Vzorové riešenia 4. série úloh

Pikofyz, 8. ročník www.p-mat.sk/pikofyz šk. rok 2005/2006

Príklad 1 – Nepokojná múka *opravoval Tomáš „Tomino“ Jediný*

Ak ste si spravili aj pokus, čo však nebolo nutnosťou, mohli ste pozorovať, že múka sa prášila už keď ste pohár tlačili do múky. Keď ste začali pohár pomaly vtláčať do múky, tlak vo vnútri pohára rástol. Keďže múka je sypká látka a medzi jej zrniečkami sú medzery, nie je múka vzduchotesná. Vďaka tomu narastajúci tlak v pohári spôsobí, že sa bude pomedzi zrnká múky drať vzduch von. Jeho prúdenie však nebude rovnomerné, niekde bude prúdiť rýchlejšie, inde pomalšie. Preto tam, kde bude prúdiť rýchlejšie, začne prúd vzduchu unášať zrnká múky a tie sa začnú víriť. Keď toto ustane, môžeme jemne pohrkať nádobou, aby sa prípadné kanáliky v múke určite zasypali. Keď začneme pohár vyťahovať, bude sa diať niečo veľmi podobné. V pohári začne vznikať podtlak, ten sa bude podobne ako pretlak spomínaný vyššie kompenzovať tak, že cez múku začne dnu prúdiť vzduch. Tam, kde bude prúdiť rýchlo, začne unášať múku a tá začne víriť v pohári.

Na celú časť so zatláčaním pohára do múky sme sa síce nepýtali, ale na pochopenie princípu dosť pomôže, pretože to spolu súvisí. A kto to mal dobre vysvetlené, sa zvyčajne nemýlil ani v prípade vyťahovania.

To, ako veľmi bude múka víriť a tento jav bude pozorovateľný, bude ovplyvnené hlavne tým, aká bude múka (tj. hladká, polohrubá, hrubá, či náhodou nebude trochu navlhnutá, ...)

Bodovanie: Za úplný a správny postup 5bodov (časť so zasúvaním pohára samozrejme byť nemusela). Ak bolo spomenuté, že tam bude rozdielny tlak, ale zle vysvetlené prúdenie do -2 bodov. Iné chyby v zdôvodnení – podľa závažnosti.

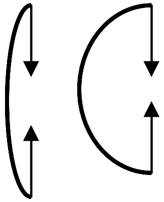
Príklad 2 – Pevnosť škrupinky *opravoval Matej „Matt“ Duník*

Najťažšou úlohou pre mňa bolo zohnať výfučky (mama nechcela dať), no nakoniec sa mi to podarilo (som ju presvedčil), takže som sa do toho mohol pustiť. Priebeh samotného experimentu bol celkom jednoduchý. Vajíčko na stole, naň som položil misku. Snažil som sa ju pridržiavať len zo strán (ako to len išlo) a mama mi do nej prilievala vodu (už bola zvedavá, čo to vlastne robím, tak som ju zamestnal). Voda pribúdala pomaličky a keď vajíčko prasklo, tak som hmotnosť misky odvážil. A odvážená hmotnosť je približne horná hranica. A teraz k výsledkom:

Vajíčko položené na dĺžku:		Vajíčko položené na výšku (alebo postavené?)	
číslo merania	hmotnosť	číslo merania	hmotnosť
1	2,75 kg	1	2,6 kg
2	2,1 kg	2	2,4 kg

Hmm, čo z experimentu vyplýva.

1. že vajíčko vydrží viac ako som si myslel (viac ako 2 kg som fakt nepredpokladal)
2. že veľmi závisí od nemeraných faktorov (rôzne vajíčka, rôzne dierky...)
3. priemerná hmotnosť pri položenom vajíčku je menšia ako pri „postavenom“, čo som predpokladal a čomu som veril, ale experiment mi to nepotvrdil na 100% - len sa pozrite na tie rozdielne hodnoty. Celkom to mohla byť náhoda, keďže som meral len pre 2 vajíčka



Čo by sa dalo zlepšiť: No hlavne merať viackrát. (ale kto si to dnes môže dovoliť, zjesť toľko praženíc?...), možno zohnať čo najpodobnejšie vajíčka (od tej istej sliepky?) s čo najpodobnejšími dierkami (no neviem ako) a celkovo je to ťažké dôjsť k relevantným výsledkom. Ale čosi sa určite dá namerať.

