Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

PIKOFYZ

Vzorové riešenia 3. série

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

Príklad 1 – Dokonalá búrka *opravovala Zuzka „BTW“ Batmendijnová*

$v_{peťo} = 18$ km/h = 5 m/s $v_{archi} = 54$ km/h = 15 m/s $v_{zvuk} = 340$ m/s

$t_1 = 6$ min = 360 s ....čas, ktorý veslovali Peťo a Archi, kým neudrel blesk

$t_2 = 10$ s ....čas, za ktorý počul Peťo hrmenie od okamihu, keď udrel blesk

V čase, keď udrel blesk, bol Archi vzdialený od štartu	$s_{archi} = v_{archi} \,.\, t_1 = 15$ m/s . 360 = 5 400 m
a Peťo bol vzdialený od miesta štartu	$s_{peťo} = v_{peťo} \,.\, t_1 = 5$ m/s . 360 s = 1 800 m
Uvedomme si, čo znamená, že Peťo počul hrmenie o 10 sekúnd. Za 10 sekúnd stihol zvuk preletieť	$s_{zvuk} = v_{zvuk}.t_2 = 340$ m/s . 10s = 3400 m
Ale pozor! Peťo počas tých 10 sekúnd stále vesloval, takže tiež prešiel nejakú dráhu, smerom k miestu, kde udrel blesk. Konkrétne	$s_{posun} = v_{peťo}.\, t_2 = 5$ m/s . 10 s = 50 m

Zrekapitulujme si, čo sa stalo:

Peťo je po 6 minútach veslovania vo vzdialenosti 1800 m od miesta štartu. Udrie blesk. Po 10 sekundách prejde Peťo ďalších 50 m a hrmenie stihne prejsť 3400 m, vtedy sa zvuk hrmenia a Peťo stretnú. To znamená, že blesk v skutočnosti udrel 3400 m + 50 m = 3450 m od miesta, kde bol Peťo 6 minút po štarte.

Teda blesk udrel vo vzdialenosti 1800 m + 3450 m = 5250 m od miesta štartu. V tej chvíli sa Archi nachádzal 5400 m od miesta štartu, preto blesk Archiho nezasiahol.

Bodovanie: Za správne riešenie 5 b. Bod ste stratili, ak ste si neuvedomili posun Peťa počas tých 10 s, prípadne porovnávali vzdialenosť Archiho a blesku v rôznom čase. Pol bodu, ak ste nedostatočne vysvetlili, čo znamenajú vaše výsledky.

Príklad 2 – Hustota morskej vody *opravoval Dano Pastor*

Ak sud voľne pláva na hladine rieky/mora, sú sily F_g (gravitačná) a F_{vz} (vztlaková), ktoré naňho pôsobia, v rovnováhe – teda majú rovnakú veľkosť. Keďže hmotnosť suda m sa pri prechode z rieky do mora nezmenila, tak sa nezmenila ani veľkosť sily F_g ($F_g = m \cdot g$), a preto má vztlaková sila F_{vz1}, ktorá na sud pôsobila v rieke, rovnakú veľkosť ako vztlaková sila F_{vz2}, ktorá na sud pôsobila v mori.

Podľa Archimedovho zákona pre veľkosť vztlakovej sily F_{vz1} a F_{vz2} platí: $F_{vz1} = V_1 \cdot \rho_{rieka} \cdot g$ a $F_{vz2} = V_2 \cdot \rho_{more} \cdot g$, pričom V_1 je objem ponorenej časti suda v rieke, V_2 je objem ponorenej časti suda v mori, ρ_{rieka} je hustota vody v rieke a ρ_{more} je hustota vody v mori. Ak sa teda sily F_{vz1} a F_{vz2} rovnajú, tak platí: $V_1 \cdot \rho_{rieka} \cdot g = V_2 \cdot \rho_{more} \cdot g$.

Označme si objem suda ako V. Potom, podľa zadania, objem ponorenej časti v rieke je $V_1 = (82{,}4\ \% : 100\ \%) \cdot V = 0{,}824 \cdot V$ a objem ponorenej časti v mori $V_2 = (80\ \% : 100\ \%) \cdot V = 0{,}8 \cdot V$. Takto dostaneme rovnicu $0{,}824 \cdot V \cdot \rho_{rieka} \cdot g = 0{,}8 \cdot V \cdot \rho_{more} \cdot g$. Ak vydelíme obidve strany veličinami V a g, dostaneme rovnicu $0{,}824 \cdot \rho_{rieka} = 0{,}8 \cdot \rho_{more}$. Pritom hustota vody v rieke bola zadaná, $\rho_{rieka} = 1000$ kg/m^3. Takže teraz už ľahko vypočítame hustotu vody v mori:

$$\rho_{more} = 0{,}824 \cdot \rho_{rieka} / 0{,}8 = 1{,}03 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 1030 \text{ kg/m}^3$$

Bodovanie: Za správny číselný výsledok 0,5 b.; za fyzikálne vysvetlenie a výpočet od 1 b. (len výpočet pomocou nepriamej úmernosti, bez akéhokoľvek fyzikálneho zdôvodnenia) do 4,5 b (kompletné riešenie). Ak ste vychádzali z rovností vztlakových síl F_{vz1} a F_{vz2} , ale nezdôvodnili ste, prečo by sa mali rovnať, dostali ste za vysvetlenie spravidla 3 body.

