62. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2020/2021
kategória F – okresné kolo

Riešenie úloh

1. Nákladná loď v opravnom doku

Riešenie:

a) Tlak vody na dne servisného doku

$$p_1 = \rho g h_1 + p_\mathrm{a} = 395\ \mathrm{kPa}.$$ 2b

b) Tlak atmosféry, tiaž vody, lode a motorov sa rovnomerne rozloží po ploche dna servisného doku, ktorej plocha $S = ab = 30\,000\ \mathrm{m}^2$. 1b

Po namontovaní nových motorov bude tlak na dne servisného doku

$$p_2 = \frac{p_1 S + mg}{S} = p_1 + \frac{mg}{S} = 395\ \mathrm{kPa} + 1{,}633\ \mathrm{kPa} = 397\ \mathrm{kPa}.$$ 2b

c) Tlak vody na dno doku sa zväčší, čo znamená, že výška hladiny nad dnom sa musí zväčšiť. 1 b

d) Na tvare trupu lode nezáleží. Podľa Archimedovho zákona, ak plávajúcou loďou vytlačenú oblasť vyplníme vodou, dostaneme rovnakú fyzikálnu situáciu, akoby tam bola loď, inými slovami, ak do servisného doku (bez lode) dolejeme také množstvo vody, ktoré zodpovedá tiaži lode. 2b

Po namontovaní motorov sa zvýši množstvo vytlačenej vody o objem

$$V = \frac{m}{\rho} = 5\,000\ \mathrm{m}^3,$$

čo na základe predchádzajúceho vysvetlenia znamená zvýšenie hladiny vody o

$$\Delta h = \frac{V}{S} = 16{,}7\ \mathrm{cm}.$$ 2b

Pozn.: Výsledok zodpovedá tomu, že navýšenie tlaku na dno servisného doku zodpovedá navýšeniu hydrostatického tlaku v dôsledku zvýšenia vodnej hladiny,

tj. $p_2 - p_1 = \frac{mg}{S} = \rho g \Delta h.$

2. Chladenie čaju v prérii

Riešenie:

a) Hmotnosť nápoja v šálke $m_{\mathrm{n}} = \rho V = 180$ g. 1b

Čaj odovzdával teplo len šálke, kým ich sa teploty nevyrovnali, teda teplo prijaté šálkou $Q_{š} = m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}}(t_2 - t_1)$ a teplo odovzdané čajom $Q_{č} = m_{\mathrm{n}}c(t_0 - t_2)$ sa rovnajú

$m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}}(t_2 - t_1) \approx m_{\mathrm{n}}c(t_0 - t_2)$, odkiaľ teplota, na ktorej sa ustália čaj i šálka

$$t_2 = \frac{m_{\mathrm{n}}ct_0 + m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}}t_1}{m_{\mathrm{n}}c + m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}}} \approx 80{,}1\ °\mathrm{C}\ .$$ 2b

b) Úvaha bola správna v tom, že k zníženiu teploty šálky a nápoja o $\Delta t = 10$ °C skutočne treba odčerpať vždy rovnaké množstvo tepla (toto množstvo je

$$Q = (m_{\mathrm{n}}c + m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}})\Delta t = 8{,}88\ \mathrm{kJ}.$$ 1b

Nebola fyzikálne správna tá časť úvahy, že pridávaním kameňov sa odčerpá vždy teplo Q, lebo jedným kameňom odčerpané teplo je úmerné zmene teploty kameňa – táto zmena teploty je pridaním každého kameňa nižšia, než v prípade prvého kameňa. 1b

Ak kamene sa ponechávajú v čaji, predstava nebola správna aj v tom, že teplo sa odčerpáva len zo šálky a nápoja. Pridávaním kameňov sa ochladzujú aj kamene, pridané do čaju už predtým.

1b

c) Označme výslednú teplotu t_3 po pridaní celkového počtu piatich kameňov. Nápojom a šálkou odovzdané teplo sa rovná teplu prijatého piatimi kameňmi

$$(m_{\mathrm{n}}c + m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}})(t_2 - t_3) = 5mc_{\mathrm{k}}(t_3 - t_1),$$ odkiaľ 1b

$$t_3 = \frac{(m_{\mathrm{n}}c + m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}})t_2 + 5mc_{\mathrm{k}}t_1}{m_{\mathrm{n}}c + m_{\mathrm{p}}c_{\mathrm{p}} + 5mc_{\mathrm{k}}} = 44{,}2\ °\mathrm{C}$$ 2b

d) Výsledná teplota t_3 sa líši od nameranej teploty t_4. Môžeme to vysvetliť tým, že vo výpočte t_1 nezapočítali straty tepla do okolia. Táto strata je $Q_{\mathrm{s}} = (m_{\mathrm{n}}\ c + m_{\mathrm{p}}\ c_{\mathrm{p}} + 5\ m\ c_{\mathrm{k}})(t_3 - t_4) = 12{,}1$ kJ. 1b

(Výpočet tepelnej straty Q_{s} nie je podmienkou pridelenia bodu.)

