

60. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2018/2019
kategória E – okresné kolo
Riešenie úloh

1. Zohrievanie vody, výhrevnosť paliva

- a) Fosílna palivá: uhlie, nafta, olej, zemný plyn. Propán-bután, lieh, drevo, elektrické zdroje.

Za dve palivá 1 b

- b) Hlavná jednotka výhrevnosti paliva $[H] = 1 \text{ J/kg}$ (resp. J/m^3). 1 b

- c) Voda v nádobe prijíma teplo priamo úmerne s časom

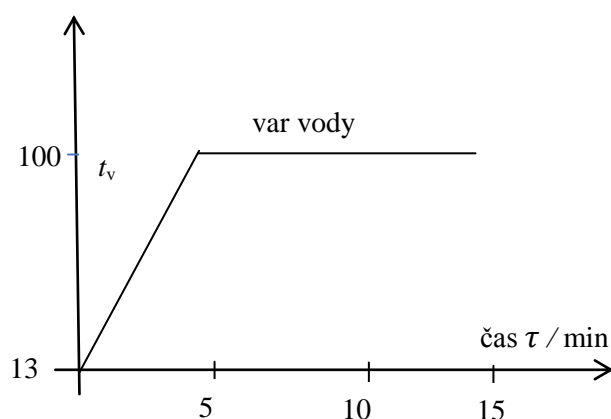
$$q \cdot \tau = c \cdot m \cdot (t - t_0).$$

Teplota t vody sa zvyšuje priamo úmerne s časom (graf obr.RE- 1), až do hodnoty t_v – teploty varu vody,

$$t = \frac{q \cdot \tau}{c \cdot m} + t_0.$$

Pri ďalšom zohrievaní sa voda varí a teplota sa nemení. 2 b

teplota $t / ^\circ\text{C}$



Obr. RE-1 1 b

- d) Z hodnoty H vyplýva, že spálením 1 m^3 plynu sa uvoľní teplo, tomu zodpovedá energia $E \approx 34,25 \text{ MJ}$.

Energia v jednotkách J, ktorá zodpovedá 1 kWh je

$1 \text{ kWh} = 1000 \cdot \text{W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ MJ}$, lebo $1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$. Z toho máme $1 \text{ MJ} = 1 \text{ kWh}/3,6$.

Dosadením do výrazu $E \approx 34,25 \text{ MJ} = 34,25 \text{ kWh}/3,6 \approx 9,5 \text{ kWh}$. 3 b

- e) Na požadované zohriatie vody v bojleri potrebuje voda prijať teplo

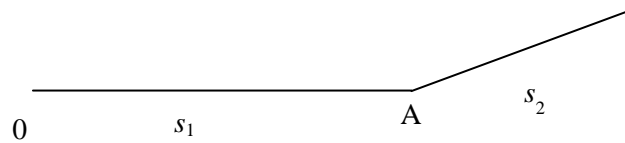
$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$. Pre dané hodnoty veličín $Q \approx 13,3 \text{ MJ}$. K tomu potrebujeme spáliť objem V_0 , pričom získané teplo $Q = H \cdot V_0$.

Z toho máme $V_0 = Q/H$. Pre dané hodnoty $V_0 = 0,39 \text{ m}^3$. 2 b

2. Orba poľa malotraktorom

a) Obrázok RE-2

0,5 b



Obr. RE-2

Z grafu vyplýva dĺžka prvej časti dráhy $s_1 \approx 1,8$ km, a teda $s_2 = s - s_1 \approx 1,0$ km. 0,5 b

b) Z grafu vidíme, že v prvej i v druhej časti bola rýchlosť konštantná, tzn. v každej časti dráhy traktor konal *rovnomerný pohyb*. 0,5 b

Podľa grafu v prvej časti sa traktor pohyboval rýchlosťou $v_1 \approx 12,0$ km/h, v druhej časti $v_2 \approx 4,0$ km/h. V jednotkách m/s: $v_1 \approx 3,3$ m/s, $v_2 \approx 1,1$ m/s. 0,5 b

c) Čas pohybu určíme zo vzťahu $t = s / v$.

V prvej časti dráhy $t_1 = s_1 / v_1 \approx 1,8$ km / 12 km/s = 0,15 h = 540 s = 9,0 min.

