Určete délku a hrany této buňky, víte-li, že relativní atomová hmotnost mědi je $A_r = 63,5$, hustota mědi $\rho = 8\,930 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $m_u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Atomy mědi v krystalu někdy modelujeme pomocí tuhých kuliček, které se vzájemně dotýkají (obr. 5).

- b) Určete poloměr těchto kuliček.
c) Kolik sousedních kuliček se dotýká jedné zvolené kuličky uvnitř krystalu?
d) Kolik procent objemu elementární buňky kuličky vyplňují?



Obr. 4



Obr. 5