

**55. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2013/2014**

Riešenie úloh domáceho kola kategórie F

(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk)

1. Cesta na chatu

Dĺžku trasy označíme s . Čas pohybu Janka $t_1 = s/v_1$, čas pohybu Ferka $t_2 = s/v_2$. Čas pohybu Janka bol p -krát dlhší

$$p = \frac{t_1}{t_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

Rýchlosť motorky je väčšia o

$$\Delta v = v_2 - v_1 = (p - 1)v_1, \text{ pre dané hodnoty } \Delta v = 48 \text{ km/h.}$$

2. Varenie vody

a) Ak sú hrnčeky, použije sa ten istý varič a rovnaké množstvo vody s rovnakou začiatočnou teplotou, je čas zohrievania ovplyvnený iba rôznymi tepelnými stratami.

Pri teplote do 100 °C sa straty vyžarovaním prejavujú iba nepatrne (tieto straty sú dôležité pri vyšších teplotách), rozhodujúce sú preto straty prestupom tepla do okolia a straty spôsobené vyparovaním vody na hladine.

- Na hladine dochádza k vyparovaniu vody, ktoré odoberá vode značné množstvo energie spojené s premenou skupenstva z kvapalného na plynné. Intenzita odparovania a tým aj intenzita chladenia závisia od koncentrácie vodnej pary nad hladinou. Na urýchlenie chladenia sa vznikajúca para odvádza prúdením vzduchu nad hladinou (napr. fúkanie do horúcej polievky). Naopak zrýchlenie zohrievania (zníženie strát odparovaním) sa dosiahne tak, že sa zamedzí odvod vznikajúcej pary napr. pokrývkou na hrnci. V našom prípade sú však pomery pri zohrievaní rovnaké, preto tento druh strát nespôsobuje rozdiel v čase zohrievania.
- Ďalším mechanizmom strát je odvod tepla stenami nádoby a prestupom tepla do okolia. Obmedzenie strát pre použitie ponorného variča sa dosiahne použitím hrnčeka z tepelne izolujúceho materiálu – lepší je hrnček keramický alebo sklenený ako plechový. V tomto prípade však je hrnček rovnaký v oboch prípadoch a teda jeho materiál nerohoduje.
- Na obmedzenie strát vedením tepla sa telesá tepelne izolujú, napr. domy sa obkladajú penovým polystyrénom (zatepl'ovanie), termoska má dvojité steny a medzi vnútornou a vonkajšou stenou je tepelne nevodivé vákuum, človek si oblieka v zime odev atď. V našom prípade sú bočné steny obklopené okolitým vzduchom, pričom nehybný vzduch je veľmi dobrým izolantom (napr. penový polystyrén je dobrým izolantom, lebo jeho podstatná časť objemu je vzduch a ten je znehybnený v bublinkách polystyrénovej hmoty. Hrnček na parapete je v kontakte s drevom, ktoré je síce dobrým tepelným izolantom ale horším ako nehybný vzduch. Na radiátore je hrnček

v kontakte s kovovými rebrami, ale prestup tepla je malý vzhľadom na malú kontaktnú plochu s hranami rebier. Uvedený vplyv by viedol k rýchlejšiemu zohrievaniu vody v hrnčeku na radiátore. Ako príklad možno uviesť účinok kovového zábradlia a drevenej tyče v mrazivom počasí na našu ruku – kovová tyč chladí oveľa viac ako drevená (ak chytíme do ruky zmrazenú dosku z penového polystyrénu, výrazné chladenie nepociťujeme)

- Prestup tepla do okolia závisí priamoúmerne od rozdielu teplôt telesa a okolia. Keďže je vzduch nad radiátorom teplý, je odvod do okolia v tomto prípade menší, čo opäť svedčí v prospech rýchlejšieho zohrievania vody v hrnčeku na radiátore. Ak príklad možno uviesť náš pocit, ak sa nachádzame v studenom alebo v horúcom vzduchu.
- Ak sa teleso nachádza v tekutine (kvapaline alebo plyne), je prestup tepla výrazne ovplyvnený prúdením okolitého prostredia. Ak je v našom prípade teplota okolitého vzduchu menšia ako teplota vonkajšieho povrchu hrnčeka, dochádza k intenzívnemu ochladzovaniu, aj je teplota vzduchu väčšia, hrnček zohrieva. Keďže je v prvej fáze zohrievania vody teplota nad radiátorom väčšia ako teplota hrnčeka, zrýchľuje zohrievanie vody. Ak však teplota hrnčeka prekročí teplotu okolitého teplého vzduchu, nastáva jav chladenia. Ako príklad možno uviesť chladenie elektronických zariadení, napr. procesora počítača, ventilátorom, použitie domáceho ventilátora v horúcich dňoch pre vlastné ochladzovanie a pod. V našom prípade vidno, že plochý parapet neumožňuje dostatočné prúdenie vzduchu, zatiaľ čo na radiátore je podstatne silnejšie a navyše sa prúdením ochladzuje na radiátore aj dno.