V druhej časti dráhy $t_2 = s_2 / v_2 \approx 1,0$ km / 4,0 km/s = 0,25 h = 900 s = 15 min. 1 b

Priemerná rýchlosť traktora na celej dráhe s je

$$v_s = \frac{s}{t} = \frac{s}{\frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2}} = \frac{s}{\frac{s_1 v_2 + s_2 v_1}{v_1 v_2}} v_1 v_2 \approx 7,0 \text{ km/h} \approx 1,9 \text{ m/s}. \quad 2 \text{ b}$$

d) Z grafu podľa mierky na pravej strane určíme $F_1 \approx 6,0$ kN, $F_2 \approx 19,0$ kN. 1 b

Výkon určíme zo vzťahu $P = F v$.

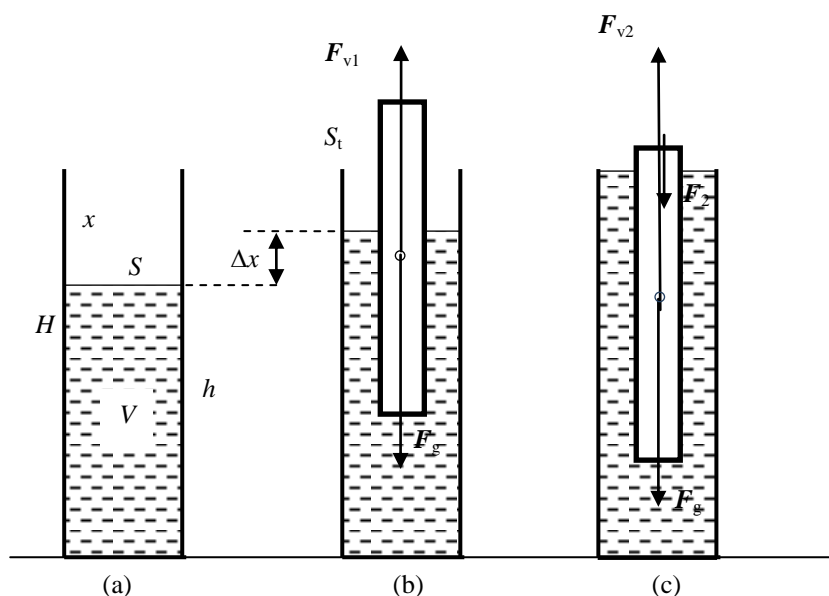
V prvej časti je výkon traktora $P_1 = F_1 v_1 \approx (6,0 \text{ kN}) \times (3,3 \text{ m/s}) \approx 20 \text{ kW}$,

v druhej časti $P_2 = F_2 v_2 \approx (19 \text{ kN}) \times (1,1 \text{ m/s}) \approx 21 \text{ kW}$. 2 b

e) Prácu určíme podľa vzťahu $W = F s$.

Celková práca $W = F_1 s_1 + F_2 s_2 \approx (6,0 \text{ kN}) \times (1,8 \text{ km}) + (19 \text{ kN}) \times (1,0 \text{ km}) \approx 30 \text{ MJ}$. 2 b

3. Tyč ponorená do vody v nádobe



Obr. RE-3

- a) Nádoba s vodou je znázornená na obr. RE-3(a).

Výška vody v nádobe $h = \frac{V}{S}$. Výška nádoby $H = h + x$.

Pre dané hodnoty $h = 30$ cm, $H = 40$ cm.

Spolu 2 b

- b) Na tyč pôsobí gravitačná sila $F_g = \rho_t S_t l g \approx 0,471$ N a vztlaková sila $F_{v1} = F_g = \rho_v S_t l_1 g$, kde l_1 je dĺžka ponorenej časti tyče, obr. RE-3(b)

Obrázok a správny opis síl 2 b

Určíme dĺžku $l_1 = \frac{F_g}{\rho_v S_t g} = \frac{\rho_t}{\rho_v} l \approx 12$ cm.

1 b

Po ponorení tyče je objem pod voľnou hladinou vo valci zväčšený o $\Delta V = \Delta x S = l_1 S_t$, odkiaľ

$$\Delta x = l_1 \frac{S_t}{S} = 4,8 \text{ cm.}$$

2 b

- c) Aby hladina vody vo valci dosiahla po okraj, zväčší sa objem pod hladinou vody o $\Delta V_2 = S x$.

Toto zväčšenie objemu zodpovedá objemu ponorenej časti tyče $\Delta V_2 = S_t l_2$. Odtiaľ máme

$$l_2 = x \frac{S}{S_t} = 25 \text{ cm.}$$

Aby mohol uvedený stav nastať, musí platiť $l \geq l_2$, čo pre dané hodnoty veličín neplatí. Pre dané hodnoty teda hladina vody vo valci nestúpne k hornému okraju ani pri úplnom ponorení tyče.