Príklad 3 – Meniace sa bublinky *opravoval Oliver „Oli“ Porges*

Takže, príklad bol celkom jednoduchý, väčšina z vás to zvládla výborne. Že sa bublinky zväčšujú smerom k hladine, ste trafili skoro všetci, avšak dôležité je aj to, či viete prečo. Jednou stranou mince je hydrostatický tlak, ktorý sa so zmenšujúcou hĺbkou taktiež zmenšuje.

Druhá podstatná vec, na ktorú ste však väčšinou pozabudli, je stlačiteľnosť vzduchu. Napríklad keby vzduch bol nestlačiteľný, tak by sa bublinky nezmenšovali a nezväčšovali. Ale on stlačiteľný je a tak sa tlak plynu v bublinke dokáže vyrovnať okolitému tlaku vo vode tým, že sa zväčší.

Bodovanie: 3b boli za to že sa bubliny zväčšovali a mohol za to tlak vody. Ďalšie dva body boli za odvodenie vplyvu hydrostatického tlaku, či už zo vzorca ($p = \rho.g.h$), alebo slovne a za upozornenie na vlastnosti plynov (rozpínavosť a stlačiteľnosť).

Príklad 4 – Cirkusanti v akcii *opravoval Martin „Logik“ Lauko*

Ako väčšina z vás správne zistila, hmotnosti cirkusantov boli 90, 15 a 30 kg (zľava). Základná myšlienka o nerovnoramenných pákach (hornej a dolnej) bola správna. Cirkusantov si označíme 1, 2 a 3, ako majú na tričkách v zadaní. Ako mal teda vyzerať presný výpočet?

Najskôr sme museli určiť, ktorý z artistov je ten najľahší: aj keď to vyzerá jednoducho, treba to dobre odôvodniť. Buď to vyplynulo z výpočtu, alebo slovne – pri rovnováhe na páke teleso s menšou hmotnosťou musí mať väčšiu vzdialenosť od osi otáčania. Na hornej páke to nemôže byť 1 (je bližšie), musí to byť jeden z dolnej páky: od nej je ďalej číslo 2. Týmto však nemusíme začať.

Označme si m hmotnosti cirkusantov, a ramená síl, F pôsobiace sily, M príslušné momenty síl, všetko s indexmi 1, 2, 3 pre cirkusantov, 23 pre súčet druhého a tretieho cirkusanta.

Zo zadania ešte vieme, že $2.a_1 = a_{23}$, $a_2 = 2.a_3$ (keďže tyče sú zavesené v tretine). Toto môžeme prípadne zapísať pomocou dh (dielik hornej tyče) a dd (dolnej):

$$a_1 = 3 \text{ dh},\ a_{23} = 6 \text{ dh},\ a_2 = 6 \text{ dd},\ a_3 = 3 \text{ dd}$$

Ale pozor! Je **ne**správne napísať $a_1 = 3$ m alebo $a_2 = 6$ cm. My totiž nevieme, aký je ktorý dielik dlhý (ani či horná a dolná tyč majú rovnako veľké dieliky - aj keď z obrázka to možno tak vyzerá). V tomto príklade to náhodou platí aj pre zvolenú dĺžku dieliku. Všeobecne však platí iba vyjadrenie tvaru $2.a_1 = a_{23}$.

Okrem toho si spomenieme, čo sme sa učili na fyzike, že pre rovnováhu na páke platia rovnosti momentov síl $M_1 = M_{23}$ (horná) a $M_2 = M_3$ (dolná), pričom $M = F.a$, sila je gravitačná, takže $F = m.g$ (g = 10 N/kg je grav. konšt.), po dosadení do vzťahu pre moment $M = F.a = m.g.a$.

Z rovnováhy na dolnej páke teda máme:

	M_2	=	M_3
	$m_2.\, g.\, a_2$	=	$m_3.\, g.\, a_3$
g vykrátime, dosadíme $2.a_3 = a_2$	$m_2.\, 2\, .a_2$	=	$m_3.\, a_2$
a_2 vykrátime	$\mathbf{2.m_2}$	=	$\mathbf{m_3}$

Teda cirkusant vpravo váži dva krát viac ako ten v strede.

