

**55. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2013/2014**

Texty úloh krajského kola kategórie C

(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk)

1. Námorná hliadka

Pri čítaní historického románu sa vyskytla nasledujúca situácia. Posádka zakotvenej hliadkujúcej kráľovskej lode zbadala na obzore korzársku loď plávajúcu v smere kolmom na spojnicu plavidiel. Na hliadkujúcej lodi vyhodnotili vzdialenosť korzárskej lode $d = 12$ km a jej rýchlosť $v_P = 30$ kt. Na palube hliadkujúcej lode bolo k dispozícii delo, ktoré vystreľovalo projektily rýchlosťou $v_0 = 800$ m/s a z tohto dela na korzársku loď vystrelili.

Nasledujúce úlohy riešte za predpokladu, že odpor vzduchu proti pohybu letiacej strely je zanedbateľný.

- a) Nakreslite náčrtok situácie opísanej v texte úlohy.
- b) Napíšte rovnice vyjadrujúce závislosť súradníc (x vo vodorovnom smere a y v zvislom smere) strely od času t a uhlu α výstrelu vzhľadom na vodorovnú rovinu.
- c) Určte maximálny dolet d_m strely na hladine mora a rozhodnite, či je delo schopné zasiahnuť korzársku loď.
- d) Určte minimálny uhol α_1 , pod ktorým má delo vystreliť projektil, aby doletel do vzdialenosti d .
- e) O aký uhol φ vo vodorovnej rovine vzhľadom na spojnicu plavidiel treba odchyliť smer streľby z dôvodu pohybu korzárskej lode, aby mohlo dôjsť k jej zásahu.

Pozn.: V námorníctve, letectve alebo meteorológii sa používa jednotka „námorný uzol (knot, skratka kt)“, ktorý predstavuje rýchlosť 1 kt = 1,852 km/h. Tiažové zrýchlenie $g = 9,8$ m/s².

2. Plávanie dosky

Na hladine vody v bazéne s hĺbkou $h = 3,5$ m pláva homogénna doska z bukového dreva s hmotnosťou $M = 15$ kg, dĺžkou $L = 2,5$ m, hustotou $\rho_B = 520$ kg/m³ a hrúbkou $t \ll L$. Na jednom konci dosky je pomocou ľahkého a tenkého lanka s dĺžkou $l = 50$ cm zavesený kameň s hustotou $\rho_K = 2\,800$ kg/m³.

- a) Určte objem V časti dosky, ktorá sa nachádza pod hladinou vody, a veľkosť F_L sily, ktorou je napínané lanko, ako funkciu hmotnosti m kameňa. Určte tiež hraničnú hmotnosť m_m kameňa, pri ktorej sa celá sústava práve ponorí pod hladinu vody v bazéne. Určte hodnoty V_i objemu V pre tri rôzne hodnoty hmotnosti m_i kameňa: $m_1 = 6,0$ kg, $m_2 = 12$ kg, $m_3 = 24$ kg.
- b) Určte hmotnosť m_k kameňa, pri ktorej by doska bola v rovnovážnej polohe a zvierala by s rovinou hladiny uhol $\alpha = 30^\circ$. Na základe výsledku určte stabilnú polohu dosky pre jednotlivé hodnoty hmotnosti kameňa m_1 , m_2 a m_3 .
- c) Na základe výpočtov v predchádzajúcich častiach úlohy nakreslite polohu sústavy doska–lanko–kameň pre tri uvedené hodnoty hmotnosti m kameňa.

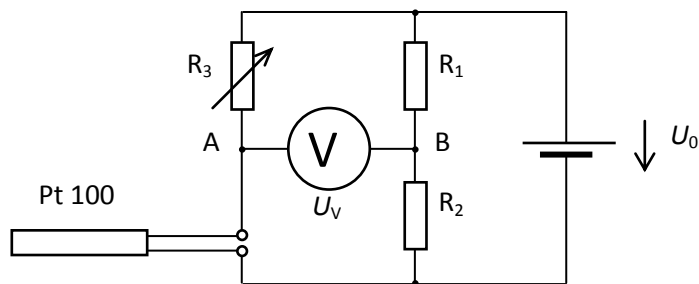
Hustota vody $\rho_V = 1\,000$ kg/m³, tiažové zrýchlenie $g = 9,8$ m/s².

