

62. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2020/2021
okresné kolo kategória E
riešenie úloh

1. Vlaky v tuneli BL

Riešenie:

- a) Rýchlosť Shinkansenu v tuneli $v_{st} = 0,5 v_s$, rýchlosť nákladného vlaku $v_n = 0,25 v_s$. Dĺžka super rýchlika $l_s = v_{st} t_1 = 0,5 v_s t_1$, dĺžka nákladného vlaku $l_n = 2 l_s = v_s t_1$.

Rýchlik sa pohybuje vzhľadom na nákladný vlak rýchlosťou $v_{st} + v_n$, a teda

$$t_s = \frac{l_n}{v_{st} + v_n} = \frac{l_n}{0,50 v_s + 0,25 v_s} = \frac{v_s t_1}{0,75 v_s} = 8,0 \text{ s.} \quad 2 \text{ b}$$

Podobne rušňovodič nákladného vlaku bude mať vedľa seba super rýchlik po dobu

$$t_n = \frac{l_s}{v_{st} + v_n} = \frac{0,50 v_s t_1}{0,75 v_s} = \frac{2}{3} t_1 = 4,0 \text{ s.} \quad 2 \text{ b}$$

- b) Dĺžka tunela je súčtom dráh oboch vlakov do ich stretnutia v tuneli

$$L = (v_{st} + v_n) t_2 = 0,75 v_s t_2.$$

Od vstupu super rýchlika do tunela až po jeho úplné opustenie uplynie čas až po jeho úplné opustenie uplynie čas

$$T_s = \frac{L + l_s}{v_{st}} = \frac{0,75 v_s t_2 + 0,50 v_s t_1}{0,50 v_s} = \frac{3}{2} t_2 + t_1 = 33 \text{ s.}$$

Od vstupu nákladného vlaku až po jeho úplné opustenie uplynie čas

$$T_n = \frac{L + l_n}{v_n} = \frac{0,75 v_s t_2 + v_s t_1}{0,25 v_s} = 3 t_2 + 4 t_1 = 78 \text{ s.}$$

Tunel opustí ako prvý super rýchlik. 1 b

Nákladná súprava opustí tunel o

$$T = T_n - T_s = 1,5 t_2 + 3 t_1 = 45 \text{ s} \quad 3 \text{ b}$$

neskôr ako super rýchlik.

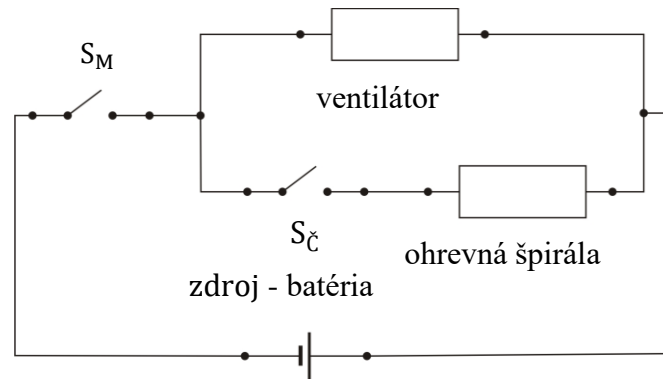
- c) Ak by išli oba vlaky rovnakým smerom, je pri cestovnej rýchlosti v_s rýchlosť super rýchlika vzhľadom na nákladný vlak $v_s - v_n$. Super rýchlik by pri cestovnej rýchlosti predstihol nákladný vlak pohybujúci sa na susednej koľaji v tom istom smere (od okamihu, keď začiatok rýchlika dostihne koniec nákladného vlaku až kým koniec rýchlika neprejde okolo začiatku nákladného vlaku) za čas

$$T = \frac{l_n + l_s}{v_s - v_n} = \frac{3 l_s}{0,75 v_s} = \frac{1,5 v_s t_1}{0,75 v_s} = 2 t_1 = 12 \text{ s.} \quad 2 \text{ b}$$

2. Fén BL

Riešenie:

- a) Jedno z možných funkčných zapojení častí fénu ukazuje obrázok ER-1.



