Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

PIKOFYZ

Vzorové riešenia 3. série zimnej časti

Pikofyz, 12. ročník   www.p-mat.sk/pikofyz   šk. rok 2009/2010

Milá riešiteľka naša, milý riešiteľ náš! *Srdečne Ťa vítame pri posledných vzorákoch tejto zimnej série. Prajeme príjemné čítanie.*

Príklad 1 - Veľké pranie *opravoval Matej Duník - Matt*

Jeej takú jednoduchú úlohu sme vám dali? Tak najprv popíšem, čo a ako som meral, čo mi vyšlo a nakoniec si povieme aspoň zhruba prečo to tak je.

Takže ako „kus kancelárskeho papiera“ som si zvolil jeho štvrtinu. Samotný experiment bude prebiehať takto: Na hladinu vodypoložím papier a naň celkom pokladám suché mince. Keď sa papier ponorí, tak to skúsim znovu s novým papierom. Experiment opakujem ešte niekoľkokrát s rovnakými parametrami, teda s rovnakou vodou, rovnakými mincami, rovnakým rozmerom papiera - čím viac, tým lepšie. (Že viac je lepšie neplatí úplne vždy, ale väčšinou áno a v tomto prípade určite.)

Okay, pokračujem s vodou ($1\,\ell$), v ktorej rozpustím cca $50\,$g pracieho prášku a celý proces zopakujem.

Číslo merania	Bez prášku		S práškom	
	Počet mincí	Hmotnosť (g)	Počet mincí	Hmotnosť (g)
1	10	43	6	27
2	12	52	3	14
3	9	37	4	18
4	13	57	5	21
5	12	53	5	23
priemer		48.4		20.6

Vidíme že po rozpustení prášku sa hmotnosť, ktorú papier uniesol znížila na zhruba o $\frac{3}{5}$. Prečo to tak je? Na to, aby sme toto vedeli zodpovedať, musíme najprv prísť na to, čo vlastne dovoľuje papieru ležať len tak na vode? Veď má väčšiu hustotu ako voda. Aj ihla sa dá položiť na vodu - tak to už je aký zázrak? A dokonca sa dá aj voda nosiť v sitku. Fakt - ak máš doma sitko s malými dierkami, môžeš skúsiť v ňom preniesť nejakú vodu ako v miske... Dôvod je ten, že voda má snahu byť pokope. Keď kvapká kohútik, tak naozaj kvapká. Nie je to tak, že by bol veeeľmi tenký prúd vody. Takisto keď prší, tak väčšinou pršia relatívne veľké (v porovnaní s molekulou vody) kvapky. A keď do pohára nalejem trošku viac vody ako sa tam zmestí, tak je kopcom. Radšej sa drží pohromad, ako by mala vytiecť. No a toto je presne dôvod, pre ktorý voda ostáva na sitku - radšej sa drží pokope, ako by sa mala rozdeliť a pretiecť cez dierky v sitku. No a papier je super v tom, že je to aj sitko s veeeľmi malými dierkami a správa sa aj ako okraj pohára. Sitko je asi jasné, ale k tomu okraju pohára: keď taký zaťažený papier leží na vode, okolo neho sú také kopčeky vody a zdá sa, že by sa mali vyliať na papier, ale nevyleje sa. Presne ako keď je v pohári kopcom vody.

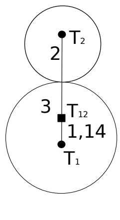
Táto vlastnosť vody, teda že rada drží pohromade (na sitku a v „kopci“), sa však dá aj zrušiť. Na to práve slúžia látky, ktoré sú v pracom prášku. A toto je pre pranie veľmi výhodné, lebo aj oblečenie sú vlastne také sitká, ktoré majú dierky a v tých dierkach je špina. A ak ju chceme odtiaľ dostať preč vodou, tak sa tam tá voda musí najprv dostať, takže ju presvedčíme (pomocou pracieho prášku), že jej vlastne nevadí sa rozdeliť a tak sa radšej dostane do malých otvorov v tkaninách.

