

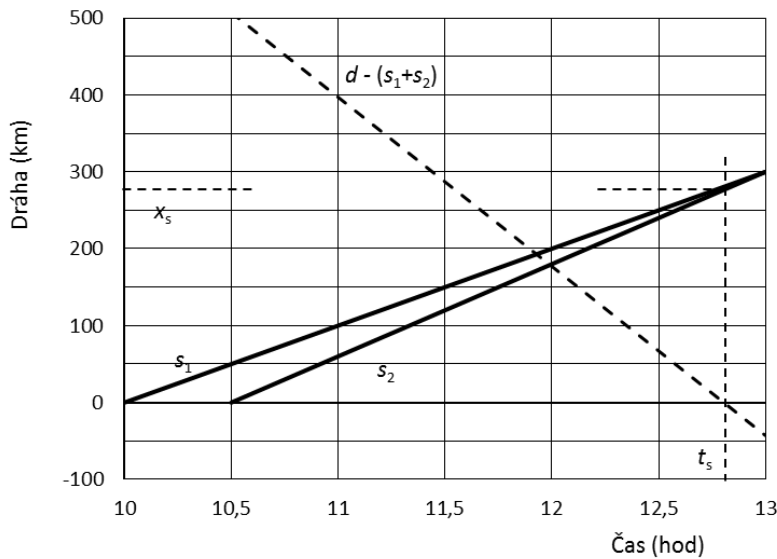
Fyzikálna olympiáda
54. ročník, 2012/2013
školské kolo
kategória F
riešenie úloh

1. Okná

- a) Obsah plochy rámu je $S_1 = a b - (a - 2x)(b - 2x)$, objem $V_1 = S_1 c$ a hmotnosť $m_1 = \rho_1 V_1$.
Obsah plochy skla $S_2 = (a - 2x)(b - 2x)$, objem dvoch vrstiev $V_2 = 2 S_2 h$ a hmotnosť $m_2 = \rho_2 V_2$.
Hmotnosť rámu
 $m_o = m_1 + m_2 = [a b - (a - 2x)(b - 2x)] c \rho_1 + 2 (a - 2x)(b - 2x) h \rho_2 \approx 28,4 \text{ kg}$ 6 bodov
- b) Počet okien je $N = M / m_o = 300$. 4 body

2. Nákladné vlaky

- a) V grafe sú nakreslené závislosti s_1 a s_2 prvého a druhého vlaku od času. Na určenie času stretnutia je výhodné zakresliť graf $\delta = d - (s_1 + s_2)$ vzájomnej vzdialenosti vlakov. Hodnota $\delta = 0$ zodpovedá okamihu stretnutia.



graf 4 body

- b) Z grafu vidno, že čas stretnutia $t_s \approx 12,8 \text{ hod} = 12:50 \text{ hod} = 12\text{h } 50\text{m}$. Tomuto času zodpovedá dráha $s_{2s} \approx 280 \text{ km}$, čo predstavuje vzdialenosť x_s miesta stretnutia od mesta Číta. 2 body

- c) Označíme $d = 557 \text{ km}$ vzdialenosť obidvoch miest a $t_0 = 30 \text{ min}$ oneskorenie štartu druhého vlaku. Súradnica prvého vlaku vzhľadom na mesto Číta $x_1 = d - v_1 t$, súradnica druhého vlaku $x_2 = v_2 (t - t_0)$. Stretnutie znamená rovnakú súradnicu vlakov $x_1 = x_2$. Čas pohybu do stretnutia

$$t_s = \frac{d + v_2 t_0}{v_1 + v_2} = 2,8 \text{ hod} = 2 \text{ h } 48 \text{ m, tzn. čas stretnutia je } 12:48 \text{ hod.} \quad 2 \text{ body}$$

Druhý vlak za tento čas urazí vzdialenosť $x_s = v_2 (t_s - t_0) = 276 \text{ km}$, ktorá predstavuje vzdialenosť miesta stretnutia od mesta Číta. 2 body

3. Dvíhanie nákladu

Lano je napínané silou, ktorá je rozdielom sily tiažovej a sily vztlakovej

$$F = m g - \rho_0 V g, \text{ pričom } V = m / \rho_1.$$

5 bodov

Hmotnosť telesa

$$m = \frac{F}{g (1 - \rho_0 / \rho_1)} = 2,0 \text{ t.}$$

5 bodov

4. Jazierko

a) Objem vody $V = \frac{\pi d^2}{4} h = 1,57 \cdot 10^3 \text{ m}^3.$

3 body

b) Merná tepelná kapacita látky určuje množstvo tepla, ktoré treba dodať 1 kg látky, aby sa zohrial o 1 °C. Z bežne známych látok má najväčšiu mernú tepelnú kapacitu voda. V technickej praxi je pre svoju veľkú tepelnú kapacitu výhodná ako chladiaca kvapalina (chladenie motorov) alebo ako kvapalina používaná na prenos energie (v jadrových elektrárnach, v ústrednom kúrení). Relatívne malú tepelnú kapacitu majú kovy. Táto okolnosť uľahčuje ich tepelné spracovanie.

3 body

c) Teplo, ktoré sa odvedie z jazierka v noci

$$Q = m c (t_1 - t_2) = \rho V c (t_1 - t_2) = 2,0 \cdot 10^{10} \text{ J} = 20 \text{ GJ.}$$

Ak sa voda zohreje o rovnaký teplotný rozdiel, je veľkosť dodaného tepla Q rovnaká ako pri ochladzovaní.

