Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

PIKOFYZ

Vzorové riešenia 2. série

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

Príklad 1 – Pády v lete a zime *opravoval Peter „Pitkin“ Beňa*

Aby sme mohli zistiť, prečo v lete padáme inak ako v zime, musíme si najprv uvedomiť, kedy vlastne padáme. Vieme, že ak stojíme v stabilnej rovnovážnej polohe, ťažisko sa nachádza nad našou podstavou, teda chodidlami, na ktorých stojíme, prípadne medzi nimi. Ak ťažisko z tejto rovnovážnej polohy vychýlime, padneme.

Keď kráčame, zdvihneme najprv nohu a posunieme ju dopredu. Potom ju položíme a presunieme ťažisko nad ňu. Ak je povrch dostatočne drsný, trenie zabráni našej nohe, aby sa pošmykla a zastaví sa. Vďaka tomu môžeme kráčať. Ak by sa naša noha na povrchu nezastavila (ako sa to môže ľahko stať na ľade), po miernom zaťažení by skĺzla a už by nás nepodopierala. Teda našou jedinou oporou by bola noha, ktorú máme vzadu. Tá sa pošmykne tiež (váha nášho tela pôsobí na ňu zboku a trenie ju nezastaví) a tak nás už nič nepodopiera a padáme. Naše ťažisko padá priamo k zemi, preto telo padne na opačnú stranu ako nohy (ťažisko človeka je približne nad pásom). Keď stojíme na ľade a nohy sa nám pošmyknú, dochádza k pádu, lebo naše ťažisko už nič nepodopiera.

Ak bežíme v lete a ponáhľame sa, môže sa stať, že sa nám noha zachytí skôr ako čakáme. Vtedy zotrvačnosťou sa naše ťažisko pohybuje ďalej v smere pohybu. Pokiaľ nohu, ktorú máme vzadu, nestihneme preniesť dopredu a podoprieť sa, ostaneme v labilnej rovnovážnej polohe a padneme.

Bodovanie: po 2,5 b za vysvetlenie toho, čo sa deje v zime a čo v lete, z toho po 1 bode za vysvetlenie ako pôsobí na nás trenie, po 1 bode za popis pohybu ťažiska(určenie rovnovážnej polohy) a po 0,5 bodu za použitie zákona zotrvačnosti

Príklad 2 – Dočerpávanie paliva *opravoval Martin „Panda“ Svetlík*

Jednotku dĺžky, lodnú míľu, označíme ako lm. Spotrebu si označíme ako η (to je jedno, aké písmeno, ale mne sa toto páči ☺), jednotkou spotreby je liter na lodnú míľu, l/lm. *c bude* cena, c_l – cena za liter, jednotkou c a c_l je eskimácky dolár E$. Deň bude d.

V prvom úseku sa plavili čas $t_1 = 2$ d rýchlosťou $v_1 = 90$ lm/d. To znamená, že prešli dráhu $s_1 = v_1 \,.\, t_1 = 180$ lm. Keďže pri rýchlosti $v_1 = 90$ lm/d je spotreba $\eta_1 = 150$ l/100 lm, tak za 180 lm spotrebujú $V_1 = \eta_1 \,.\, s_1 = 270$ l paliva.

V druhom úseku sa plavia čas $t_2 = 0{,}5$ d rýchlosťou $v_2 = 60$ lm/d. To znamená, že prešli dráhu $s_2 = v_2 \,.\, t_2 = 30$ lm. Keďže pri rýchlosti $v_2 = 60$ lm/d je spotreba $\eta_2 = 120$ l/100 lm, tak za 30 lm spotrebujú $V_2 = \eta_2 \,.\, s_2 = 36$ l paliva.

Spolu teda spotrebovali (a keďže chcú dočerpať toľko isto, tak aj dočerpajú) $V = V_1 + V_2 = 306$ l paliva. A keďže liter paliva stojí 120 E$, zaplatia 306 l . 120 E$/l = 36 720 E$.

Úplne správne by ste sa mali dostať k takémuto vzorcu, až potom dosadiť a vypočítať:
$c = (v_1 \,.\, t_1 \,.\, \eta_1 + v_2 \,.\, t_2 \,.\, \eta_2) \,.\, c_l = 36\,720$ E$.

Bodovanie: Za správne riešenie 5 bodov (nečakane ☺), za rôzne nepresnosti a nepísanie vzorcov (akože aspoň s = v . t, veď sme na fyzike ☺; tú spotrebu som bral aj priamou úmerou...) ste mohli bodíky stratiť...