Hmotnosť na hornej páke m_{23} bude $m_{23} = m_2 + m_3$, teda súčet oboch zavesených cirkusantov (celá sústava bola bez cirkusantov v rovnováhe, takže o tyči nemusíme uvažovať).

Podobne teda vypočítame, čo platí pre rovnováhu na hornej páke:

$$M_1 = M_{23}$$

$$m_1 . a_{23} = m_{23} . 2. a_{23}$$

a_{23} vykrátime $\qquad \mathbf{m_1 = 2.(m_2 + m_3)}$

dosadíme $\mathbf{2.m_2 = m_3}$ $\qquad \mathbf{m_1 = 2.(2.m_2 + m_2) = 6.m_2}$

Teda platí $m_3 = 2.m_2$, $m_1 = 6.m_2$. Najmenšia je teda hmotnosť cirkusanta 2, preto $m_2 = 15$ kg (zo zadania). Úvaha, že stredný je najľahší z úvodu sa nám týmto potvrdila. Ľahko dopočítame $m_3 = 30$ kg a $m_1 = 90$ kg. To je náš hľadaný správny výsledok.

Kto neverí, nech si to vyskúša prakticky (pozor, na začiatku treba sústavu pák vyvážiť pri upevnení v tretinách), je to naozaj tak.

Bodovanie: max. 1 bod za každé z: nájdenie najľahšieho, výpočty, vzťahy, výsledky, slovný komentár. Mínus 0,5 bodu za chybné jednotky a 0,2 bodu za drobnú chybu vo zdôvodnení.

Príklad 5 – Otvorená chladnička *opravoval Matej „Matt“ Duník*

V prvom rade je treba uvedomiť si, čo robí taká chladnička. Čo robí? Odoberá teplo (tepelnú energiu) zo svojho vnútra a odovzdáva ho prostredníctvom zadnej steny. Čo sa teda stane, keď ju otvoríme a necháme bežať pomerne dlhý čas? Najprv si všimneme tepelnú výmenu medzi studenými vecami a vzduchom vnútri chladničky a vzduchom v miestnosti, takže čo malo byť chladné, bude teplé (a bude sa kaziť - uff...) a teplota v miestnosti sa trošku zníži. Čo ďalej? No chladnička bude stále pracovať, takže bude naďalej odoberať teplo zo svojho vnútra a odovzdávať ho na zadnej stene vzduchu v miestnosti – teplo, ktoré do nej vojde cez otvorené dvere, odíde vďaka samotnej práci chladničky. Práca chladničky? Áno, chladnička naozaj pracuje, a na svoju prácu potrebuje energiu, ktorú si berie z elektrickej zástrčky a táto energia tiež nemôže len tak zmiznúť – premení sa na energiu tepelnú a odíde tiež na zadnej stene chladničky... Takže chladnička odovzdá viac tepla ako prijme. Z toho ale vyplýva, že napriek tomu, že je to CHLADnička, pri otvorených dverách sa z nej stáva obyčajný radiátor, ktorý miestnosť pekne zohreje. Samozrejme iba za predpokladu, že nie sú žiadne úniky tepla do okolia.

Bodovanie: Ak ste si uvedomili, že chladnička vlastne len prečerpáva energiu a nič iné (bez zmeny teploty) tak je to za 4 body, ak ste pridali aj prácu chladničky a teda ohrievanie miestnosti tak 5 bodov. Za postrehy typu „tepelná výmena na začiatku“ 0,5-1 bod podľa toho, nakoľko sa približovali realite.

Príklad 6 – Kanvica *opravovala Jana Horvátová*

Treba si uvedomiť, že na zovretie vody v oboch prípadoch, pri sériovom aj paralelnom zapojení rezistorov, sa vykoná rovnaká práca, ktorá je daná súčinom výkonu a času: $W = P.t$

Teda môžeme napísať: $W = P.T = p.t = w$ (kde veľké písmená – sériovo; malé písmená – paralelne)

$$(U^2 . T)/R = (U^2 . t) / r$$

$$T/R = t / r$$

$$T = (t.R)/r$$

R je celkový odpor pre sériové zapojenie a je rovný $R = R_1+R_2+R_3$ (kde R_1, R_2, R_3 majú 10 Ω)

$$R = 30\ \Omega$$

r je celkový odpor pre paralelné zapojenie a je rovný

$$1/r = R_1+1/R_2+1/R_3,\ r = 10/3\ \Omega$$

t = 6 minút (v tomto prípade to nie je potrebné premieňať na sekundy, len si treba uvedomiť, že výsledok potom dostaneme opäť v minútach)

Po dosadení do vzorca potom dostaneme:

$$T = (6/(10/3)).\ 30 \text{ min} = 54 \text{ min}$$

Výsledok 10/3 Ω nie je vhodné zaokrúhľovať na jedno alebo dve desatinné miesta, pretože potom vychádza nesprávny konečný výsledok, ktorý sa líši približne o 45 sekúnd.

