

56. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2014/2015
Kategória G – Archimediáda
Domáce kolo – riešenie úloh

1. Hydraulický zdvihák

- a) Pre hydraulický zdvihák platí

$$G_1/S_1 = G_2/S_2,$$

kde $G_1 = m_1 g$, $G_2 = m_2 g$ sú tiaže opravára a automobilu.

Z toho máme $m_1 g / S_1 = m_2 g / S_2$, po úprave pre najmenšiu hmotnosť m_1 opravára, aby na zdviháku bola rovnováha, platí

$m_1 = m_2 S_1/S_2$. Dosadením hodnôt veličín, ak uvážime, že $2\,800\text{ cm}^2 = 0,28\text{ m}^2$, $1\text{ t} = 1\,000\text{ kg}$, dostaneme

$$m_1 = 1\,500\text{ kg} \cdot 0,28\text{ m}^2/6,0\text{ m}^2 = 70\text{ kg}. \quad 4b$$

- b) Na zdvíhanie auta bude potrebná väčšia hmotnosť $m > m_1 = 70\text{ kg}$, lebo pre pohyb hydrauliky bude potrebné prekonať silu trenia oboch piestov ako aj trenie olejovej náplne. Proti dvíhaniu zdvihákom bude pôsobiť aj rozdiel hmotností oboch zaťažených plošín. 3b

- c) Na princípe hydraulického zdviháka je založená činnosť brzdového a spojkového systému automobilu, injekčná striekačka, hydraulické nožnice záchranárov atď. 3b

2. Výstup na vrchol K2 v Himalájach

- a) Atmosférický tlak sa s nadmorskou výškou znižuje a tým sa znižuje aj teplota varu vody. V nadmorskej výške 7 755 m je tlak vzduchu okolo 37 kPa (čo je takmer tretina vzduchu na úrovni morskej hladiny 100 kPa) a pri tomto tlaku vrije voda už pri teplote približne 82 °C. Na tepelné spracovanie (uvarenie) mäsa taj nízka teplota nestačí. Pri takejto teplote sa neuvarí ani vajce na tvrdo. 2b

- b) Na lepšie a rýchlejšie uvarenie potravín sa používa tlakový hrniec. Hrniec je tesne uzatvorený špeciálnym vrchnákom, ktorý spôsobí, že pri vare vody nemôže para unikať a tlak v hrnci sa tak zvyšuje. Pri zvýšení tlaku sa zvyšuje aj teplota varu (napr. pri tlaku 200 kPa, čo je dvojnásobok normálneho atmosférického tlaku, je teplota varu vody približne 130 °C). Maximálny tlak a tým aj teplotu varu zabezpečuje tlakový ventil umiestnený vo vrchnáku. Takéto zvýšenie teploty varu umožní jednoducho a rýchlo uvariť mäso a iné potraviny. *Pozn.: Podobne v horúcovodoch pre diaľkové vykurovanie prúdi voda s teplotou až 120 °C. Aby sa voda v potrubí nevarila a nevznikala para, je v potrubí zvýšený tlak podobne ako v tlakovom hrnci.* 2b

- c) Keďže v základnom tábore vrije voda pri nižšej teplote ako v menšej nadmorskej výške, voda začne vriieť skôr v základnom tábore, ale pri nižšej teplote. 1b

- d) Pokiaľ sme dlhšiu dobu na jednom mieste zemského povrchu, tlak v dutinách našej lebky je rovnaký ako tlak vzduchu okolo nás. Keď začneme rýchlo klesať do menšej

nadmorskej výšky, tlak okolo nás sa zvyšuje, ale tlak v dutinách hlavy zostáva rovnaký. Tento nerovnovážny stav spôsobuje nevoľnosť, alebo zaľahnutie v ušiach. Tlak v hlave s atmosférickým tlakom vyrovnáme tak, ak poriadne otvoríme ústa, prehltáme alebo zívame. 2b

- e) Napríklad pri pristávaní lietadla, zoskoku s padákom (najmä vo fáze voľného pádu parašutistu), kedy sa veľmi rýchlo mení nadmorská výška; pri rýchlom ponáraní potápačov pod hladinu mora (jazera) a pod. 1b
- f) Eustachova trubica spája dutinu stredného ucha s nosohltnom. Slúži na vyrovnávanie vnútroušných tlakov - umožňuje vyrovnávať náhle tlakové zmeny medzi atmosférickým tlakom a tlakom v strednom uchu. Pri prehltaní alebo otvorení úst dokorán sa otvára a vyrovnáva tlak v stredoušnej dutine. Práve vďaka tomuto orgánu prestaneme mať nepríjemné pocity (zaľahnuté v ušiach). Eustachova trubica je na strane dutiny ústnej uzatvorená záklopkou, ktorá bráni prenikaniu tekutín z ústnej dutiny do stredného ucha. Pri zvýšení okolitého tlaku záklopka bráni prenikaniu vzduchu do stredného ucha a na ušnom bubienku vzniká tlakový rozdiel, ktorý sa prejavuje až bolesťou. Pri poklese okolitého tlaku záklopka kladie menší odpor, a preto sa tlak samovoľne vyrovnáva a ťažkosti sa spravidla neprejavujú. Problémy s vyrovnávaním tlaku sa prejavujú najmä pri potápaní bez prístroja alebo pri pristávaní lietadla. 2b

3. Podvodný hokej

- a) Pre výber vhodného puku je dôležitá hustota telies v porovnaní s hustotou vody, v ktorej sa hráči a puk nachádzajú. 1b

Z MF tabuliek alebo internetu vyhľadáme hustoty polystyrénu $\rho_p = 906 \text{ kg/m}^3$, olova $\rho_o = 11\,340 \text{ kg/m}^3$ a vody $\rho_v = 1\,000 \text{ kg/m}^3$. 1b

Telesá, ktorých hustota je väčšia ako hustota vody, klesajú ku dnu bazéna. To platí pre puk z olova, preto si ho vyberajú hráči UWH.

