Fyzikálna olympiáda

50. ročník

školský rok 2008/09

Kategória B

Zadanie úloh krajského kola

Riešenia nájdete na http://fpv.uniza.sk/fo a www.olympiady.sk

1. Hod na šikmú plochu *Ľubomír Konrád*

Dvaja chlapci sa bavia tým, že hádžu kamene na šikmú betónovú plochu s uhlom sklonu φ = 15°. Peter dohodí na vodorovnej ploche do maximálnej vzdialenosti D_m = 25 m. Zistil, že aby bola vzdialenosť maximálna, musí kameň hodiť pod uhlom α_m = 45° vzhľadom na vodorovnú rovinu.

a) Akou rýchlosťou v_0 Peter hádže kameň?

Skúsi hodiť s rovnakým úsilím kameň pod rovnakým uhlom α = 45° na šikmú plochu.

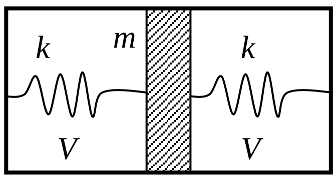
b) Aká je vzdialenosť d_1 bodu dopadu kameňa od bodu vrhu na šikmej ploche ?

c) Pod akým uhlom α_0 vzhľadom na vodorovnú rovinu by mal kameň hodiť, aby dopadol na šikmej ploche čo najďalej a určte výšku h_m bodu dopadu vzhľadom na vodorovnú rovinu vrhu pre tento prípad.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Tiažové zrýchlenie g = 9,8 m·s^{-2}.
Pozn.: Pri riešení neuvažujte odpor vzduchu pri pohybu kameňa a neuvažujte výšku chlapca – bod vrhu uvažujte na úpätí šikmej plochy.

2. Kmity piestu *Ľubomír Konrád*

Valcová nádoba s plošným obsahom podstáv S je rozdelená ťažkým piestom s hmotnosťou m na dve časti s rovnakým objemom V. Piest sa môže bez trenia pohybovať vo vodorovnom smere. V každej časti nádoby sa nachádza vzduch s teplotou T a tlakom p. Piest je spojený rovnakými ľahkými pružinami s tuhosťou k s podstavami valca. Ak dôjde k vychýleniu piestu z rovnovážnej polohy, začne sa piest pohybovať okolo rovnovážnej polohy kmitavým pohybom.



Nádobu rýchlo posunieme v smere jej pozdĺžnej osi o úsek d, pričom čas posunutia je oveľa kratší ako perióda kmitov piestu, takže počiatočná výchylka piestu z rovnovážnej polohy je rovná posunutiu valca d.

a) Určte výslednú silu F, ktorá pôsobí na piest ako funkciu výchylky x z rovnovážnej polohy. Ukážte, že táto sila je pre veľmi malé výchylky priamo úmerná výchylke x a odvoďte vzťah pre vyjadrenie konštanty úmernosti K. *Malé členy druhého rádu zanedbajte*.

b) Určte hmotnosť m_p plynu vo valci a jeho hustotu ρ_p na začiatku.

c) Vyjadrite periódu T kmitov piestu okolo rovnovážnej polohy.

d) Aká je maximálna rýchlosť piestu počas jeho kmitavého pohybu?

e) Určte maximálnu hodnotu sily trenia F_{Tm} medzi valcom a podložkou počas pohybu piestu.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $m = 600$ g, $S = 50$ cm^2, $V = 2{,}0$ dm^3, $T = 300$ K, $p = 3{,}2$ kPa, $k = 15$ N·m^{-1}, $d = 15$ mm, molárna plynová konštanta $R = 8{,}3$ J·K^{-1}·mol^{-1}. Vzduch považujte za ideálny plyn s molárnou hmotnosťou $M_m = 29$ g·mol^{-1}.

Pozn.: Predpokladajte, že pri pohybu piesta sa teplota plynu nemení. Valec sa počas pohybu piestu nepohybuje.