Bodovanie: Výpočet r: 1,5 bodu ; Výpočet R: 1 bod; Výsledok, odôvodnenie a vzorce : 2,5 bodu; Za výpočty so zaokrúhlenými číslami, numerickými chybami: –0,5 bodu

Príklad 7 – Tehličky na krehkej podložke *opravoval Ondrej „Bugy“ Bogár*

Ahoj všetci, čo sa chcete dozvedieť, ako Miško uložil svoje tehličky a hlavne, prečo ich tak uložil. Chceme vypočítať, akým tlakom pôsobí teleso na podložku. Na ktorú stenu tehličky to ale postaviť? Tu si pomôžeme pohľadom na vzorec $p = F/S$. F bude v našom prípade gravitačná sila, ktorá pôsobí na teleso. Tá bude stále rovnaká ak sa bavíme o jednom telese.

Tlak je nepriamo úmerný ploche (to preto, lebo musíme deliť S). Ak zväčšíme plochu tak zmenšíme tlak a naopak. Preto bude najlepšie ak bude každá tehlička zvlášť položená na svojej najväčšej stene. To je stena s rozmermi 7,5 cm × 10 cm. Tá ma obsah 0,0075 m^2. Už len stačí vypočítať aká je gravitačná sila každej tehličky. Vieme rozmery, a tak si vypočítame $V = 0{,}000375$ m^3. Nesmieme zabudnúť na to, že objem aj obsah musia byt v základných jednotkách lebo inak mám to narobí šarapatu. Potom to vydelíme už spomínanou plochou dostaneme tlak: strieborná → 5250 Pa, medená → 4450 Pa, drevená → 350 Pa

Takýmito tlakmi pôsobia jednotlivé tehličky na podložku. Týmto uložením sme dosiahli najmenší možný tlak na podložku. Iným usporiadaním by sa nám nepodarilo zväčšiť plochu, na ktorej je tehlička položená, bez toho, aby sme zväčšili hmotnosť.

Bodovanie: za zlú premenu jednotiek alebo numerické chyby 4b. Ak ste počítali iba tlakovú silu tak ste dostali 3 body. Za drobné chyby alebo nedostatky v zdôvodnení ste dostali - 0,5 bodu.

Príklad 8 – Objem trička *opravoval Peťo „**Zilo**“ Petrík*

Najprv si dáme filozofickú debatu o tom, že čo je to vlastne objem suchej látky. Zoberme si napríklad situáciu, že máte špongiu. Niekto by odmeral jej hrany pravítkom a povedal, že jej objem je hrúbka × šírka × výška. Iný by sa s ním začal hádať, že sú tam vzduchové bubliny, a tak by tam nalial vodu a odčítal by objem vody, ktorú tam nalial. Kto má teda pravdu? Podľa mňa je to nerozhodne... A keďže ste boli kreatívni, tak ste vymysleli veľa spôsobov merania. Tu je zopár z nich:

1) Mokrý spôsob: výsledok: 50 –200 ml

Do odmerného valca dám vodu po určitú hranicu a vložím tričko. Odstránim bublinky, ktoré zostali na tričku (napr. varechou) a odčítam o koľko sa zvýši hladina.

Problematická časť: Odstrániť bublinky, inak meriame nejaký mix...

2) Suchý spôsob: výsledok: 200-1000 ml

Chytím tričko a napchám ho do odmerného valca. Stlačím ho čo najviac a odčítam.

Modifikácia: Tričko dám do vrecúška, odsajem vzduch a hodím do odmerného valca s vodou.

Problematická časť: Ako odsajem vzduch? (poprosím ho aby odišiel?)

3) Hrubá sila: výsledok: 500-1200 ml

Odmeriam rozmery trička a hrúbku a vypočítam objem tak, že si tričko rozložím na trojuholníky, kružnice a obdĺžniky a vynásobím hrúbkou.

Problematická časť: Ako odmerať hrúbku trička? No poskladať na seba viac vrstiev aby som meral niečo hrubšie. Keď meriam rozmery trička tak to treba urobiť na viacerých miestach a spriemerovať.

4) Hustota: výsledok: 10-1300ml

Zistím hustotu a odvážim tričko. Potom podľa známeho vzorca vypočítam objem.

Problematická časť: Odkiaľ zistím hustotu? Ako viem, že moje tričko má takú hustotu?

*Bodovanie: Keď ste mali pokus, ktorý ste merali **viackrát**, udanú **nepresnosť** odmerného valca, metra alebo váh (stačil napr. najmenší dielik), dobrý postup (t.j. opísaný **podrobne**) a opísané aké tričko ste merali 5b. Za neopakovanie experimentu a neudania nepresnosti až -1b. Iné chyby podľa závažnosti.*