Bodovanie: *Od plného počtu som odrátal* 1 *b ak ste neopakovali merania, za chýbajúce údaje: chýbajúce rozmery papiera* 0,5 *b, chýbajúca hmotnosť mincí* 0,8 *b, chýbajúce množstvo pracieho prášku* 0,2 *b. Za slabo popísaný experiment som odrátal do* 1,5 *b.*

Príklad 2 - Snehuliak *opravovala Kristína Batmendijnová - Tina*

Ak máme snehovú guľu, jej ťažisko sa bude nachádzať presne v jej strede, teda vzdialenosť ťažiska od povrchu gule bude rovná polomeru gule. Ako by to vyzeralo, keby sme hľadali ťažisko snehuliaka postaveného z dvoch rovnako veľkých gúľ (napr. s priemerom 6 dm a hmotnosťou 20 kg). Potom by ťažisko tohto snehuliaka bolo presne v strede medzi ťažiskami gúľ.

My máme však trochu iný prípad. Prvý problém je, že nemáme dvojguľového, ale trojguľového snehuliaka a druhý problém je, že gule nie sú rovnako veľké. Ako vyriešiť, že gule nie sú dve, ale tri. Takéto ťažisko môžeme hľadať postupne. Označme si ťažisko spodnej gule ako T_1, ťažisko strednej gule ako T_2, ťažisko vrchnej gule ako T_3, spoločné ťažisko spodnej a strednej gule ako T_{12}, výsledné ťažisko ako T.



Najprv nájdeme spoločné ťažisko T_{12} prvých dvoch gulí a potom nájdeme výsledné ťažisko T celého snehuliaka medzi T_3 a T_{12}.

Ako nájsť spoločné ťažisko 2 bodov? Určite sa bude nachádzať na úsečke spájajúcej tieto 2 body. A navyše bude rozdelovať úsečku v pomere hmotností bodov tak, že bude bližšie k ťažšiemu bodu. Prečo je to tak? Keby sme tieto 2 body dali na páku a podopreli páku v ťažisku, tak by mala byť v rovnováhe.

T_{12} sa nachádza niekde na úsečke, ktorá spája ťažiska T_1 a T_2, teda spája stredy spodnej a strednej gule. Keďže vieme, že polomer spodnej gule je 3 dm a polomer strednej gule je 2 dm, vzdialenosť medzi stredmi bude $3\,\mathrm{dm} + 2\,\mathrm{dm} = 5\,\mathrm{dm}$. Túto vzdialenosť musíme rozdeliť v pomere hmotností gulí, čiže v pomere 40:12 (resp. 10:3). Spodná guľa je ťažšia, takže ťažisko bude bližšie k nej. A táto vzdialenosť bude: $\frac{5\,\mathrm{dm}}{13} \cdot 3 = 1{,}14\,\mathrm{dm}$.

Rovnakým spôsobom hľadáme ťažisko T medzi T_3 a T_{12} . Vzdialenosť týchto ťažísk je: súčet dĺžky polomeru vrchnej gule, (teda 1,5 dm), dĺžky polomeru strednej gule (teda 2 dm) a vzdialenosti T_2 od T_{12} (teda $5\,\mathrm{dm} - 1{,}14\,\mathrm{dm} = 3{,}86\,\mathrm{dm}$): $1{,}5 + 2 + 3{,}86 = 7{,}36\,\mathrm{dm}$. Hmotnosť spodnej a strednej gule je $12\,\mathrm{kg} + 40\,\mathrm{kg} = 52\,\mathrm{kg}$

a hmotnosť vrchnej gule je 5 kg, teda aj T bude na úsečke spájajúcej T_{12} a T_3 umiestnené tak, že bude bližšie ku T_{12} a jeho vzdialenosť od T_3 a T_{12} bude v pomere 5:52. Výsledné ťažisko T bude od T_{12} vzdialené: $\frac{7{,}36\,\mathrm{dm}}{57} \cdot 5 = 0{,}65\,\mathrm{dm}$. Ostáva teda posledná jednoduchá úloha, zrátať koľko dm je ťažisko nad zemou. Bude to súčet polomeru spodnej gule, vzdialenosti ťažiska T_{12} od T_1 a vzdialenosti T od T_{12}, teda: $3\,\mathrm{dm} + 1{,}14\,\mathrm{dm} + 0{,}65\,\mathrm{dm} = 4{,}79\,\mathrm{dm}$