Ukazuje sa, že práve posledný spomenutý jav sa uplatní najvýraznejšie, takže pri zohrievaní sa rýchlejšie zohreje k varu voda v hrnčeku na parapete.

Pozn.: Vyskúšajte si vyšetrovaný jav experimentálne.

3. Nakladanie štrku

- a) Potrebná (užitočná) práca je rovná zmene potenciálnej energie pri zodvihnutí nákladu do potrebnej výšky h

$$W = mgh = \rho Vgh, \text{ pre dané hodnoty } W = 60,6 \text{ kJ.}$$

Vynaložená energia je však väčšia, lebo musí dvíhať aj lopatu do rovnakej výšky. nazad nechá lopatu spadnúť na zem. Pre dosiahnutie čo najväčšej účinnosti je potrebné, aby bol čo najväčší pomer hmotnosti nákladu na lopate a jej vlastnej hmotnosti. Samotná hmotnosť lopaty nie je pre účinnosť rozhodujúca (nesmie byť ale príliš veľká, aby neobmedzovala fyzické schopnosti chlapca).

- b) Ak by nakladal stálym tempom s využitím hmotnosti obsahu jednej lopaty $m_0 = \rho V_0$, bol by potrebný čas

$$t_{\min} = \frac{V}{V_0} t_0, \text{ pre dané hodnoty } t_{\min} = 2\,920 \text{ s} = 48 \text{ m } 40 \text{ s.}$$

(t_0 je čas na naloženie jednej lopaty)

- c) Práca potrebná na naloženie auta je rovnaká ako v prvom prípade. Zmena potenciálnej energie nákladu nezávisí od spôsobu, ako sa dosiahla.

- d) Ak označíme V_N objem lyžice nakladača a t_N čas naloženia jednej lyžice, je počet naložení N daný zaokrúhlením nahor na celé číslo pomeru V/V_N (to sa zvykne označovať symbolom „Round up (V/V_N ; 0)“, kde „0“ označuje počet desatinných miest).

Potrebný čas je

$$t_2 = N t_N.$$

Pre dané hodnoty $N = 18$ (zaokrúhlená hodnota 17,5) a čas $t_2 = 270 \text{ s} = 4 \text{ m } 30 \text{ s}$.

(Pozn.: V časti b) sa počet hodov tiež zaokrúhľuje na celý počet nahor, ale vzhľadom na veľký počet hodov – 584, nemá zaokrúhlenie významný vplyv na výsledok)

4. Výroba olovených brokov

- a) Teplo Q zodpovedá skupenskému teplu tuhnutia a teplu odvedenému pri chladnutí tuhého olova

$$Q = ml_t + mc(t_1 - t_2), \text{ pre dané hodnoty } Q = 80,1 \text{ kJ}.$$

- b) Pri páde z výšky h poklesne potenciálna energia o hodnotu

$$\Delta E_p = mgh, \text{ pre dané hodnoty } \Delta E_p = 1,35 \text{ kJ},$$

čo predstavuje pomer

$$\frac{\Delta E_p}{Q} = \frac{gh}{l_t + c(t_1 - t_2)}, \text{ pre dané hodnoty } \Delta E_p/Q = 1,7 \text{ \%}.$$

Zmena potenciálnej energie je rovná súčtu zmeny kinetickej energie a vnútornej energie brokov a vzduchu. Keďže pri páde pôsobí na broky odpor vzduchu, dochádza tým k zvyšovaniu vnútornej energie vzduchu i brokov. To teoreticky spomaľuje chladnutie, ale vzhľadom veľmi malý pomer $\Delta E_p/Q$ sa vplyv na chladenie prakticky neuplatní. Pozn.: V prípade rýchlo letiacich objektov (vstup raketoplánu do atmosféry, nadzvukové stíhačky, meteoroidov prenikajúce k Zemi a pod.) spôsobí toto trenie rozžeravenie až horenie objektu. Napr. väčšina meteoroidov vstupujúcich do atmosféry zhorí pred dopadom na Zem.

5. Nosiči

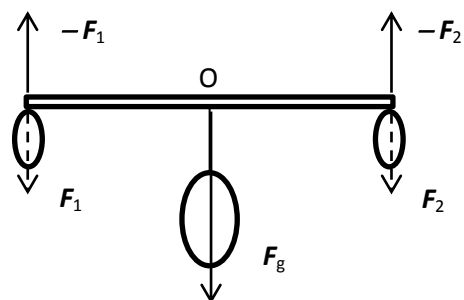
- a) Obrázok (F_1 , F_2 sily pôsobiace na ramená, $-F_1$, $-F_2$ reakcie pôsobiace na tyč)

- b) Tiažová sila bremena sa rozloží rovnomerne na ramená obidvoch nosičov

$$F_1 = F_2 = \frac{F_g}{2} = \frac{mg}{2},$$

predané hodnoty veličín $F_1 = 500 \text{ N}$.

- c) Ak posunie tyč po svojom pleci, môže sa od konca posunúť iba bližšie k osi tyče O. Tým sa skráti rameno sily a teda pre udržanie rovnováhy sa musí v rovnakom pomere zväčšiť sila na rameno. Táto metóda je pre nosiča nevýhodná.