Príklad 3 – Chladič *opravoval Ondrej „Bugy“ Bogár*

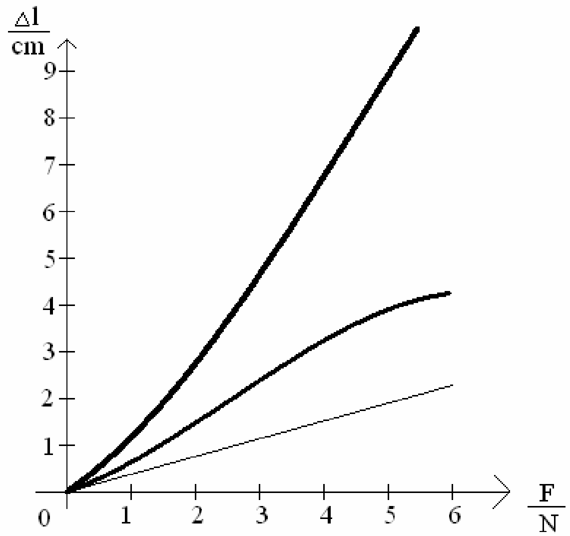
Väčšina z vás správne určila, že chladená a chladiaca kvapalina majú pretekať protismerne. Ale prečo je tomu práve tak? Zoberme si takú úplne obyčajnú molekulu chladenej kvapaliny. Vstúpi do chladiča a začne sa chladiť s molekulou chladiacej kvapaliny. Keby sa pohybovali tým istým smerom tak by tepelná výmena nastala len medzi týmito dvoma molekulami. Tiekli by stále vedľa seba. Po krátkom čase by sa teplota oboch molekúl ustálila na teplote $(t_1+t_2)/2$.

Keď sa teploty ustália, tak prestane prebiehať tepelná výmena a kvapalina sa viac nechladí. Teraz vieme ako je to s prvým prípadom. Teraz nestačí prehlásiť, že ta druha možnosť je lepšia, ale treba vysvetliť aj ako je to s ňou. A bolo to takto. Molekula chladiacej kvapaliny s stretne na začiatku s už skoro vychladenou molekulou a tú iba trochu ochladí a ona sama sa len trochu zohreje. Ďalej sa bude stretávať stále z teplejšími a teplejšími molekulami chladenej kvapaliny. Molekula chladiacej kvap. bude ale vždy chladnejšia ako molekula chladenej kvap.. Molekula chladiacej kvap. sa bude stále stretať s novými molekulami chladiacej kvap., ktorá bude mat vždy nižšiu teplotu. Preto bude tepelná výmena prebiehať na celej dĺžke chladiča a chladená kvapalina sa ochladí na nižšiu teplotu. Protismerný pohyb zabezpečí, že na rovnakú pretečenú vzdialenosť sa ochladí asi o rovnakú teplotu. Preto je tento spôsob výhodnejší.

Bodovanie: tento príklad bol založený na úvahe, a preto som dával body hlavne za zdôvodnenie. Niektorí ste len napísali, že protismerne je lepšie. Tým z Vás som dal maximálne 3 body.

Príklad 4 – Pružinové váhy *opravovala Anka Zahoranová*

Vážne sa ideme vážiť. Najskôr si rozoberieme prvú časť úlohy, teda situáciu, kde je treba postaviť sa jednou nohou na jednu a druhou na druhú váhu. Ako ste si správne uvedomili, vaša tiaž sa bude rozkladať na obe nohy. No ťažšie bolo prísť na to, že sa nemusí rozložiť len na dve rovnaké časti. To závisí od toho, ako umiestnime svoje ťažisko (pohybom bokov napríklad). Noha, bližšie pri ktorej bude ťažisko, bude na váhu pôsobiť väčšou silou (To isté sa deja na hojdačke. Čím bližšie ku stredu si sadnete, tým väčšiu silu treba vynaložiť, aby hojdačka bola v rovnováhe. Sila, ktorou pôsobí zaťažená hojdačka, sa prejaví v ťažisku, preto sa tam podopiera, rovnako ako tiažová sila má pôsobisko v ťažisku.), zároveň sa vzdialenejšia noha odľahčí, takže súčet hmotností na oboch váhach bude vaša hmotnosť. (Ak pôsobíte na váhy vašou hmotnosťou, tá sa nemá kam stratiť.)



Druhá časť bola jednoduchšia. Prvá (vrchná) váha ukáže vašu hmotnosť, váha pod ňou ukáže hmotnosť vás a vrchnej váhy (na to máme váhu, aby ukazovala presne hmotnosť vecí, čo sú na nej...)