3. Odporový teplomer

Na meranie teploty sa využíva teplotná závislosť konduktivity vodičov. Ako odporový senzor sa používa tenký platinový drôt navinutý do špirály a uložený v keramickom puzdre. Platinový senzor Pt 100 má pri teplote $t_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ odpor $R_{T0} = 100\ \Omega$. Koeficient teplotnej závislosti odporu platiny

$$\alpha = 3,9 \times 10^{-3}\ \text{K}^{-1}.$$

Zmena odporu senzora sa určuje pomocou elektrického obvodu, ktorého schéma je na obrázku C2-1. Obvod predstavuje odporový mostík, ktorý je pripojený na zdroj konštantného napätia $U_0 = 6,0\ \text{V}$. Napätie medzi uzlami A a B sa meria pomocou citlivého voltmetra



Obr. C2-1

s veľmi veľkým vnútorným odporom. Odporov rezistorov v referenčnej vetve mostíka sú $R_1 = 2,0\ \text{k}\Omega$ a $R_2 = 200\ \Omega$.

- a) Pri teplote $t_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ sa mostík vyváži zmenou odporu rezistora R_3 , čo zodpovedá nulovej hodnote napätia na voltmetri $U_{V0} = 0,0\ \text{V}$. Odvodte podmienku pre odpory rezistorov vyváženého mostíka. Určte hodnotu R_3 odporu rezistora R_3 pri vyvážení mostíka pri teplote t_0 .

Mostík je vyvážený pri teplote t_0 odporového senzora. Keď sa zmení teplota t senzora, medzi uzlami A a B je napätie U_V .

- b) Odvodte vzťah pre napätie U_V voltmetra ako funkciu teploty t . Určte hodnotu koeficientu citlivosti $k = U_V/(t - t_0)$ odporového teplomera pre teplotný rozsah $0\text{ }^\circ\text{C}$ až $40\text{ }^\circ\text{C}$.

4. Zohrievanie zmesi ľadu a vody

V kalorimetri sa nachádzala voda a v nej plávajúce kúsky ľadu (ľadová triešť) v stave termodynamickej rovnováhy. Do kalorimetra je zavedená výhrevná špirála s výkonom $P = 700\ \text{W}$. Za čas $\tau_1 = 2,5\ \text{min}$ od okamihu zapnutia vyhrievania začala teplota sústavy rovnomerne narastať s časovou zmenou $\alpha = 10\ \text{K/min}$.

- a) Určte hmotnosť m_{V2} vody po roztopení ľadu.
b) Určte pomer p_1 hmotností m_{L1} ľadu a m_{V1} vody na začiatku zohrievania.
c) Určte pomer $p_2 = (V_1 - V_2)/V_1$, kde V_1 je objem zmesi ľadu a vody na začiatku a V_2 objem vody na konci deja. Výsledok vyjadrite v percentách.

Hmotnostná tepelná kapacita vody $c_V = 4,2\ \text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu $l_L = 330\ \text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, teplota topenia ľadu $t_t = 0,0\text{ }^\circ\text{C}$, hustota vody $\rho_V = 1\ 000\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a hustota ľadu $\rho_L = 900\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Tepelnú kapacitu kalorimetra ani tepelné straty počas deja neuvažujte. Voda sa počas zohrievania mieša, takže teplota vody je v celom jej objeme rovnaká.

2014

55. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie C

Autori úloh: Lubomír Konrád (1), Juraj Slabeycius (2), Ivo Čáp (3), Lubomír Mucha (4)

Recenzia a úprava: Daniel Kluvanec, Lubomír Mucha

Redakcia: Ivo Čáp

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava