

Vzorové riešenia 3. série letnej časti

**Príklad 1** (opravovala Majka Hanulová)

Zvuk je pozdĺžne kmitanie vzduchu. Ako tak kmitá, sú tam miesta, kde je molekúl viac a miesta, kde ich je menej a tieto miesta sa stále menia. V nafúknutej krabičke od džúsu je vzduch. Keď na ňu skočíme, zväčšíme tlak vzduchu vnútri až tak, že krabička to nevydrží a praskne. Praskne na tých najmenej pevných miestach, to je tam, kde je zlepená. Z krabičky vtedy veľmi rýchlo pod veľkým tlakom unikne vzduch. Molekuly tohoto vzduchu pod veľkým tlakom a veľkou rýchlosťou narazia do molekúl okolo krabičky a tie do tých ešte kúsok ďalej a takto sa vysoký tlak šíri stále ďalej, až prídě niekomu do ucha. Tento šíriaci sa tlak sa volá tlaková vlna. Ten vzduch, čo unikne z krabičky, sa nedostane až k nám do ucha (to by sme so zvukom cítili aj vietor), dostane sa doň iba tlak.

*Bodovanie:* v podstate ste to mali všetci za 5 b - stačilo popísať, čo sa deje a čo pritom vytvára zvuk; za riešenia, ktoré len popísali, čo sa deje pri skočení na krabičku sú 3 b; za riešenia, ktoré hovoria o rozlepaní krabičky 1b.

**Príklad 2** (opravoval Stano Guňár)

Použil som hrubostenné keramické šálky a na porovnanie tenkostenný kovový hrnček. Obe s objemom 250 ml. Zavrácací teplomer s rozsahom 105 °C, jeden dielik 1 °C, odchýlka 0,5 °C a digitálne stopky. Pracoval som s vodou, pretože má rovnaké vlastnosti ako čaj. Vždy som si vodu nechal zovrieť, to znamená, že mala vždy 100 °C.

Najskôr som zmeral porovnanie materiálov pri voľnom chladnutí za jednu minútu.

Kovový hrnček	Keramická šálka	Sklenený pohár
85 °C	74,5 °C	po 2 prasknutých ma to prestalo baviť

Prelievanie:

Počet šálok	t po jednej min.	výška liatia
2	68 °C	0 cm
2	65 °C	15 cm
2	62 °C	30 cm
3	62 °C	0 cm
4	55 °C	0 cm
2 s ochladz.	57 °C	0 cm
3 s ochladz.	49 °C	0 cm
4 s ochladz.	40 °C	0 cm

Efektívnosť chladenia vody je závislá na počte použitých šálok, výške, z akej sa voda leje, priebežnom ochladzovaní šálok napr. v studenej vode. Okrem toho na materiále a objeme nádob a na povrchu, aký má kvapalina v nádobe. V kovovej nádobe voda chladne pomalšie preto, lebo kov síce prijme teplo rýchlejšie, ale dokáže ho prijať podstatne menej ako keramika. Vzduch odoberá teplo oveľa pomalšie, ako steny nádoby, pretože má veľmi nízku tepelnú vodivosť.

*Každý máte napísané aj čiastočné bodovanie. Prvé číslo je za počet uskutočnených meraní a rozsah teplôt (max 2), druhé za popis najefektívnejšieho spôsobu chladenia (max 2)*

*a tretie je za popis použitých pomôcok a za môj celkový dojem (max 1). Okrem toho má pár z vás bonus za myšlienku a spracovanie, ktoré sa mi páčili (max 0,5).*