2 b

Aby mohla hladina stúpnuť až po okraj valca vyplýva z podmienky $l \geq l_2$ pri danej dĺžke tyče, pre vzdialenosť x podmienka $x \leq x_m$, kde $x_m = l \frac{S_t}{S} = 8,0$ cm.

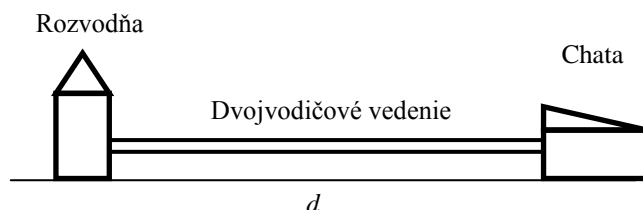
1 b

Pre dané hodnoty veličín tak situácia podľa obr. RE-3(c) nenastane. Mohla by nastať pre $l > l_2$, tzn. v našom prípade $l > 25$ cm, alebo $x \leq x_m$, v našom prípade $x \leq 8,0$ cm.

4. Elektrická prípojka chaty

a) Obr. RE – 4

0,5b



Obr. RE-4

Rezistivita hliníka (tabuľková hodnota) $\rho_{Al} = 2,65 \mu\Omega \cdot \text{cm} = 2,65 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

Odpor použitého drôtu $R = \rho_{Al} \frac{l}{S}$, 1 b

kde prierez drôtu $S = \pi r^2$ a celková dĺžka $l = 2 d$ (dvojvodičové vedenie)

Pre dané hodnoty $R \approx 1,17 \Omega$. 0,5 b

b) Pri napätí U na rozvodni a dodávanom výkone P je prúd vo vodiči $I = \frac{P}{U}$. 1 b

Pre dané hodnoty $I \approx 16,5 \text{ A}$. 0,5 b

Úbytok napätia na vedení $\Delta U = R I$. Pre vypočítané hodnoty $\Delta U \approx 19,3 \text{ V}$. 1 b

Na elektromere v chate je napätie $U_1 = U - \Delta U \approx 211 \text{ V}$. 0,5 b

c) Prevod jednotky $1 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} = 1 \Omega \frac{(10^{-3} \text{ m})^2}{\text{m}} = 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$. 0,5

Opačný prevod $1 \Omega \cdot \text{m} = 10^6 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Hlavná jednotka rezistivity v sústave SI je $1 \Omega \cdot \text{m}$.

Tabuľka materiálov: 1 b

Materiál	$\rho / \mu\Omega \cdot \text{cm}$	$\rho / \Omega \cdot \text{m}$	$\rho / \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Meď	1,68	$1,68 \times 10^{-8}$	$1,68 \times 10^{-2}$
Hliník	2,65	$2,65 \times 10^{-8}$	$2,65 \times 10^{-2}$
Železo	9,71	$9,71 \times 10^{-8}$	$9,71 \times 10^{-2}$

Pre rôzne účely sa používajú vodiče z týchto materiálov (výhody – nevýhody): 3×0,5 b

meď – výhoda malá rezistivita, nevýhoda vysoká cena a veľká hustota,

hliník – výhoda nízka cena, nízka hustota, nevýhoda malá mechanická pevnosť,

železo – veľká mechanická pevnosť, nevýhody vysoká rezistivita, veľká hustota, korózia

Pozn.: V praxi sú najvýhodnejšie zliatiny hliníka, ktoré si zachovávajú výhody hliníka a majú väčšiu mechanickú pevnosť.

d) Vo výpočte odporu použijeme jednotky

$$[R] = 1 \Omega = [\rho] \frac{[l]}{[S]} = \left(\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right) \frac{(\text{m})}{(\text{mm}^2)}. \text{ Pri návrhu vedenia sa bežne uvádza dĺžka vedenia}$$

v metroch a obsah prierezu drôtu v mm^2 . Pre výpočet odporu je potom jednotka $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ pohodlná. 1 b

Pre uvedené príklady máme:

$$R_{\text{Cu}} = (1,68 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}) \times (50 \text{ m}) / (1 \text{ mm}^2) = 0,84 \Omega. \quad 0,5 \text{ b}$$

$$R_{\text{AL}} = (2,65 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}) \times (200 \text{ m}) / (0,4 \text{ mm}^2) = 13,3 \Omega. \quad 0,5 \text{ b}$$

60. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy okresného kola kategórie E

Autori návrhov úloh: Daniel Klivanec 1, 2, 4 Boris Lacsný 3

Recenzia a úprava úloh a riešení: Ivo Čáp

Redakcia: Daniel Klivanec

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019