65. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2023/2024
Riešenie úloh okresného kola
kategória F

1) Medzimestský autobus

Riešenie:

a) Označme s je celkovú dráhu z NZ do BA. Zastávka v Kolárove trvá $t_z = 20\ \text{min} = \frac{1}{3}\ \text{h}$.

Označme t' čas, po ktorý bol autobus v pohybe. Potom platí

$s = v_A\, t'$. 1 b

Priemerná rýchlosť sa určí ako pomer celkovej dráhy s a celkového času od začiatku do konca jazdy na danej trase

$$v_p = \frac{s}{t + t'} .$$ 1 b

Pre celkovú dráhu dostaneme

$$s = v_p\left(t + t_z\right) = v_p\left(\frac{s}{v_A} + t_z\right) = s\,\frac{v_p}{v_A} + v_p\, t_z ,$$

odkiaľ máme

$$s = \frac{v_A v_p}{v_A - v_p}\, t_z \approx 100\ \text{km}.$$ 2 b

Postup môže byť aj iný s rovnakým výsledkom, ale najviac 6 b.

b) Podľa cestovného poriadku trvá cesta dlhá s = 100 km priemernou rýchlosťou v_p

$$t_{celk} = \frac{s}{v_p} = \frac{100\ \text{km}}{50\ \text{km/h}} = 2\ \text{h}.$$ 2 b

c) Do Bratislavy autobus príde v čase 7:05 + 2:00 = 9:05. 2 b

2) Vodojem

Riešenie:

a) Určíme časť energie dopadajúceho žiarenia, ktorá sa premení na teplo za čas $\tau = 12\ \text{h} = 43200\ \text{s}$.

$Q = k_a P\tau,$ 1 b

$cm_v(t_a - t_0) = k_a P\tau,$ 1 b

Hmotnosť vody určíme z objemu vody $V_v = (3/4)abc$ a hustoty vody 1 b

$t_a = \frac{k_a P\tau}{c\rho V_v} + t_0 \approx 18{,}4\ °\text{C}$ 2 b

b) Vychádzame z rovnakej úvahy (a rovnice) ako v predchádzajúcej časti, avšak v tomto prípade máme určiť konštantu k_b

$k_b = \frac{c\rho V_v(t_b - t_0)}{P\tau} = 49{,}8\ \%$ 3 b

c) Svetlý povrch lepšie odráža žiarenie, tzn. zníži sa koeficient k_a, a tým sa obmedzí zohrievanie vody vo vodojeme.

Uznať možno i iné rozumné odpovede, týkajúce sa zmien spojených so zmenou teploty v dôsledku ovplyvnenia množstva pohlteného žiarenia, ako sú napr. zmeny tlaku vo vodovodnej sieti, rozťažnosti vody alebo kovovej konštrukcie. 2 b

3) Perlivá voda

Riešenie:

a) Ak kocka z dreva pláva, potom musí platiť, že vztlaková sila F_{vz} je rovná tiažovej sile F_g pôsobiacej na drevenú kocku

$F_{vz} = F_g$. 1 b

Keďže $1/5$ objemu V_D kocky vyčnieva nad hladinou, potom objem ponorenej časti kocky je

$V_P = \frac{4}{5} V_D$ 1 b

a $V_P \rho_v g = m_D g$, 1 b

kde m_D je hmotnosť drevenej kocky. Po dosadení

$\frac{4}{5} V_D \rho_v = V_D \rho_D$,

a potom $\rho_D = \frac{4}{5} \rho_v \approx 800$ kg/m^3 1 b

Tiaž F_{va} vody určíme z tiažovej sily

$F_{va} = m_V g = V_1 \rho g = 0{,}012 \times 1000 \times 9{,}81 = 118$ N. 1 b

b) Keďže množstvo vody v akváriu sa nezmení a hmotnosť bubliniek môžeme zanedbať (hustota vzduchu je zanedbateľne malá), tiaž vody F_{vb} zostane rovnaká ako predtým, teda

$F_{vb} = F_{va} = 118$ N. 2 b

c) Spenená voda je homogénna, má rovnakú hmotnosť ako pôvodná voda, ale väčší objem, preto má menšiu hustotu ako voda nespenená. Objem V_{sv} spenenej vody

$V_{sv} = abv = 20 \times 30 \times 30 = 18\,000$ cm 3 $= 18{,}0\ L = 0{,}018$ m^3. 1 b