**Príklad 3** (opravoval Roman Kováčik)

Na začiatku sa chcem ospravedlniť všetkým, ktorých zmiatlo nešťastne chybné zadanie. Jednotky tlaku mali byť hPa (nie kPa). Takže máme k dispozícii nasledovné údaje. Teplota varu vody stúpa s tlakom, pri tlaku 90 kPa je  $t_v$  96,8 °C a keď trochu porozmýšľame, tak získame ďalší údaj. Teplota varu vody pri tlaku 101,3 kPa (normálny tlak) je 100 °C. Na získanie lineárnej závislosti  $t_v = ap + b$ , kde  $t_v$  je teplota a  $p$  je tlak nám stačia dve dvojice hodnôt. Teda platí  $96,8 °C = 90 kPa \cdot a + b$  a  $100 = 101,3 \cdot a + b$  (°C). To sú dve rovnice s dvomi neznámymi  $a, b$ . Ich vyriešením dostaneme hodnoty  $a = 0,283 °C \cdot kPa^{-1}$  a  $b = 71,3 °C$ . Teplota varu vody v kuchte pri tlaku 130 kPa po dosadení do nášho vzťahu vyjde  $t_{130 kPa} = (0,283 \cdot 130 + 71,3) °C = 108 °C$ .

*Bodovanie:* vzhľadom na chybu v zadaní bolo bodovanie veľmi mierne a body som strhával za nelogické kroky.

**Príklad 4** (opravoval Elenka Malkin)

Bohužiaľ dosť veľa z Vás počítalo s valčekom plávajúcim na vode (horná polovica valčeka je vo vzduchu, dolná je vo vode). Ale v zadaní bol valček, ktorý napol trčal z nádoby naplnenej vodou (podľa obrázka: pravá polovica je vo vode, ľavá vo vzduchu). Lenže tieto dva prípady sa nerovnajú! Ten rozdiel už vidíme napr. v hydrostatickom tlaku. Na valček umiestnený podľa zadania pôsobia: gravitačná sila - v oboch poloviciach je rovnako veľká a pôsobí rovnakým smerom - ich momenty sa vyrušia; vztlaková sila, ktorá je následkom rozdielu tlaku nad a pod telesom; hydrostatický a atmosférický tlak ktoré pôsobia kolmo na povrch valčeka (smerom k osi otáčania) - preto bude takto vzniknutá sila mať "rameno páky" rovné nule. A sila bez ramena nedokáže nič otočiť - iba posunúť. Valček sa točiť nebude. Samozrejme, ak bude kvôli zlému tesneniu nádoby voda vytekať von, alebo drevo bude vodu nasakovať, atď. môže sa valček začať točiť.

**Príklad 5** (opravoval Michal Priky Prikrler)

Aaaaahojte! Mnohí ľudia nepochopili zadanie v tom zmysle, že nerobili experiment s pohárom po okraj naplneným vodou. No išlo práve o to, zriešiť to takto a potom odhadnúť chyby svojho merania. Robili ste to mnohými spôsobmi, pričom boli korektné viac-menej všetky, len niektoré boli viac presné, iné menej. Asi najčastejšie spôsoby boli: do pohára po okraj naplneného opatrne vkladať špendlíky až po „bod vylitia“, t.j. až kým vám prvá kvapka neutiekla. A potom sa to už dalo robiť rôzne, no v každom prípade treba vedieť, koľko špendlíkov sme tam

nahádzali - N. Potom nám stačí zmerať výšku vypuklej hladiny v a vyrátať objem. Samozrejme rátame s objemom valca ( $V = S_p \cdot v$ ;  $v = 2\pi r \cdot r$ ;  $r$  - polomer nádoby), pretože pri väčších plochách hladiny (podstava pohára) tie zaoblené hrany nie sú až také ovplyvňujúce (no do diskusie to treba zahrnúť!). Objem nášho špendlíka potom už získame jednoducho vydelením získaného objemu počtom špendlíkov ( $V_s = V/N$ ). Takže môj experiment:

$$V = S_p \cdot v = 2\pi r v ; r = 15 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm} ; v = 2 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm} \Rightarrow V = 1413 \text{ mm}^3 ; N = 193 \Rightarrow V_s = V/N = 7,3 \text{ mm}^3.$$

Diskusia: Chyby v našom meraní sú spôsobené odchýlkami v meraní v a r a aj našim zanedbaním pri výpočte objemu vypuklej hladiny. Tak a to by bolo aj všetko. Tak zatiaľ ... . Majte sa krásne!

