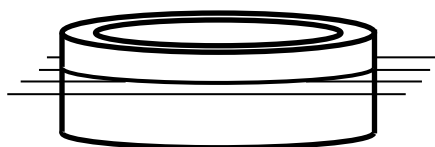


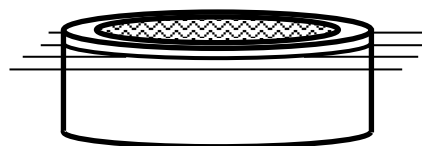
58. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2016/2017
Okresné kolo kategórie F
Riešenia úloh

1. Sladká ľadová hádanka

- a) Čln je vyrobený z ľadu, ktorého hustota je menšia ako hustota vody, teda ak je prázdny, pláva na hladine. Hustota vody, ktorú do člna nalejeme po okraj, je rovnaká, ako hustota vody vo vani. Celková hustota vodou naplneného člna bude mať teda hodnotu medzi hustotou vody a hustotou ľadu – teda nižšiu ako voda. Náčrtok je možné urobiť aj na základe výpočtov v úlohe c). 2 b



Obr. RF-1a



Obr. RF-1b

- b) Znova ako v prípade a) priemerná hustota člna s vodou je menšia ako hustota vody, čln zostane plávať, avšak sa ponorí hlbšie (obr.RF-1b), ako prázdny čln (obr. RF-1a). 1 b

Obr. RF-1

1 b

- c) Pre objem V_{Γ} ľadu člna, platí

$$V_{\Gamma} = \frac{m_v}{\rho_{\Gamma}} = \frac{\rho_v V_v}{\rho_{\Gamma}},$$

pre zadané hodnoty $V_{\Gamma} = 250 \text{ cm}^3$.

Pre celkový objem ľadového člnu potom platí $V = V_{\Gamma} + V_d$, pre zadané hodnoty $V = 400 \text{ cm}^3$.

Objem V_p ponorenej časti člna je možné určiť z rovnováhy veľkostí tiažovej a vztlakovej sily $F_g = F_{vz}$, teda $m_{\check{c}v} g = \rho_v V_p g$, kde $m_{\check{c}v} = m_{\Gamma} + m_{dv}$ je hmotnosť člna naplneného vodou. Hmotnosť ľadovej časti člna je rovnaká ako hmotnosť vody, z ktorej bol vyrobený, teda $m_{\Gamma} = \rho_v V_v$.

Hmotnosť vody v dutine je $m_{dv} = \rho_v V_d$. Pre celkovú hmotnosť vodou naplneného člna platí $m_{\check{c}v} = \rho_v (V_v + V_d)$, pre zadané hodnoty $m_{\check{c}v} = 380 \text{ g}$.

Pre objem ponorenej časti potom platí $V_p = \frac{m_{\check{c}v}}{\rho_v} = \frac{\rho_v (V_v + V_d)}{\rho_v} = V_v + V_d$,

pre zadané hodnoty $V_p = 380 \text{ cm}^3$.

Pre pomer objemu V_p ponorenej časti a celkového objemu V člna dostávame pre dané hodnoty $p = 0,95$ v percentách 95 %.

V prípade, že čln by bol prázdny, bez vody, $V_p = V_v$, a podiel $p = 0,57$, v percentách 57 %.

Tým sa potvrdil aj výsledok v b) časti úlohy. Prázdny čln má ponorenú časť 57 %, naplnený vodou až 95 % svojho objemu. 1 b+1 b

- d) Maximálny počet n cukríkov, ktoré je možné vložiť do prázdneho člnu, aby sa nepotopil, určíme z podmienky: celkový objem V_p ponorenej časti je rovný celkovému objemu V člna. Analogicky ako v prípade c), platí $(n m_c + m_r) g = \rho_v V g$, z čoho pre počet cukríkov máme

$$n = \frac{\rho_v V - m_r}{m_c},$$

pre zadané hodnoty $n = 34$.

2 b

- e) Pre rozdelenie cukríkov môžeme napísať dve rovnice

$$x + y = 28 \quad \text{a} \quad n = 2x + y = x + (x + y) = 34, \quad \text{a teda} \quad x = 34 - 28,$$

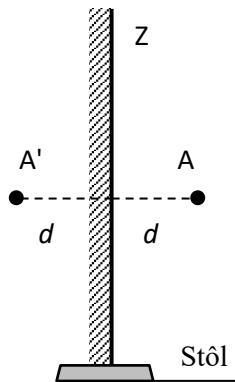
kde x je počet spolužiakov, ktorí úspešne riešili úlohu, y je počet ostatných.

Úspešných spolužiakov bolo $x = 6$.