4 body

5. Čaj v pohári

a) Na začiatku po naliatí čaju do hrnčeka dochádza k tepelnej výmene energie medzi vnútorným povrchom hrnčeka a čajom pri stene hrnčeka, pričom hrnček sa zohrieva a čaj ochladzuje. Teplotná zmena sa z rozhrania šíri do celého objemu. Keďže tepelná vodivosť hliníka je veľká, pocítíme zvýšenie teploty na vonkajšej strane krátko po naliatí čaju. Čaj má tepelnú vodivosť podstatne menšiu, preto ochladenie čaju pri stene sa šíri do vnútra pomaly. Tento proces sa zvyčajne urýchľuje miešaním čaju.

Po postavení na stôl odovzdáva horúci hrnček vonkajším povrchom teplo do okolia (prestup z hliníka do vzduchu), dnom odovzdáva teplo stolu (prestup tepla z hliníka do stola) a hladina čaju odovzdáva teplo vzduchu nad hladinou. Prestup tepla do vzduchu možno urýchliť prúdením vzduchu (ofukovaním). Prestupom tepla sa chladí hrnček a hladina čaju. Z vnútra čaju sa teplo prenáša k povrchu vedením. Vyrovnávanie teploty čaju možno urýchliť miešaním.

Rovnováha v sústave nastane, keď je v celej sústave rovnaká teplota. Pri nižšej teplote blízkej izbovej teplote je proces chladnutia podstatne pomalší ako proces vyrovnávania teploty vo vnútri sústavy a preto možno stav sústavy i pri zvýšenej teplote považovať za približne rovnovážny (podľa zadania rovnaká teplota už pri 45 °C). Sústava však naďalej zostáva v nerovnováhe s okolím – rovnováha nastane až pri ochladení čaju na izbovú teplotu.

3 body

b) Keby nedošlo k tepelnej výmene medzi hrnčekom a čajom, bolo by možné považovať sústavu hrnček–čaj za izolovanú. Teplo odovzdané čajom je v takom prípade rovné teplu prijatému hrnčekom

$$m_1 c_1 (t_1 - t_{v0}) = m_2 c_2 (t_{v0} - t_2).$$

Odtiaľ dostaneme

$$t_{v0} = \frac{\rho V_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{\rho V_1 c_1 + m_2 c_2} = 62,8 \text{ } ^\circ\text{C.} \quad 3 \text{ body}$$

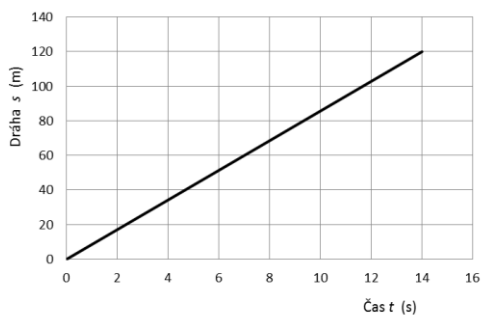
- c) Výsledná teplota je nižšia ako vypočítaná v časti b). Teplo odvedené do okolia sa jednoducho určí ako teplo potrebné na ochladenie celej sústavy z teploty t_{v0} na teplotu t_v

$$Q_s = (\rho V_1 c_1 + m_2 c_2) (t_{v0} - t_v) \approx 6,6 \text{ kJ.} \quad 4 \text{ body}$$

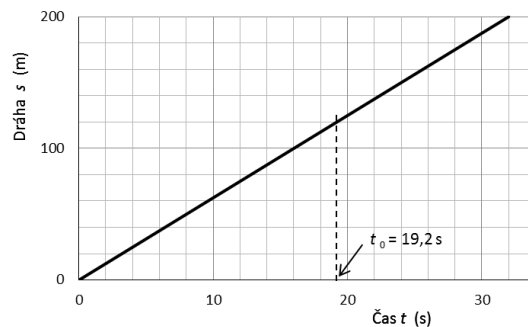
6. Motorový čln (rovnaká úloha E2)

Riešenie:

- a) Po prúde išiel vzhľadom na breh rýchlosťou $v_1 = d_1 / t_1 \approx 8,57 \text{ m/s} \approx 8,6 \text{ m/s.}$ 2 body
b) Proti prúdu vzhľadom na breh $v_2 = (d_1 + d_2) / t_2 \approx 6,25 \text{ m/s} \approx 6,3 \text{ m/s.}$ 2 body
c) Graf je vhodné urobiť pre každý pohyb osobitne graf 2 body



Pohyb po prúde



Pohyb proti prúdu

Z druhého grafu možno odhadnúť čas $t_0 \approx 19,2 \text{ s}$ na prekonanie vzdialenosti 120 m. 2 body

- d) Pri pohybe po prúde je rýchlosť vzhľadom na breh $v_1 = v_{\xi} + v_r$,
pri pohybe proti prúdu $v_2 = v_{\xi} - v_r$.

Z rovníc dostaneme $v_{\xi} = (v_1 + v_2) / 2 \approx 7,4 \text{ m/s}$ a $v_r = (v_1 - v_2) / 2 \approx 1,2 \text{ m/s.}$ 2 body

Pozn.: Konečné výsledky treba zaokrúhliť na počet platných čísiel, ktorý zodpovedá zadaným hodnotám. Ak sa hodnoty využívajú v ďalších výpočtoch, vyjadri sa medzivýsledok na počet čísiel o jeden viac a to sa použije pri následnom dosadení z dôvodu redukcie nahromadenej chyby postupným zaokrúhľovaním.

7. Meranie tuhosti pružiny

10 bodov

Fyzikálna olympiáda, 54. ročník – Úlohy školského kola kategórie F

Autor úloh: Ľubomír Konrád
Recenzia: Daniel Klivanec, Ivo Čáp
Redakčná úprava: Ľubomír Konrád
Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2012