Hustota ρ_{sv} spenenej vody

$\rho_{sv} = \frac{m}{V_{sv}} = \frac{\rho_V V_1}{V_{sv}} = \frac{1000 \times 0{,}012}{0{,}018} = 667$ kg/m^3. 1 b

Hustota peniacej vody je teda menšia ako hustota ρ_D dreva, a teda kocka klesne na dno. 1 b

4) Zatmenie Slnka

Riešenie:

a) Pozorovanie robíme z povrchu Zeme, nie zo stredu Zeme, preto pozorovaný uhlový priemer Mesiaca

$$\varphi_{\mathrm{M}} = \frac{3\,470\ \mathrm{km}}{360\,000\ \mathrm{km} - 3\,780\ \mathrm{km}} \frac{180°}{3{,}1415} \approx 0{,}558° \qquad 2\ \mathrm{b}$$

V tomto prípade tiež pozorujeme z povrchu Zeme, ale polomer Zeme je zanedbateľne malý voči vzdialenosti medzi Zemou a Slnkom, preto ho ani nepíšeme, a pozorovaný uhlový priemer Slnka

$$\varphi_{\mathrm{S}} = \frac{1{,}39\ \mathrm{mil.km}}{150\ \mathrm{mil.km}} \frac{180°}{3{,}1415} \approx 0{,}531°. \qquad 1\ \mathrm{b}$$

b) Mesiac prejde za čas $T = 29{,}53$ dní voči Slnku celých $360°$ (úplný uhol) Za jednu minútu je to

$$\omega = \frac{360°}{29{,}53\ \text{dní}} \approx 0{,}00847°/\mathrm{min}. \qquad 2\ \mathrm{b}$$

c) Úplné zatmenie je, keď celý kotúč Slnka sa nachádza za kotúčom Mesiaca, tj. od okamihu, keď ich okraje sa dotýkajú na jednom konci po okamih, keď ich okraje sa dotýkajú na druhom konci. Stred mesiaca musí prejsť uhol

$$\alpha_{\mathrm{M}} = \varphi_{\mathrm{M}} - \varphi_{\mathrm{S}} \approx 0{,}562° - 0{,}531° = 0{,}031°$$

Uhlová rýchlosť voči pozorovateľovi bude, vzhľadom na menšiu vzdialenosť pozorovateľa od Mesiaca o polomer Zeme,

$$\omega_{\mathrm{p}} = \omega \frac{360\,000\ \mathrm{km} - 6378\ \mathrm{km}}{360\,000\ \mathrm{km}} = 1{,}018\ \omega \approx 0{,}00869°/\mathrm{min}.$$

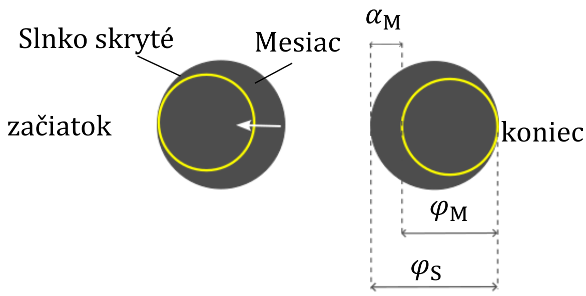
Uhlovú vzdialenosť α_{M} Mesiac na oblohe prejde za čas

$$t = \frac{\alpha_{\mathrm{M}}}{\omega_{\mathrm{p}}} \approx \frac{0{,}031°}{0{,}00869\frac{°}{\mathrm{min}}} = 3{,}57\ \mathrm{min} = 3\ \mathrm{min}\ 34\ \mathrm{s} \qquad 3\ \mathrm{b}$$

Poznámka: Je možné uznať aj výsledok počítaný uhlovou rýchlosťou vzhľadom na stred Zeme, tj.

$$t = \frac{\alpha_{\mathrm{M}}}{\omega} \approx \frac{0{,}031°}{0{,}00847\frac{°}{\mathrm{min}}} = 3{,}66\ \mathrm{min} = 3\ \mathrm{min}\ 40\ \mathrm{s}.$$

Správny náčrtok (čiastočne správny 1b) 2 b



Obr. RF–1

Fyzikálna olympiáda – 65. ročník – úlohy okresného kola kat. F
Autori úloh: Boris Lacsný 1,2, Aba Teleki 3,4
Recenzia úloh: Ivo Čáp,
Redakcia: Ivo Čáp
Úlohy preložil: Aba Teleki
Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024