No a prečo si myslím, že na ležato by malo vajíčko vydržať menej? Kvôli zakriveniu škrupinky. Skúste si zobrať kovovú tyč (napr. ihlicu na pletenie) a tlačiť na jej konce. Kedy sa bude ľahšie ohýbať – keď je trochu ohnutá, alebo keď je veľmi ohnutá?

Bodovanie: Správne riešenie 5 bodov, neopakovanie experimentu -1 b, iba teoretické vysvetlenie max. 2,5 bodu. Ďalšie chyby podľa závažnosti.

Príklad 3 – Nevytekajúca tekutina *opravoval Martin „Logik“ Lauko*

Pripomeňme si, čo vlastne chceme vysvetliť. Peťo fľašu plnú vody zazátkoval, otočil hore dnom a ponoril pod hladinu vody v nádobke. Potom fľašu otvoril. Čo pozoroval? Najlepšie urobíme, keď si to vyskúšame. Jednoduchým experimentom si overíme, že z fľaše voda naozaj nevyteká. Hladina vody vo fľaši zostáva nad úrovňou hladiny vody v nádobke. Ako je to možné?

Niektorí ste tvrdili, že do fľaše nemá kadiaľ vojsť vzduch, ktorý by vyplnil miesto po odtečenej vode. To však nevadí – spomeňme si na pokus pána Torricelliho. Ten robil s ortuťovými trubicami. Od určitej výšky kvapalinového stĺpca sa v nich vytváralo vákuum. Stĺpec ortuti pôsobil na hladinu vo väčšej nádobe presne rovnakým hydrostatickým tlakom ($p_H = h.\rho.g$) ako bol atmosférický tlak (p_A). Ak by bol stĺpec ortuti vyšší, vytiekla by, pretože by ju nemalo čo držať tak vysoko.

Čo sa ale udeje v našom prípade? Keď odzátkujeme fľašu, „zazátkuje“ atmosférický tlak. Ako? Rovnováha $p_A = p_H$ nastáva pri vodnom stĺpci vysokom asi 10 m. Keďže takúto vysokú fľašu zrejme nemali, vodný stĺpec bol nižší a tak $p_A > p_H$. Hydrostatický tlak vody je menší, takže voda z fľaše nemôže uniknúť. Aby sa tlaky vyrovnali, musela by voda vystúpiť vyššie. Do fľaše sa však viac nezmestí a tak sa hladina vody nezmení.

Bodovanie: Za úplné a správne zdôvodnenie 5 bodov, menšie chyby –0,5 bodu, odvolávanie sa na rovnováhu tlakov max. 3,7 b., čiastočne správne riešenie 2,5 b., zdôvodnenie cez podtlak 1 bod.

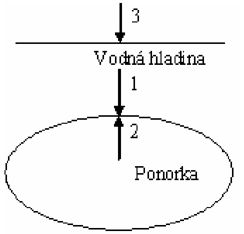
Príklad 4 – Záhadný alobal *opravovala Anka Zahoranová*

Ahojte! Prečo sa teda alobal používa ako izolant voči unikajúcemu teplu, keď je vlastne vyrobený z hliníka, ktorý je ako kov dobrým vodičom? Je viac možností, ako sa teplo môže šíriť. Jedným z nich je priamy kontakt predmetov, pričom sa ich teploty vyrovnávajú. Pri ňom je alobal dobrým vodičom tepla. Ale teplo sa môže šíriť aj prúdením vzduchu. A tomu alobal zabraňuje. Posledným spôsobom šírenia tepla je, podobne ako pri svetle, žiarenie. Keď je nejaký teplý predmet obalený alobalom, tepelné žiarenie, ktoré vyžaruje, sa od lesklého povrchu alobalu odráža podobne ako svetelné lúče od povrchu zrkadla. Teplo ostáva vnútri.