3. Vzduch v atmosfére

Ivo Čáp

Pri ceste lietadlom na MFO pozoroval Peter správy kapitána lietadla, podľa ktorých lietadlo letelo vo výške $h_L = 10\,500$ m, pričom vonkajšia teplota bola $t_L = -55$ °C. Nulovej výške zodpovedá teplota $t_0 = 20$ °C a atmosférický tlak $p_0 = 100$ kPa. Podľa teórie vedel, že pokles teploty v atmosfére možno považovať v tomto rozsahu výšky za lineárny. K poklesu teploty dochádza v dôsledku stúpania teplého vzduchu z oblasti vyššieho tlaku pri zemi do oblasti nižšieho tlaku vo veľkých výškach. Stavovú zmenu v plynu možno opísať stavovou rovnicou $p\,V^k = p_0\,V_0^k$, kde k je konštanta a p_0, V_0 sú veličiny zodpovedajúce nulovej výške.

a) Určte hustotu vzduchu v nulovej výške ak vieme, že molárna hmotnosť vzduchu je $M_m = 29$ g·mol^{-1}.

b) O aký rozdiel Δp_1 poklesne tlak vzduchu pri stúpnutí z nulovej výšky do výšky $h_1 = 100$ m, ak v tomto rozsahu výšok považujeme zmenu hustoty vzduchu za zanedbateľne malú.

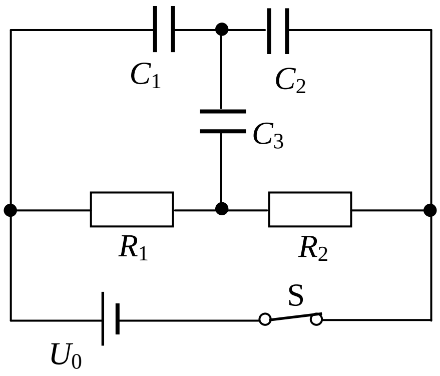
c) Z údajov pilota určte pokles teploty ΔT_1 zodpovedajúci výškovému rozdielu h_1. Zo znalosti tejto hodnoty určte hodnotu konštanty k v stavovej rovnici (*Pozn.: Stavovú rovnicu preveďte na rovnicu pre veličiny p a T*).

d) S použitím získanej konštanty určte tlak p_L vzduchu vo výške letu a pomer p_L/p_0.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Molárna plynová konštanta $R = 8{,}3$ J·K^{-1}·mol^{-1}, tiažové zrýchlenie $g = 9{,}8$ m·s^{-2}. Vzduch považujte za ideálny plyn.

4. Kondenzátory *Ľubomír Konrád*

Tri kondenzátory C_1, C_2, C_3 s rovnakými kapacitami C a dva rezistory s odpormi R_1 a R_2 sú pripojené ku zdroju jednosmerného napätia U_0 (pozri obrázok). Na začiatku bol spínač vypnutý a kondenzátory vybité.



a) Po zopnutí spínača sa kondenzátory nabijú. Určte napätia U_{10}, U_{20}, U_{30} kondenzátorov po ustálení obvodu v stave 1.

b) Po dosiahnutí ustáleného stavu 1 sa vypínač vypne a sústava prejde do nového ustáleného stavu 2. Určte náboje Q_1, Q_2, Q_3 kondenzátorov po ustálení obvodu v stave 2.

c) Určte energiu sústavy nabitých kondenzátorov v ustálených stavoch 1 a 2. Určte teplo W_Q, ktoré sa uvoľní v dvojici rezistorov pri prechode sústavy z ustáleného stavu 1 do ustáleného stavu 2.

---

50. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy krajského kola kategórie B*
Autori úloh: Ľubomír Konrád, Ivo Čáp
Recenzia: Ľubomír Mucha, Mária Kladivová
Redakcia: Ivo Čáp

Vydanie publikácie je hradené z dotácie Ministerstva školstva SR prostredníctvom IUVENTY v Bratislave