Telesá, ktoré majú menšiu hustotu ako voda, sú vytláčané vztlakovou silou na hladinu vody, plávajú (časť telies je vynorená nad hladinu). To platí pre puk z polystyrénu. Ak by nebolo jazero zamrznuté a ľad nebránil vynoreniu puku, plával by na vode. V tomto prípade je však puk z polystyrénu pritláčaný na spodný povrch ľadovej vrstvy. 3b

- b) Rozmery jedného ľadového kvádra sú $a = 2,0 \text{ m}$, $b = 1,5 \text{ m}$ a $c = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$.

Objem ľadového kvádra $V_1 = a b c = 0,90 \text{ m}^3$. Boli však vyrezané dva kvádre.

Celkový objem V vyrezaného ľadu $V = 2 V_1 = 1,8 \text{ m}^3$.

Hmotnosť ľadu $m = \rho V = 917 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,8 \text{ m}^3 \approx 1650 \text{ kg}$ (hustota ľadu $\rho_L = 917 \text{ kg/m}^3$).

Puk môže byť vyrobený aj z ľadu, pretože má menšiu hustotu ako voda, teda by neklesal ku dnu, čo je potrebné pre UWH. Vzhľadom na malý rozdiel hustoty ľadu

a vody je prítlačná sila k spodnej strane ľadu malá, čo by robilo ťažkosť pri hre. Z praktického hľadiska by bola ďalej pri hre nevýhodná priehľadnosť ľadového puku.

3b

- c) Z tabuliek alebo internetu zistíme, že hustota vody pri teplote 2 °C je 999,9 kg/m³. Je to väčšia hustota ako pri 20 °C. Najväčšiu hustotu 1 000 kg/m³ má voda pri teplote približne 4 °C.

2b

4. Námorné lode

- a) Voda v rôznych jazerách a moriach môže mať rozličnú teplotu a rozličnú hustotu, ktorá je závislá najmä od obsahu soli, príp. iných minerálnych látok (salinita). Obsah soli v jazerách (sladké vody) je zanedbateľný, priemerný obsah soli v moriach je však 3,5 %. Hustota morskej vody $\rho = (m_1 + m_2)/V$, kde m_1 je hmotnosť vody a m_2 hmotnosť minerálov (solí) v objeme V morskej vody. Najvýznamnejšia fyzikálna charakteristika vodných plôch z hľadiska plavby lodí je ich hustota. Celá plavebná dráha lode prechádza vodnými plochami v teplotnom pásme okolo 28 °C. Hustota vody je preto najvýraznejšie ovplyvnená rôznym obsahom soli.
- 3b
- b) Loď má ponor závislý od hustoty vody príslušnej vodnej plochy. Loď má najväčší ponor vo vode s najmenšou hustotou. S rastúcou hustotou vody sa ponor lode znižuje. Zdôvodnenie: podľa Archimedovho zákona, loď je nadľahčovaná silou, ktorá je rovná tiaži vody telesom vytlačenej. To znamená, že objem V ponorenej časti lode s hmotnosťou m (loď + náklad) $V = m / \rho_v$, kde ρ_v je hustota vody. Čím je hustota ρ_v väčšia, tým je ponor V menší.
- 3b
- c) Približné hodnoty salinity vodných plôch na plavebnej trase: Atlantický oceán 3,7 % (najväčšia hustota), Karibské more 3,6 %, Gatunské jazero 0 % (je naplnené vodou z riek, najmenšia hustota), Tichý oceán 3,3 %.
- 2b
- d) Ako vyplýva z b) a c) najmenší ponor lode na plavebnej dráhe bude v Atlantickom oceáne (New York), o niečo väčší bude v Karibskom mori, ešte väčší v Tichom oceáne a najväčší v Gatunskom jazere. Pri rovnakom ponore $V = m / \rho_v$ väčší náklad m loď unesie vo vode s čo najväčšou hustotou ρ_v , tzn. v rámci danej trasy v Atlantickom oceáne.
- 2b

5. Ťažisko – experimentálna úloha

- a) Ťažnica – zvislá priamka prechádzajúca v stave statickej rovnováhy bodom zavesenia a ťažiskom. V ťažisku sa pretínajú všetky ťažnice.
- c) Dosku treba zavesiť v určitom bode a z tohto bodu nechať visieť ešte voľný koniec nite. Voľný úsek nite má smer ťažnice – podľa neho sa zakreslí ťažnica. Na priesečníku minimálne dvoch rôznych ťažníc je ťažisko.
- e) Za geometrický stred Slovenska sa považuje vrch Hrb, ktorý je súčasťou pohoria Poľana.

Celkove 10 b

56. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie G

Autor úloh: Ivana Škorecová (1), Michaela Reichelová (2), Monika Hanáková (3), Mária Siptáková (4), Lubomír Konrád (5)
Recenzia a úprava úloh: Daniel Kluvanec, Ivo Čáp
Redakcia: Daniel Kluvanec
Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014