Ak má nosič zmenšiť tlakovú silu na svoje rameno, musí zväčšiť rameno sily vzhľadom na pôsobisko tiažovej sily. To sa dá dosiahnuť posunutím záťaže na tyči smerom od nosiča. Tak získa nosič výhodu menšej záťaže (ale na úkor druhého, ktorému sa zaťaženie zvýši).

6. Gul'a vo vode

- a) Na guľu pôsobí tiažová sila F_g , vztlaková sila vody F_v a kolmá sila podložky F_N .
 b) Z rovnováhy síl dostaneme

$$F_N = F_g - F_v,$$

kde

$$F_g = m g = \rho V g,$$

$$F_v = \rho_0 V_p g,$$

pričom

$$V_p = V/p \text{ a } F_N = F_g/q.$$

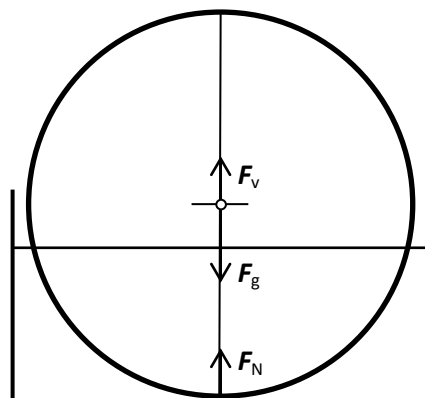
Z týchto vzťahov dostaneme

$$\frac{F_g}{F_v} = \frac{\rho V}{\rho_0 V_p} = \frac{\rho}{\rho_0} p,$$

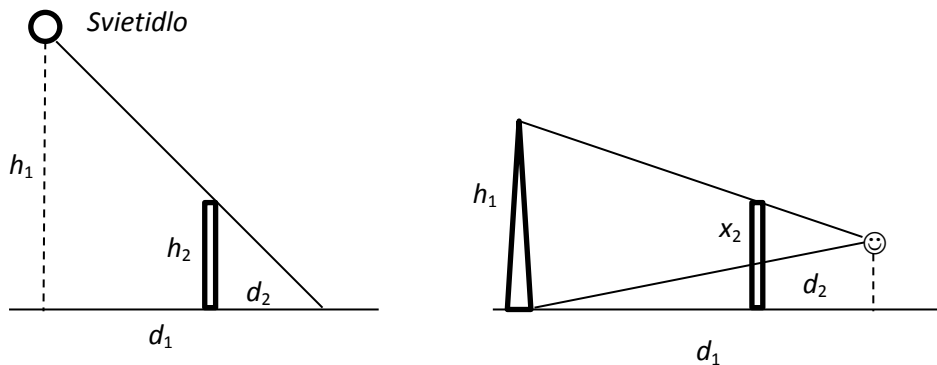
$$\frac{F_g}{F_v} = \frac{F_g}{F_g - F_N} = \frac{q}{q-1}.$$

Odtiaľ

$$\rho = \frac{q}{p(q-1)} \rho_0, \text{ pre dané hodnoty } p = 3 \text{ a } q = 2 \text{ dostaneme } \rho = 2/3 \rho_0.$$



7. Meranie výšky telocvične



Na obrázku sú dve metódy, ktoré využívajú geometrické vzťahy. Na obrázku vľavo sa využíva svetlo zdroja a meria sa dĺžka tieňa vhodného predmetu. Pásmom sa zmeria vzdialenosť d_1 a podľa potreby pásmom alebo pravítkom dĺžka tieňa d_2 a výška predmetu h_2 . Výška h_1 sa potom určí zo vzťahu $h_1 = h_2 d_1/d_2$.

Na druhom obrázku je metóda, ktorá využíva zákryt telies. Do natiahnutej ruky sa zoberie pravítko a prstom sa označí dĺžka x_2 , ktorá sa kryje s výškou stĺpa h_1 . Pomocník zmeria pásmom vzdialenosť d_2 pravítka od oka a vzdialenosť d_1 od päty stĺpa k oku. Výška sa určí podobne zo vzťahu $h_1 = x_2 d_1/d_2$.

Podobné metódy využívajú geodetické prístroje na zameriavanie stavieb, určovanie nadmorskej výšky a podobne. Moderné prístroje využívajú na zameriavanie laserový lúč. To si môžu žiaci tiež vyskúšať s použitím laserového ukazovadla.

Žiaci možno vymyslia ďalšie metódy – fantázii sa medze nekladú.

S ohľadom na presnosť je vhodné urobiť meranie niekoľkokrát, prípadne rôznymi metódami, a výsledky vyhodnotiť.

Pozn.: Ak poznáme výšku vzdialeného objektu h_1 , je možné druhou metódou odhadnúť jeho vzdialenosť.

55. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie F

Autor úloh: Lubomír Konrád
Recenzia: Ivo Čáp, Aba Teleki
Redakcia: Lubomír Konrád, Ivo Čáp
 Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2013