Bodovanie: Bod ste stratili, keď ste v prvej časti uvažovali len o prípade, keď sa tiaž rozloží na dve rovnaké časti, ak ste nezabudli dodať, že je tak len v prípade, keď stojíte rovno, ale nenapísali, čo sa deje inak, stálo vás to pol bodu. Tiež za nezdôvodnené tvrdenia sa nejaký ten polbod dal stratiť...Celkovo ste s príkladom nemali problémy monumentálneho charakteru.

Príklad 5 – Plynový varič *opravoval Dano Pastor*

$V_{voda} = 10$ l $= 10$ dm$^3 = 0{,}01$ m^3 .... množstvo (objem) vody, ktorú treba prevariť
$c_{voda} = 4{,}18$ kJ / (kg·°C) .... merná tepelná kapacita vody
$t_0 = 20$ °C .... teplota vody pred zohrievaním
$t = 100$ °C.. teplota, na ktorú je treba vodu zohriať (vtedy začne vrieť)
$H = 45500$ kJ/kg .... výhrevnosť propán-butánu
E$... eskimácky dolár

Najprv vypočítame množstvo tepla, ktoré „spotrebuje" 10 l vody pri zohrievaní z 20 °C na 100 °C. Potom vypočítame, aké množstvo propán-butánu potrebujeme spáliť, aby sme toto teplo získali. Nakoniec zistíme cenu spotrebovaného množstva propán-butánu.

10 l vody má hmotnosť $m_{voda} = \rho_{voda} \cdot V_{voda} = 1000$ kg/m$^3 \cdot 0{,}01$ m$^3 = 10$ kg.
Na zohriatie tohto množstva vody z teploty $t_0 = 20$ °C na teplotu $t = 100$ °C je potrebné teplo
$Q_{voda} = m_{voda} \cdot c_{voda} \cdot (t - t_0) = 10$ kg $\cdot$ (4,18 kJ / (kg·°C)) $\cdot$ (100 °C – 20 °C) = 3344 kJ.

Ak výhrevnosť propán-butánu je 45500 kJ/kg, znamená to, že spálením 1 kg propán-butánu získame teplo 45500 kJ. Takže na to, aby sme získali teplo $Q_{voda} = 3344$ kJ, potrebujeme spáliť propán-bután s hmotnosťou $m_{PB} = Q_{voda} / H = 3344$ kJ / (45500 kJ/kg) ≈ 0,0735 kg.

Podľa zadania stojí 10 kg propán-butánu 420 E$. Takže 1 kg propán-butánu stojí 42 E$, a potom 0,0735 kg propán-butánu stojí (0,0735 · 42 E$) = 3,087 E$.

Prevarenie 10 l vody bude teda kuchára stáť približne 3,1 E$. (V skutočnosti asi o niečo viac, pretože nie všetko teplo, ktoré sa získa spálením propán-butánu, sa odovzdá vode – časť tepla sa „stratí" do okolia.)

Bodovanie: Za správne riešenie 5 bodov, z toho 2 body za výpočet tepla, ktoré treba dodať vode, a 3 body za správne určenie ceny vypočítaného tepla (aj „postup" aj „výsledok"). Za rôzne chyby (napr. nesprávne jednotky mernej tepelnej kapacity, chýbajúce komentáre pri výpočtoch, „vynechanie" nejakého medzikroku a pod.) som strhal body, podľa závažnosti.

Príklad 6 – Naťahovanie gumičky *opravoval Tomáš „Tomino" Jediný*

Aby sme mohli správne zmerať závislosť predĺženia gumičiek od sily akou ich napíname, musíme presne vedieť veľkosti týchto síl. To, že $F_1 < F_2$ automaticky neznamená že $F_2 = 2*F_1$. Je to dôležité pre kreslenie grafu, pretože silu vynášame (v našom prípade najlepšie) na x-ovú os a na y-ovú teda predĺženie.

Najjednoduchšie bolo zobrať si (vyrobiť si) sadu závaží a tie postupne vešať na gumičky (dal sa samozrejme použiť silomer O:-), ..., možností je veľa) a merať a zapisovať predĺženie. Pozor, častá chyba bola, že ste do grafu vynášali celkovú dĺžku natiahnutej gumičky, nie jej predĺženie, čiže zmenu veľkosti oproti dĺžke pri nulovej sile (gravitačnú zanedbávame). Potom vaše grafy mohli vyzerať ako na obrázku (čísla samozrejme vyšli každému iné).