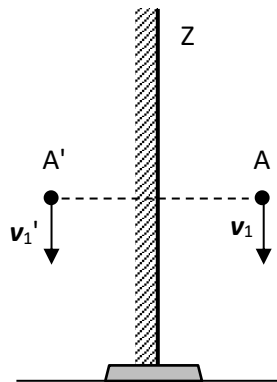
2 b

2. Zobrazenie bodu v rovinnom zrkadle

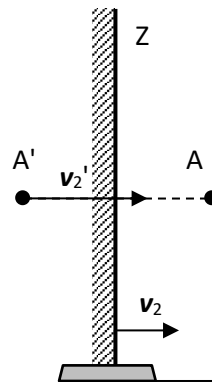
- a) Obr. RF-2a. Obraz A' je za zrkadlom v rovnakej vzdialenosti d od plochy zrkadla ako bod A pred zrkadlom. Úsečka AA' je kolmá na plochu zrkadla. Obraz A' je zdanlivý (neskutočný).
- b) Obr. RF-2b. Obraz A' sa pohybuje rýchlosťou $v_1' = v_1 = 2,0$ m/s. Rýchlosti v_1' , v_1 majú rovnaký smer.
- c) Obr. RF-2c. Obraz A' sa pohybuje vzhľadom na stôl rýchlosťou $v_2' = 2 v_2 = 4,0$ m/s. Rýchlosti v_2' , v_2 majú rovnaký smer.
- d) Obr. RF-2d. Rýchlosť v' pohybu obrazu A' vzhľadom na stôl je daná súčtom rýchlostí (vektorov) v_1' a v_2' , pričom obe rýchlosti v_1' a v_2' sú na seba kolmé. Obraz A' sa pohybuje rýchlosťou $v' = 2,0$ m/s Rýchlosť v' zvierá s rovinou zrkadla uhol 45° .



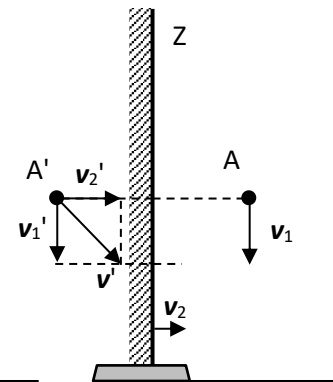
Obr. RF-2a



Obr. RF-2b



Obr. RF-2c



Obr. RF-2d

Hodnotenie:

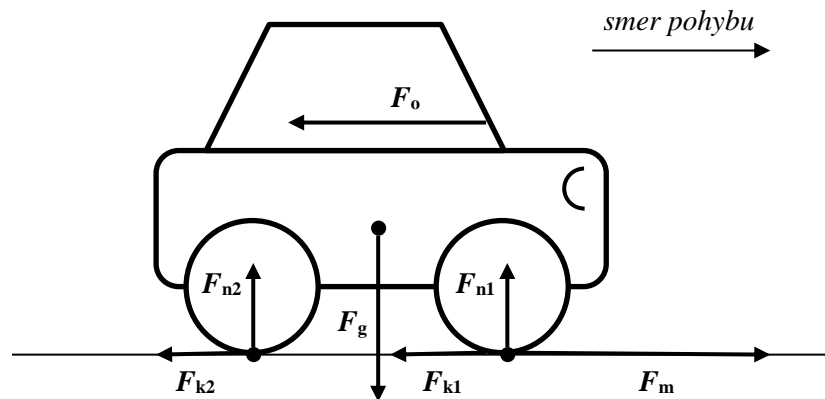
Za každý správny obrázok 1,5 b,

za správnu hodnotu rýchlosti pohybu obrazu a vysvetlenie v jednotlivých častiach po 1 b.