**Príklad 6** (opravoval Roman Kováčik)

Vychádzajme zo vzťahu pre odpor vodiča  $R = \rho L/S$  (1), kde  $\rho = 0,0267 \cdot 10^{-6} \Omega m$  je merný elektrický odpor hliníka, L jeho dĺžka a S jeho prierez. Pre objem vodiča tvaru valca platí  $V = LS$  (2). Vyjadrením si prierezu z rovnice (2)  $S = V/L$  (3) a dosadením do rovnice (1) dostaneme po úpravách pre dĺžku vodiča  $L = \sqrt{(RV/\rho)}$  (4). Vyjadrením dĺžky z rovnice (2)  $L = V/S$  (5) a dosadením do rovnice (1) dostaneme po úpravách pre prierez vodiča  $S = \sqrt{(V\rho/R)}$  (6). Keďže prierez vodiča je kruhového tvaru, pre jeho plochu platí  $S = \pi D^2/4$  (7), kde D je priemer vodiča. Po dosadení rovnice (7) do rovnice (6) dostaneme pre priemer vodiča  $D = \sqrt[4]{(16V\rho/R\pi)}$ . Po dosadení číselných hodnôt vyjde pre dĺžku vodiča  $L = \sqrt{(60 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} / 0,0267 \cdot 10^{-6})} m = 21 m$  a pre priemer vodiča  $D = \sqrt[4]{(16 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} / 0,0267 \cdot 10^{-6} / (60 \cdot \pi))} m = 0,11 mm$ . Bodovanie: takmer všetci ste to mali za 5 bodov.

**Príklad 7** (opravovala Michal Priky Prikrler)

Zdravím všetkých potápačov!:. Túto peknú úlohu ste zriešili všetci, no... niektorí zabudli spomenúť presnosť merania, no a iní zasa pozabudli na diskusiu, tak pre istotu je tu vzorové riešenie. Treba si hneď na začiatku uvedomiť, že my meriame len priemernú hustotu ľudského tela, lebo v tele sa nachádzajú „rôzne látky“, ako napr. kosti, svaly, krv, a veľa ľ vody. Asi všetci ste prišli na to, že priemerná hustota ľudského tela bude približne rovná hustote vody. Stretávame sa s tým každé leto, keď utekáme na kupkú a na jazerá. Nadýchnutý sa udržíme na vode, čiže vtedy musíme mať menšiu priemernú hustotu ako voda, no vydýchnutý alebo nedostatočne nadýchnutý ihneď klesáme pod hladinu. Ale pristúpme bližšie k pokusu. Asi najelegantnejším spôsobom je: napustiť vaňu do istej výšky (aby sme sa vedeli ponoriť) a ceruzkou zaznamenať hladinu. Potom sa vydýchnutý človek ponorí a tiež zaznačíme stav hladiny. A do tretice sa ešte ten istý človek ponorí, no nadýchnutý a zas si spravíme čiarku. Potom napustíme vaňu po prvú čiariočku a odmerným valcom alebo s niečím, čoho objem je presný a najmä známy, dolievame vodu po prvú a druhú čiariočku. Tak zistíme objem vydýchnutého a nadýchnutého človeka. A hustotu vyrátame podľa základného vzorca pre výpočet hustoty:  $\rho = m/V$ . A tak môj experiment s rodinkou :) :

Osoba	m	V vydýchnutej os.	V nadýchnutej os.	$\rho$ vydýchnutej os.	$\rho$ nadýchnutej os.
Mama	61 kg ± 0,5 kg	0,0603 m <sup>3</sup>	0,0635 m <sup>3</sup>	1011 kg / m <sup>3</sup>	960 kg / m <sup>3</sup>
Otec	83 kg ± 0,5 kg	0,0815 m <sup>3</sup>	0,0876 m <sup>3</sup>	1018 kg / m <sup>3</sup>	947 kg / m <sup>3</sup>
Ja	71 kg ± 0,5 kg	0,0699 m <sup>3</sup>	0,0740 m <sup>3</sup>	1016 kg / m <sup>3</sup>	959 kg / m <sup>3</sup>

