

57. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2015/2016

Kategória C – krajské kolo

Text úloh

1. Odraz na šikmej doske

Úzka obdĺžniková doska s dĺžkou L je opretá o zvislú stenu a dolný koniec je upevnený na vodorovnej podlahe. S podlahou doska zvierá uhol α . Vo výške H nad podlahou uvoľníme guľôčku, ktorá dopadne do stredu dosky a dokonale pružne sa od nej odrazí. Úlohou je určiť výšku H , pri ktorej odrazená guľôčka dopadne na dolný koniec dosky.

- Nakreslite obrázok, znázorníte v ňom pohyb guľôčky a vyznačte veličiny potrebné pre riešenie úlohy. Bližšie opíšte pohyb guľôčky po odraze od dosky v závislosti od uhla dopadu α .
- Určte dobu τ pohybu guľôčky od okamihu jej odrazu dosky až do dopadu na dolný koniec dosky.
- Určte veľkosť v_0 rýchlosti dopadu guľôčky na stred dosky, pri ktorej guľôčka po odraze dopadne na dolný koniec dosky.
- Určte výšku H začiatočného bodu guľôčky nad podlahou.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $L = 180$ cm, $\alpha = 20,0^\circ$, $g = 9,81$ m·s⁻².

Predpokladajte uhol odrazu guľôčky rovný uhlu dopadu (vzhľadom na kolmicu k doske).

Pozn.: Pre goniometrické funkcie platia vzťahy $\sin\alpha = \cos(\pi/2 - \alpha)$, $\cos\alpha = \sin(\pi/2 - \alpha)$, $\sin 2\alpha = 2 \sin\alpha \cos\alpha$, $\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha$, $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$, ...

2. Družica

Družica Zeme sa pohybuje po kružnicovej trajektórii vo výške h nad povrchom Zeme.

- Určte orbitálnu rýchlosť v_1 pohybu družice na kružnicovej trajektórii.
- Určte dobu T obehu družice okolo Zeme po uvedenej kružnicovej trajektórii.

Po krátkom zapnutí motorov sa rýchlosť družice zväčší na hodnotu $v_2 > v_1$ v smere jej orbitálneho pohybu, v dôsledku čoho sa družica začne vzdďaľovať od Zeme.

- Určte minimálnu hodnotu v_{2m} rýchlosti v_2 , aby sa už družica k Zemi nevrátila.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: polomer Zeme $R_Z = 6,38 \times 10^6$ m, tiažové zrýchlenie pri povrchu Zeme $g = 9,81$ m·s⁻², $h = 500$ km. Rýchlosť v_0 orbitálneho pohybu v malej výške h nad povrchom Zeme, $h \ll R_Z$, sa nazýva prvá kozmická rýchlosť $v_0 \approx 7,92$ km·s⁻¹.

Gravitačný vplyv iných telies Slnecnej sústavy neuvažujte.

3. Teplovzdušný balón

Dňa 4. júna 1783 sa vzniesol prvý teplovzdušný balón bratov Montgolfiérovcov, obr. C–1 (a), ukazuje opakované vypustenie 19. septembra 1783 vo Versailles. Prvými cestovateľmi boli ovca, kačka a kohút. Dnes sa používajú teplovzdušné balóny na zábavné, športové a dobrodružné lietanie, meteorologické a spravodajské účely.



(a)



(b)



(c)

Obr. C–1

Máme balón z nerozťažnej látky, s celkovou hmotnosťou m vrátane záťaže. V spodnej časti je otvor, obr. C–1 (b), ktorým sa pomocou horáka zohrieva vzduch v balóne. Po zohriatí vzduchu získa balón svoj charakteristický tvar s vnútorným objemom V , obr. C–1 (c).

Pri plnení balóna na zemi má okolitý vzduch teplotu t_0 a atmosférický tlak p_0 .

a) Určte teplotu t_1 vzduchu v balóne, potrebnú na to, aby balón začal stúpať.

Teplotou vzduchu v balóne možno ovládať výšku letu. Za normálnych podmienok a v malých výškach letu do 1 km klesá teplota vzduchu v atmosfére približne o $0,70\text{ }^\circ\text{C}$ a tlak približne o $1,2\text{ kPa}$ na 100 m výšky.

b) Určte teplotu t_2 vzduchu v balóne, potrebnú na to, aby balón vystúpil do výšky $h = 800\text{ m}$.

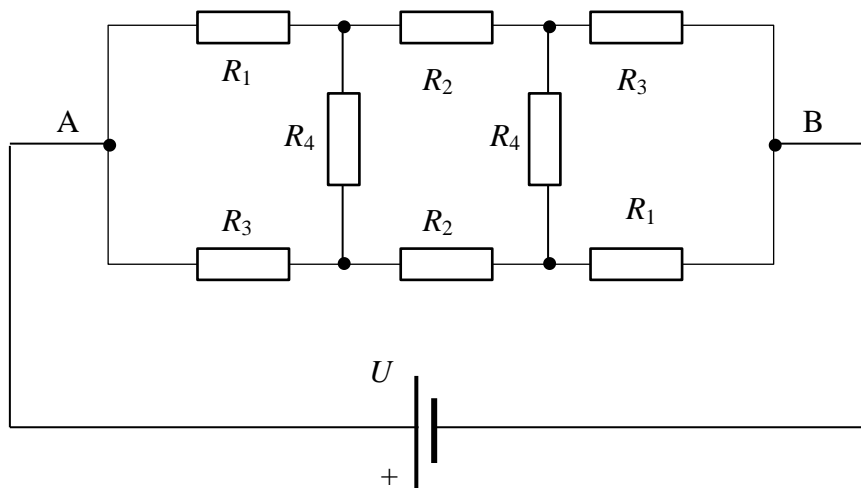
Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: molárna hmotnosť vzduchu $M_m = 29 \times 10^{-3}\text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, molárna plynová konštanta $R = 8,31\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$, $t_0 = 23\text{ }^\circ\text{C}$, $p_0 = 101\text{ kPa}$, $m = 300\text{ kg}$, $V = 1\,200\text{ m}^3$.

Objem materiálu balóna a záťaže je veľmi malý v porovnaní s objemom vzduchu v balóne.

4. Sústava rezistorov

Na obr. C-2 je schéma obvodu, ktorý pozostáva zo štyroch dvojíc rovnakých rezistorov s odpormi R_1 , R_2 , R_3 , R_4 a zdroja s napätím U .

- Prekreslite schému do svojho riešenia a v schéme vyznačte šípkou a značkou všetky prúdy a napätia na všetkých rezistoroch obvodu. Využite symetriu obvodu a rovnaké prúdy, resp. rovnaké napätia, označte rovnakou značkou.
- Určte odpor R dvojpoľu AB pripojeného k zdroju napätia.
- Určte všetky prúdy označené vo vašej schéme.



Obr. C- 2

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $U = 12,0 \text{ V}$, $R_1 = 20,0 \Omega$, $R_2 = 40,0 \Omega$, $R_3 = 60,0 \Omega$, $R_4 = 50,0 \Omega$. Vnútorý odpor zdroja neuvažujte.

Pomôcka: Ak sústavu rezistorov medzi bodmi A, B otočíme o 180° , dostaneme identický obvod, z čoho vyplýva symetria pre napätia a prúdy, napr. prúd I_2 obidvomi rezistormi s odporom R_2 je rovnaký.