3. Test automobilu

a) Obrázok RF-3

1b



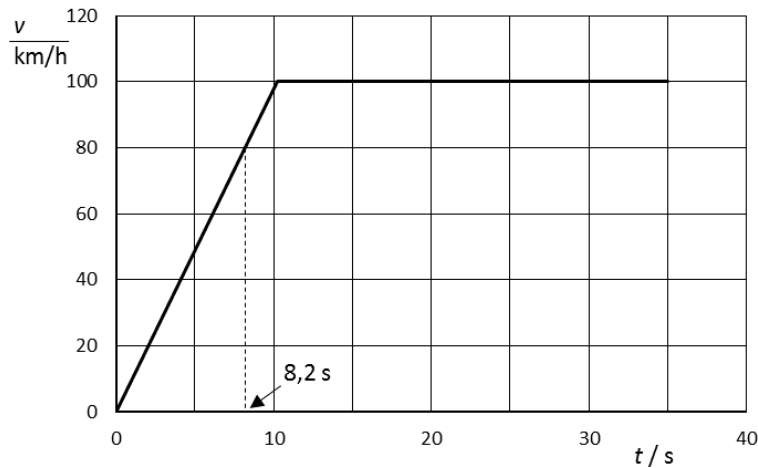
Obr. RF-3

- Na idúci automobil pôsobia sily:
- Sila F_m , ktorá poháňa automobil, ide o silu trenia medzi poháňanými kolesami a vozovkou, pôsobí v bodoch dotyku poháňaných kolies a vozovky. Hnacia (motorická) sila je sila trenia medzi poháňaným kolesom a vozovkou, keby bolo trenie nulové, kolesá by sa prešmykovali a automobil sa nepohol z miesta (napr. problematický rozbeh vozidla na ľade).
- Sila F_k je sila konštantného odporu, ktorá má charakter valivého odporu kolies, pôsobí v bodoch dotyku kolies s vozovkou; silu možno rozložiť na dve časti F_{k1} a F_{k2} pôsobiace na kolesá prednej a zadnej nápravy. Túto silu prekonávame, keď sa snažíme automobil tlačiť.
- Sila F_o je sila odporu vzduchu a pôsobí na predné časti vozidla vystavené náporu vzduchu. Táto sila narastá a rastúcou rýchlosťou a pri vysokých rýchlostiach je príčinou zvýšenej spotreby pohonných látok (benzínu, nafty).
- F_g je gravitačná sila, ktorá pôsobí v ťažisku automobilu a pritláča vozidlo k vozovke.
- F_n tlaková sila vozovky na pneumatiky, pôsobí v bodoch dotyku kolies s vozovkou a je reakciou na gravitačnú silu. Možno ju rozložiť na zložky F_{n1} a F_{n2} tlakovej sily na kolesá prednej a zadnej nápravy. Táto sila deformuje dolnú časť pneumatiky, čoho dôsledkom je valivý odpor.

opis síl – 2 b

b) Graf, obr. RF-4

1 b

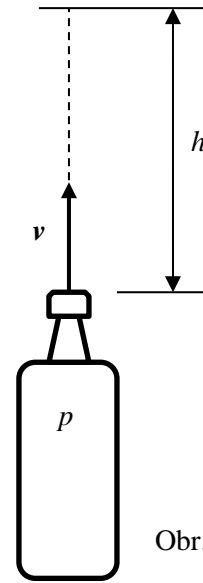


Obr. RF-4

- c) Z grafu určíme $t_0 \approx 8,2$ s (okolo 8 s, graf neumožňuje veľmi presné určenie t_0). 1 b
- d) Keďže rýchlosť sa zväčšuje rovnomerne s časom, je stredná rýchlosť rovná polovičnej hodnote rýchlosti maximálnej $v_s = v_m/2$, $v_s \approx 50$ km/h ≈ 14 m/s. 1b
Dráha počas rozbehu je $s_1 = v_s t_1$. Dráha rovnomerného pohybu $s_2 = v_1 (t_T - t_1)$.
Celková dráha $s = v_1 t_1 / 2 + v_1 (t_T - t_1)$. Pre dané hodnoty $s \approx 830$ m. 1 b
- e) Pre maximálny výkon motora platí $P_m = F_o v_m$, z toho $F_o = P_m/v_m$.
Pre dané hodnoty veličín $F_o \approx 1\,480$ N. 2 b
- f) Frekvencia otáčok kolies automobilu $N_k = v_m/(\pi D)$.
Pre dané hodnoty $N_k \approx 25$ ot/s $\approx 1\,500$ ot/min.
Prevodový pomer $p \approx 4,0$. 1 b

4. Veľkonočná oblievačka

- a) Obr.RF-5 1 b
- b) Rýchlosť výtoky vody z otvoru fľaše určíme z rovnosti polohovej energie $E_p = m g h$ v najvyššom bode prúdu vody a kinetickej energie $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ v otvore fľaše.
Z toho máme $v = \sqrt{2 g h}$.
Pre dané hodnoty $v \approx 7,4$ m/s. (1) 2 b
- c) Hmotnostný prietok vody z otvoru vrchnáka
 $Q_m = S v \rho = \frac{\pi d^2}{4} v \rho$. (2)
Pre dané hodnoty $Q_m \approx 0,023$ kg/s. 2,5 b
- d) Objemový prietok $Q_v = Q_m / \rho = \frac{\pi d^2}{4} v$.
Pre dané hodnoty $Q_v \approx 0,023$ l/s. 1,5 b
Objem vytekajúcej vody na čas t
 $V = Q_v t$. Pre dané hodnoty $V \approx 0,13$ l. 1 b
- e) Na vodu v ústí otvoru pôsobí zvnútra tlak vody p a sila pôsobiaca na vodu v otvore $F = p S$. Za čas t sa pretlačí otvorom vodný stĺpec $s = v t$ a vykoná sa práca $W = F s$. Vode sa udelí kinetická energia rovná vykonanej práci
 $F s = F v t = \frac{1}{2} m v^2$,
z toho
 $F = Q_m v / 2 = S v \rho v / 2 = \rho S v^2 / 2$.
Po úprave použitím (1) a (2) máme
 $F = \frac{1}{2} \rho \frac{\pi d^2}{4} 2 g h = \frac{1}{4} \rho \pi d^2 g h$. Pre dané hodnoty $F \approx 0,086$ N. (3) 1b
Tlak $p = F/S = \rho v^2 / 2 = \rho g h$. Pre dané hodnoty $p \approx 27$ kPa. (4) 1b



Obr. RF-5

58. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy okresného kola kategórie F

Autori: Monika Hanáková (1), Daniel Klivanec (2, 3, 4)

Recenzia: Ivo Čáp

Preklad textu úloh

do maďarského jazyka: Aba Teleki

Redakcia: Daniel Klivanec

Úlohy posúdil: Milan Ivaška

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2017