Keďže väčšina z vás rozoberala situáciu koláčika v rúre, pozrime sa ešte, čo vlastne spôsobuje ten víťaz alobal pri pečení. Dávame koláč do plechu. Zospodu a z bokov ho chráni hrubá vrstva plechu. Treba, aby sa najskôr zohrial on, takže kým sa začne piecť aj koláč, trvá to dlhšie ako navrchu, keďže tam nič nebráni prístupu tepla ku koláču. Vrch by sa začal pripaľovať. A tu nastupuje na scénu alobal, ktorým celé dielo prikryjeme. Aj keď je tenší ako plech, má tú vlastnosť, že teplo odráža a bráni prúdeniu vzduchu, preto má podobný efekt ako plech. Ešte by sme mohli nastaviť pečenie len zospodu, ale to by trvalo dlho a koláč by príliš vyschol. Cez alobal sa tiež nedostane voda, bráni tak vysychaniu. Preto ak chceme navrchu chrumkavú kôrku, alobal na chvíľu odstránime. Dobrú chuť!

Bodovanie: najčastejšia chyba bola tá, že ste rozoberali len príklad alobalu na koláči a nie alobalu ako izolácie, tak všeobecne. Tam potom vyvstal problém, čo od čoho, a prečo vlastne izolovať, respektíve v ktorej fáze pečenia. Toto vás často odviedlo od podstaty problému, ktorým bol spôsob izolácie. Ale v konečnom dôsledku sa tam aspoň nejaké riešenie vyskytlo. Za obe ste získali 5b. Za jedno boli 3b, o niečo menej bodíkov ste dostali, ak niečo nebolo dostatočne vysvetlené.

Príklad 5 – Potopená ponorka *opravoval Matúš Svrček*



Keď sa ponorka ponorí, na jej steny pôsobia tieto tlaky:

- hydrostatický tlak vodného stĺpa, ktorý je nad ňou(ten pôsobí v smere do ponorky, šípka 1)
- tlak vzduchu v ponorke (ten pôsobí v smere von z ponorky, šípka 2)

Okrem toho na hladinu vody pôsobí atmosférický tlak (šípka 3).

Steny ponorky vydržia tlak 12,75 MPa. To znamená, že rozdiel tlakov pôsobiacich na stenu môže byť najviac 12,75 MPa.

Tlak v ponorke (2) je rovnako veľký ako tlak nad hladinou (3), ale pôsobia v opačnom smere takže sa rušia. Takže tlak vodného stĺpca (1) môže byť najviac 12,75 MPa. V akej hĺbke je takýto tlak?

V hĺbke h má hydrostatický tlak veľkosť $p = h \,.\, \rho \,.\, g$. Potrebujeme vedieť, v akej hĺbke bude mať veľkosť p_m.

$p_m = h \,.\, \rho \,.\, g \qquad / : (\rho \,.\, g)$

$h = p_m / (\rho \,.g)$= (12750000 / (1020 . 10)) m = 1250 m

Teda maximálna hĺbka, do ktorej sa ponorka môže ponoriť, je 1250 m. Ak sa ponorí hlbšie, steny tlak nevydržia a prasknú (ponorka exploduje). Ako skončí posádka si domyslite ;).

Bodovanie: 2b za popísanie situácie (1b za úvahu o tlaku v ponorke, 1b za uvažovanie tlaku nad hladinou mora), 2b za výpočet hĺbky, 1b za správnu odpoveď, že steny ponorky prasknú. Číselné chyby, chyby pri úprave rovníc - 0,3 bodu. Drobné chyby -0,1 bodu.

Príklad 6 – Žofkina socha *opravoval Dano Pastor*

Keď je zariadenie ponorené vo vode, pôsobia naňho dve sily: gravitačná F_g v smere zvislo nadol a vztlaková F_{vz} v smere zvislo nahor. Aby sa zariadenie vo vode vznášalo, musia byť tieto dve sily v rovnováhe, teda musia mať rovnakú veľkosť.

Označme si: m_{zar} hmotnosť celého zariadenia (sochy+korku); V_{zar} objem celého zariadenia; ρ_{more} hustotu morskej vody – tá je rovnaká ako v príklade č.5, teda ρ_{more} = 1020 kg/m^3; g = 10 N/kg . Pre veľkosť gravitačnej sily F_g platí $F_g = m_{zar} \cdot g$. Pre veľkosť vztlakovej sily F_{vz} platí (podľa Archimedovho zákona) $F_{vz} = V \cdot \rho_{more} \cdot g$, kde V je objem ponorenej časti. Ak má byť ale <u>celé</u> zariadenie pod hladinou, tak je $V = V_{zar}$, a preto $F_{vz} = V_{zar} \cdot \rho_{more} \cdot g$.