No a na predĺženie môže mať vplyv druh materiálu (gumy sú rôzne), hrúbka, dĺžka, vek, opotrebovanie a dôležitá je aj sila.

Bodovanie: Keďže to bol experimentálny príklad tak body sa udeľovali za experiment (1,5b), za určenie závislostí (1,5b za graf s popisom) a rôznych vplyvov na predĺženie gumičky (2 body).

Príklad 7 – Veľryba *opravovala Aďa Daniláková*

Najskôr si vypočítame akú dráhu prešiel za 0,05s signál a veľryba. Signál mal rýchlosť 1500 m/s a od veľryby sa pohyboval smerom k lodi, od ktorej sa odrazil a putoval späť k veľrybe. Spolu prešiel dráhu: $s = 0{,}05$ s * 1500 m/s = 75 m
Veľryba sa pohybovala smerom k lodi a od okamihu v ktorom signál vyslala až po moment keď ho prijala prešla dráhu: $s = 0{,}05$ s * 10 m/s = 0,5 m

Ak si vzdialenosť veľryby od lode v momente keď vyslala signál označíme ako d a vzdialenosť veľryby od lode v momente keď signál zachytila ako D platí:

$$d + D = 75 \text{ m}$$
$$d = D + 0{,}5 \text{ m}$$
$$2*D + 0{,}5\text{m} = 75 \text{ m}$$
$$D = 37{,}25\text{m}$$

Vzdialenosť veľryby od lode v momente keď prijala signál bola 37,25 m. Potom čas za ktorý veľryba narazí do lode vypočítame ako: $t = D / V$
$t = 37{,}25$ m / 10 m/s
$t = 3{,}725$ s

V momente keď veľryba zachytila signál ostáva do zrážky s loďou 3,725 sekundy.

Bodovanie: Mnohí z vás vypočítali len dráhu zvukového signálu za čo mohli získať maximálne 2,5 bodu. Niektorí z vás vzali do úvahy, že signál putuje k lodi a späť k veľrybe ale nevzali do úvahy pohyb veľryby v čase keď putoval signál. Za to mohli získať maximálne 3,5 bodu. Ďalšou chybou bolo keď ste odpočítavali dráhu veľryby iba od polovice dráhy signálu. Za to ste mohli získať maximálne 4,5 bodu. Ďalej sa body strhávali za nedostatočný komentár k postupu (1 bod) a za nepresné jednotky.

Príklad 8 – Prívesok *opravovala Kami Vyslocká*

a) Vyriešime najprv úlohu, keby bol prívesok **zo striebra a z medi**.

Celková hmotnosť prívesku je 15 gramov, a keďže pomer hmotností kovov je 7:3, vieme vypočítať hmotnosť striebra (15 g : (7+3)) . 7 = 10,5 g
a aj hmotnosť medi (15 g : (7+3)) . 3 = 4,5 g v prívesku. *(1,2 bodu)*

Hustota striebra je zadaná 10,5 g/cm^3, teda striebro s objemom 1 cm^3 bude mať hmotnosť 10,5 g. My máme striebro s hmotnosťou práve 10,5 g, teda ľahko vidíme, že objem bude mať práve 1 cm^3, lebo vieme, že V= m/ρ. *(1,2 bodu)*
Hustota medi je zadaná 9,0 g/cm^3, čo nám hovorí, že meď s objemom 1 cm^3 bude mať hmotnosť 9 g. My máme meď s hmotnosťou 4,5 g, teda bude mať objem 0,5 cm^3. *(1,2 bodu)*

Ak by bol prívesok z týchto dvoch kovov, mal by celkový objem 1 cm^3 + 0,5 cm^3 = 1,5 cm^3. Zostáva už len zistiť, aký vysoký je hranol s obsahom podstavy 3 cm . 3 cm = 9 cm^2, ktorý má objem 1,5 cm^3. Keďže objem hranola je súčin obsahu podstavy a jeho výšky, výšku hranola vieme vypočítať 1,5 cm^3 : 9 cm^2 = 1/6 cm. *(1,2 bodu)*

b) Prívesok v zadaní je ale **zo zliatiny striebra a medi**.

Ak by sa nám podarilo zistiť objem zliatiny z ktorej je prívesok, ľahko by sme už dopočítali jeho hrúbku. Lenže zistiť objem zliatiny nie je ľahká úloha a budeme sa musieť uspokojiť ;-) s **odhadom**, ktorý sme získali v zjednodušenej situácii a). *(0,2 bodu)*

Bodovanie: v zátvorkách v texte.