Obr. ER-1

Na obrázku S_M označuje modrý spínač, $S_č$ červený spínač.

Správne zakreslenie schémy funkčného zapojenia vrátane piatich prvkov obvodu a uzlov vetvenia obvodu

5 b

Akéoľvek nedostatky v schéme zapojenia funkčného obvodu (–2b).

- b) Odpor ventilátoru $R_V = 25 \Omega$.

Elektrický odpor R_M fénu na svorkách batérie, keď je zapnutý spínač S_M

$$R_M = R_V = 25 \Omega.$$

1 b

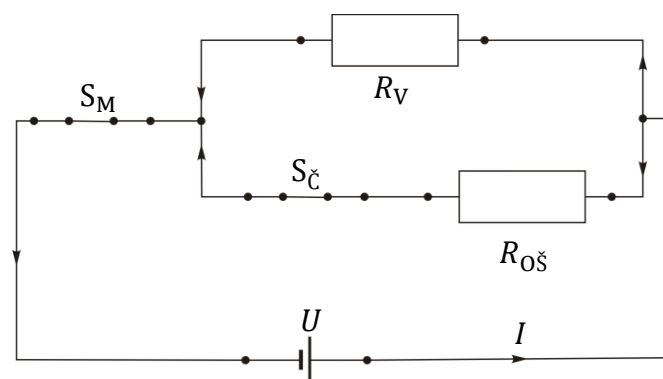
- c) Odpor ohrevnej špirály $R_{Oš} = 10 \Omega$.

Elektrický odpor $R_{Mč}$ fénu na svorkách batérie, keď sú zapnuté oba spínače S_M a $S_č$

$$R_{Mč} = \frac{R_{Oš} R_V}{R_{Oš} + R_V} = 7,14 \Omega.$$

1 b

- d) Najväčší elektrický prúd obvodom tečie, ak je zapnutý ventilátor aj ohrevná špirála.



Obr. ER-2

Správna schéma (napr. ER-2) pre najväčší prúd

1 b

Správne označenie veličín a smeru elektrického prúdu

1 b

Veľkosť elektrického prúdu $I = \frac{U}{R_{Mč}} = U \frac{R_V + R_{Oš}}{R_V R_{Oš}} = 1,68 \text{ A}.$

1 b

3. Jaskynný labyrint pod vodou AT

Riešenie:

Je možných veľa postupov.

Jeden z priamočiarych postupov je vypočítať tlak vo všetkých označených bodoch a zdôvodniť výpočet.

Na hladine vody v otvorenom ústí komínu je atmosférický tlak vzduchu, a teda aj vody, $p_a = 100$ kPa.

V bode A v hĺbke h_1 pod voľnou hladinou v komíne je tlak

$$p_A = p_a + \rho g h_1 = 885 \text{ kPa.}$$

Tlak p_B v bode B je rovnaký, ako tlak na hladine vody pod ňou, ktorá sa nachádza v hĺbke $h_5 + h_6$ pod voľnou hladinou v komíne („spojené nádoby“)

$$p_B = p_a + \rho g (h_5 + h_6) = 492 \text{ kPa.}$$

Tlak p_C vzduchu v celej dutine s bodom C je rovnaký, a preto tlak je rovnaký na oboch hladinách C_1 a C_2 vody v dutine. Pritom hladina C_1 spojená vodným kanálom s vodou v komíne je v hĺbke h_4 pod voľnou hladinou vody v komíne, preto

$$p_C = p_a + \rho g h_4 = 443 \text{ kPa.}$$

Tlak p_C je teda aj na druhej hladine C_2 komory s bodom C. Hladina C_2 je začiatkom vodného kanálu, v ktorom sa nachádza bod D. Bod D je v hĺbke $h_2 - h_5$ pod hladinou C_2 , preto tlak v bode D je

$$p_D = p_C + \rho g (h_2 - h_5) = 738 \text{ kPa.}$$

Tlak p_E vzduchu v dutine s bodom E je rovnaký ako tlak na hladine v dutine v hĺbke h_3 . Táto hladina je v hĺbke $h_3 - h_5$ pod hladinou C_2 s tlakom p_C , a tak