Označme si ešte: m_s hmotnosť sochy, V_s objem sochy, ρ_s hustotu látky z ktorej bola zhotovená socha, m_k hmotnosť korku, V_k objem korku, ρ_k hustotu korku. Z týchto veličín máme zadané: m_s = 200 kg, ρ_s = 8500 kg/m^3, ρ_k = 250 kg/m^3. Navyše vieme, že $m_{zar} = m_s + m_k$, $V_{zar} = V_s + V_k$, $m_s = \rho_s \cdot V_s$, $m_k = \rho_k \cdot V_k$.

Objem sochy V_s vieme ľahko vypočítať: $V_s = m_s : \rho_s$ = 200 kg : (8500 kg/m^3) ≈ 0,02353 m^3.

Tak sa ešte pokúsime vypočítať objem korku V_k . (Potom už ľahko dopočítame objem celého zariadenia: $V_{zar} = V_s + V_k$.) Vieme, že má platiť rovnosť $F_g = F_{vz}$. Tak si vyjadríme obidve sily len pomocou známych veličín a jedinej neznámej veličiny V_k . Dostaneme:

$$F_g = m_{zar} \cdot g = (m_s + m_k) \cdot g = (m_s + \rho_k \cdot V_k) \cdot g = (200 \text{ kg} + 250 \text{ kg/m}^3 \cdot V_k) \cdot 10 \text{ N/kg}$$

$$F_{vz} = V_{zar} \cdot \rho_{more} \cdot g = (V_s + V_k) \cdot \rho_{more} \cdot g = (0{,}02353 \text{ m}^3 + V_k) \cdot 1020 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg}$$

a teda platí

$$(200 \text{ kg} + 250 \text{ kg/m}^3 \cdot V_k) \cdot 10 \text{ N/kg} = (0{,}02353 \text{ m}^3 + V_k) \cdot 1020 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg}$$

Z tejto rovnice si vypočítame neznámy objem korku V_k:

$$200 \text{ kg} + 250 \text{ kg/m}^3 \cdot V_k = (0{,}02353 \text{ m}^3 + V_k) \cdot 1020 \text{ kg/m}^3$$

$$250 \text{ kg/m}^3 \cdot V_k - 1020 \text{ kg/m}^3 \cdot V_k = 0{,}02353 \text{ m}^3 \cdot 1020 \text{ kg/m}^3 - 200 \text{ kg}$$

$$-770 \text{ kg/m}^3 \cdot V_k = -176 \text{ kg}$$

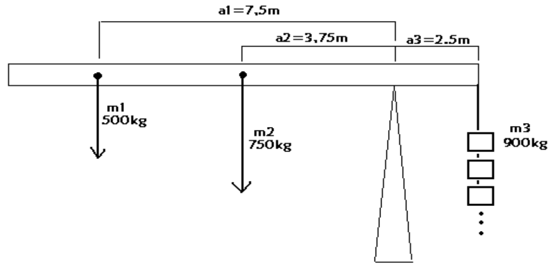
a z toho je V_k = 176 kg : (770 kg/m^3) ≈ 0,22857 m^3.

Takže objem celého zariadenia je $V_{zar} = V_s + V_k$ ≈ 0,02353 m^3 + 0,22857 m^3 = **0,2521 m^3**.

Bodovanie: Za uvedenie fyzikálneho princípu riešenia 1 bod. Za zostavenie rovnice pre V_{zar} alebo V_k 2 body. Za výpočet V_{zar} 1,5 boda. Za samotný správny výsledok 0,5 boda.

Príklad 7 – Žeriav *opravovala Zuzka BTW Batmendijnová*

Rameno žeriava je vlastne dvojzvratná páka. Aby sa žeriav nepreklopil, musí na ramene vzniknúť rovnováha momentov síl. Pozrime sa, akými momentmi síl prispievajú jednotlivé zložky:



Rameno je podoprené v 1/5 svojej dĺžky, takže je rozdelené na 10m a 2,5m dlhé časti.