3. Snežný transportér

Riešenie:

a) Doba, po ktorú sa článok pásu transportéra nepohybuje po snehu a je v pokoji, je

$$t_1 = \frac{P_1}{v} = 4{,}0\ \mathrm{s}.$$ 2b

b) Za dobu t_1 prejde transportér vzdialenosť $s_1 = P_1 = 2{,}0$ m. 1b

c) Vzdialenosť na snežnom povrchu medzi bodom, v ktorom sa článok pásu oddelí od snehu a bodom, v ktorom sa ten istý článok znova dotkne snehu, $s_2 = P_1 + (P_1 + 2P_2) = 5{,}6$ m. 3b

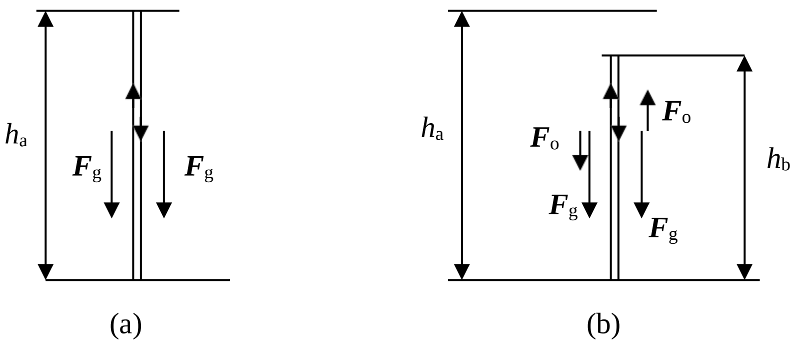
d) Článok je vo vzduchu po dobu $t_2 = \frac{P_1 + 2P_2}{v} = 7{,}2$ s

a jeho priemerná rýchlosť vo vodorovnom smere $v_2 = v\frac{2P_1 + 2P_2}{P_1 + 2P_2} = 0{,}78\ \mathrm{m/s}$. 4b

4. Pohyb telesa v gravitačnom poli

Riešenie:

a) Obrázok RF−1 (a) 1 b



Obr. RF−1

- Najväčšiu potenciálnu energiu má teleso v najvyššom bode svojej trajektórie
  $E_{pa} = m\,g\,h_a$, pre dané hodnoty veličín $E_{pa} \approx 118$ J. 1 b
- V najnižšom bode trajektórie má teleso kinetickú energiu $E_{ka} = E_{pa} \approx 118$ J. 1 b
- Zo zákona zachovania energie platí, že v každom bode trajektórie telesa, pri pohybe nahor i nadol $E_k + E_p = E_{pa} = 118$ J. V určitej výške h pri pohybe nahor i nadol má teleso rovnakú rýchlosť.
  Doba výstupu je rovná dobe pádu telesa. 1 b
  Platí $t_{1a} = t_{2a}$. 1 b

b) Obrázok RF−1 (b) 1 b

- Potenciálna energia v najvyššom bode trajektórie telesa, ak pôsobí proti pohybu odporová sila F_o, je $E_{pb} = E_{kb}(0) - W = E_{pa} - W$,
  kde W je strata (premena) mechanickej energie pri prekonávaní odporovej sily.
  1b
- Z predchádzajúceho vyplýva $E_{pb} = E_{pa} - W = 118\text{ J} - W$,
  to znamená $E_{pb} < E_{pa} = 118$ J. 1b
- Kinetická energia v každom bode trajektórie telesa pri pohybe nahor je väčšia, ako kinetická energia telesa pri pohybe nadol v tom istom bode trajektórie (o stratu mechanickej energie pri prekonávaní odporovej sily). Preto rýchlosť telesa pri pohybe nahor je väčšia, ako rýchlosť telesa v tom istom bode pri pohybe nadol. 1 b
  Preto platí $t_{1b} < t_{2b}$. 1 b

61. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy okresného kola kategórie F*

Autori návrhov úloh:	Aba Teleki (1, 3), Boris Lacsný (2), Daniel Kluvanec (4)
Recenzia a úprava úloh a riešení:	Ivo Čáp
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Daniel Kluvanec
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020