Diskusia: Po nameraní hodnôt a ich spriemerovaní sme prišli k neočakávanému záveru :). Hustota vydýchnutého človeka je väčšia ako hustota nadýchnutého, ba dokonca aj ako hustota vody - jeho objem sa zmenší o vydýchnutý vzduch, pričom sa jeho hmotnosť takmer nezmení. A nadýchnutý človek je nadnášaný práve vďaka menšej hustote ako je hustota vody. Naše výsledky mohli ovplyvniť odchýlky pri zisťovaní objemu odmerného valca, t.j. nepresným odčítaním hodnôt. No a ... to je už asi ozaj všetko. Paaaa!

**Príklad 8** (opravoval Majka Hanulová)

Prietok je množstvo vody, ktoré pretečie celým prierezom rieky za sekundu. Dá sa spočítať ako súčin rýchlosti a obsahu prierezu rieky. Na spočítanie prietoku z takéhoto obrázku je viac spôsobov, no niektoré sú presnejšie. Opíšem najprv najpresnejší dostupný a potom tie ostatné. Vypočítame prietok každou oblasťou zvlášť a potom prietoky spočítame. Čiary, ktoré sú nakreslené na obrázku v zadaní sú ako vrstevnice na mape - udávajú, kde všade rieka tečie rovnako rýchlosťou. Úplne pri brehu voda takmer stojí, no my budeme počítať s tým, že stojí úplne. Budeme predpokladať, že v oblastiach medzi čiarami sa rýchlosť mení rovnomerne. Vnútna oblasť je dosť široká na to, aby sa v nej rýchlosť ešte zmenila. Môžeme predpokladať, že v jej strede tečie voda rýchlosťou 2,1 m/s. Zistíme, aká je plocha každej oblasti a vynásobíme ju aritmetickým priemerom rýchlostí na jej hraniciach. Prietok cez jednu oblasť teda bude  $Q = S(v + V) / 2$ , kde S je plocha oblasti a v, V sú rýchlosti na jej hraniciach. Plochy oblastí sa dajú dosť presne zistiť, keď ich prekrúsime na milimetrový papier a spočítame štvorcíky. Niekoľko z vás to urobilo, takže použijem vaše údaje, konkrétne údaje Vlada Božu. Oblasti číslujem od stredu. Plochy sú  $S_1 = 0,29 m^2$ ,  $S_2 = 0,84 m^2$ ,  $S_3 = 1,23 m^2$ ,  $S_4 = 1,58 m^2$ ,  $S_5 = 2,56 m^2$ . Prietoky sú  $Q_1 = 0,29 m^2 \cdot (2,1 m/s + 1,9 m/s)/2 = 0,58 m^3/s$ ,  $Q_2 = 1,512 m^3/s$ ,  $Q_3 = 1,968 m^3/s$ ,  $Q_4 = 2,212 m^3/s$ ,  $Q_5 = 1,664 m^3/s$ . Dokopy je to 7,936 m<sup>3</sup>/s. Za tento spôsob počítania bolo 5 b. Menej presný spôsob je taký, keď predpokladáme, že rýchlosť je rovnaká v celej oblasti, medzi dvomi čiarami. Za tento spôsob bolo 4,2 b. Ďalším, oveľa menej presným spôsob je ten, kde najprv spravíme priemer rýchlostí a potom ho násobíme obsahom celého prierezu rieky. Za tento spôsob boli 3 b. Rôznymi rýchlosťami totiž tečie rôzne množstvo vody (plochy sú rôzne veľké) a preto má každá rýchlosť inú váhu (dôležitosť) pri počítaní priemeru. Niektorí si to uvedomili a tí dostali 4 b. Menej ako tri body dostali tí, čo nie celkom vedeli, čo je to prietok a preto väčšinou počítali niečo iné, čo nemalo nejaký fyzikálny význam.