Závažie s hmotnosťou m_1 = 500kg pôsobí 2,5 m od konca ramena, čo je vo vzdialenosti a_1 =(12,5m-2,5m)-2,5m =7,5m od bodu otáčania. N kvádrov (kde N sa snažíme vypočítať) s hmotnosťou m_3= 900kg pôsobí vo vzdialenosti a_3 =2,5m od bodu otáčania. A teraz sa popasujme so samotným ramenom. Váži 750kg, ale kde pôsobí jeho tiaž? Jeho tiaž pôsobí v jeho ťažisku (!!!), čo je presne v strede, teda a_2=12,5m/2-2,5m = 3,75m od bodu otáčania. Väčšina z vás si toto neuvedomila, a aj keď do výpočtu nejako zakomponovala tiaž ramena, vôbec neuvažovala, kde tá tiaž pôsobí. A teraz k samotnej rovnosti momentov síl($M_1 = M_2$).

$m_1.g.a_1 + m_2.g.a_2 = N.m_3.g.a_3$

$N = (m_1.a_1 + m_2.a_2)/ m_3.a_3$

N = (500kg.7,5m+750kg.3,75m) / 900kg.2,5m = 2, 92 < 3

Aby sa žeriav nepreklopil, potrebujeme najmenej 3 kvádre.

Bodovanie: 2,5b za zostavenie (akejkoľvek) rovnice pre momenty síl, 1b za uvedomenie si, že tiaž ramena pôsobí v ťažisku, 1,5b za správne určenie ťažiska;)

Príklad 8 – Voda pre korytnačky *opravoval Vladimír „U$ama“ Boža*

Najprv si ukážeme fyzikálne korektný spôsob riešenia. Využijeme starý známy zákon zachovanie energie, tentokrát tepelnej, alebo ináč povedané vnútornej. Dá sa to urobiť viacerými spôsobmi. Označím si:

V – objem akvária; V_x – odobratý objem; ρ - hustota vody; c – merná tepelná kapacita vody; t_1 – teplota studenej vody; t_2 – teplota vriacej vody; t – požadovaná teplota

1. spôsob – kalorimetrická rovnica, teda množstvo tepla, ktoré prijala studená voda = množstvo tepla, ktoré odovzdala teplá voda, čiže:

$$(V-V_x)\rho(t-t_1) = V_x\rho(t_2-t)$$

2. spôsob – teplo, ktoré bolo potrebné na zohriatie vody v akváriu sa musí rovnať teplu, ktoré prijala voda v kanvici:

$$V \rho \,(t-t_1) = V_x \,\rho\, (t_2-t_1)$$

3. spôsob – vnútorná energia výslednej vody = súčtu vnútorných energií vriacej a studenej vody:

$$V \rho\, t = (V-V_x)\, \rho\, t_1 + V_x t_2$$

Všetky tieto rovnice po dosadení príslušných čísel a vyriešení dávajú výsledok V_x = 4 litre.

Ďalší menej fyzikálne správny spôsob je použiť zmiešavaciu rovnicu, ktorú si môžeme dovoliť použiť, lebo pracujeme stále s rovnakou látkou, v tomto prípade vodou. Potom dostávame vzťah:

$$(V-V_x)t_1 + V_x t_2 = Vt$$

Opäť dostaneme, že V_x = *4 litre*.

Bodovanie: Prehlásenia typu m = 4 litre, alebo 4 kg = 4 litre, toto si nemôžeme dovoliť, lebo na jednej strane rovnice máme hmotnosť a na druhej objem (čo sú rôzne veci!!!), strhával som za to 0,2 bodu. Niekedy ste nevysvetlili akú rovnicu používate, strhával som 1 bod, niektorí ste neuvažovali o tom, že keď z akvária odoberiem vodu, tak v akváriu ostane menej vody ako predtým, tam som strhával 2 body, ak ste používali zmiešavaciu rovnicu a nevysvetlili ste prečo ju môžete použiť, tak som strhol 0,2 bodu, a ešte za niektoré drobnosti som strhával 0,1-0,2 bodu