$$p_E = p_C + \rho g (h_3 - h_5) = 640 \text{ kPa.}$$

- a) Najväčší je tlak v bode A, $p_A = 885$ kPa. 2 b
- b) Najmenší je tlak v bode C, $p_C = 443$ kPa. 3 b
- c) Keďže výškové rozdiely v dutinách sú veľmi malé a hustota vzduchu je tiež veľmi malá, tlak vzduchu je vo všetkých bodoch vzduchovej dutiny rovnaký. To znamená, že tlak na oboch hladinách v dutine s bodom C je rovnaký p_C . Rozdiel tlakov na oboch hladinách dutiny je nulový. 3 b
- d) Tlak vzduchu v bode B a v celej dutine, $p_B = 492$ kPa. 2 b

4. Rover Perseverance pristál na Marse AT

Riešenie:

- a) Pre rovnováhu na dvojzvratnej páke platí: súčiny hmotnosti a ramena na oboch stranách je rovnaká. Ak poznáme m_{Soj} , pri pomere dĺžok ramien 1:16 podľa obrázku E-3 je $m_{\text{Spir}} = 16 m_{\text{Soj}}$. Pomer hmotností $(m_{\text{Spir}} + m_{\text{Soj}}) : m_{\text{Opp}} = 17:16$, a teda $m_{\text{Opp}} = m_{\text{Spir}} = 16 m_{\text{Soj}} = 17,6 \text{ g}$.

Vozidlá Opportunity a Spirit majú rovnakú hmotnosť, a teda sú si hmotnosťou najbližšie. 3 b

- b) Pokračovaním výpočtu dostaneme

$$(m_{\text{Soj}} + m_{\text{Spir}} + m_{\text{Opp}}) : m_{\text{Cur}} = 11:27, \text{ odkiaľ máme } m_{\text{Cur}} = (27/11) 33 m_{\text{Soj}} = 81,0 m_{\text{Soj}} = 89,1 \text{ g}.$$

Rovnako ďalej

$$(m_{\text{Soj}} + m_{\text{Spir}} + m_{\text{Opp}} + m_{\text{Cur}}) : m_{\text{Per}} = 38:31, \text{ odkiaľ } m_{\text{Per}} = (31/38) 81 m_{\text{Soj}} = 93,0 m_{\text{Soj}} = 102,3 \text{ g}.$$

hmotnosť skutočného vozidla $M_{\text{Per}} = 1\,023 \text{ kg}$. 4 b

- c) V tejto úlohe sa očakáva, že súťažiaci pozná gravitačné zrýchlenie Zeme na povrchu. *Za správne je treba uznať hodnotu 10 N/kg, alebo presnejšiu. Hodnota 9,81 N/kg je uvedená v 3. úlohe.* Využitím toho, že k je konštanta rovnaká pre všetky planéty

$$k = \frac{g_Z}{\rho_Z R_Z} = \frac{g_M}{\rho_M R_M}, \text{ odkiaľ máme } g_M = g_Z \frac{\rho_M R_M}{\rho_Z R_Z}.$$

Pre $g_Z = 9,81 \text{ N/kg}$ dostávame $g_M = 3,73 \text{ N/kg}$.

Váha vozidla na Zemi $G_{Z\text{Per}} = M_{\text{Per}} g_Z = 10 \text{ kN}$ 1 b

a na povrchu Marsu $G_{M\text{Per}} = 3,82 \text{ kN}$. 2 b

Poznámka: skutočné hmotnosti, ako uvádza NASA, sú Perseverance 1025 kg, Curiosity 900 kg, Spirit a Opportunity 176 kg a Sojourner 11,5 kg.

62. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy okresného kola kategórie E

Autori návrhov úloh: Boris Lacsny (1, 2), Aba Teleki (3, 4)

Recenzia a úprava úloh a riešení: Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka: Aba Teleki

Redakcia: Ivo Čáp

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021