Skús sa zamyslieť nad tým, že ak by sme najprv hľadali ťažisko T_{32} vrchnej a strednej gule a potom spoločné ťažisko T_1 a T_{32} dostali by sme rovnaký výsledok.

Niektorí z vás šikovne využili vzorec pre výpočet výšky ťažiska telesa zloženého z viacerých častí od zeme. V našom prípade to bol vzťah: $\frac{m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3}{m_1 + m_2 + m_3}$,

kde m_1 je hmotnosť spodnej gule a r_1 je vzdialenosť ťažiska spodnej gule od zeme(teda 3 dm), m_2 je hmotnosť strednej gule, r_2 je vzdialenosť ťažiska strednej gule od zeme (teda $6\,\mathrm{dm} + 2\,\mathrm{dm} = 8\,\mathrm{dm}$), m_3 je hmotnosť vrchnej gule, r_3 je vzdialenosť ťažiska vrchnej gule od zeme (teda $6\,\mathrm{dm} + 4\,\mathrm{dm} + 1{,}5\,\mathrm{dm} = 11{,}5\,\mathrm{dm}$). Po dosadení dostávame $\frac{273{,}5\,\mathrm{dm}}{57} = 4{,}79\,\mathrm{dm}$

Bodovanie: 4 *b - 5 b za správny výsledok (podľa kvality vysvetlenia),* 1 *b* - 1,5 *b za fakt, že ťažisko je v mieste, kde je hmotnsoť snehuliaka 28,5kg,* 1 *b za uvedomenie si, že ťažisko bude v spodnej guli,* 1 *b ak ste rátali, akoby boli gule rovnakej hmotnosti aj výšky,* 1 *b* - 2 *b ak ste gule „zguľovali dokopy“*

Príklad 3 - Trillinove teplomery *opravoval Tomáš Jančo - Janči*

Teplomer je vlastne sklenený obal, ktorý schováva tenučkú rúrku s kvapalinou a stupnicu. Kvapalina je zhromaždená v dolnej časti teplomera. Povedzme, že teplomery sú rovnaké, líšia sa len použitou kvapalinou. V jednom je ortuť a v druhom je lieh. Teplomer ukazuje teplotu na základe tepelnej rozťažnosti použitých kvapalín. Jednoducho povedané, keď sa kvapalina ohreje, zväčší svoj objem a v rúrke vystúpi vyššie. Potom ju môžeme odčítať zo stupnice.

Keď rovnakému množstvu rôznych kvapalín dodáme rovnaké množstvo tepla, ohrejú sa o rôznu teplotu. Je to kvôli rozdielu ich tepelných kapacít. Ortuť má mernú tepelnú kapacitu $0{,}139\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,°C}}$, lieh $2{,}43\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,°C}}$. Takže, dodáme rovnaké teplo rovnakej **hmotnosti** ortute a liehu, otruť sa ohreje na vyššiu teplotu.

Lenže, teplomery obsahujú (približne) rovnaký **objem** kvapaliny. Radi by sme ešte vedeli koľko tepla potrebujeme na ohriatie nejakého objemu V. Využijeme pri tom hustoty $\rho_{\mathrm{Hg}} = 13500\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}, \rho_{\mathrm{lieh}} = 789\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Pokiaľ sme počítali s hmotnosťou, tak sme mohli použiť kalorimertickú rovnicu: $Q = mc\Delta t$ (m - hmotnosť látky, c - tepelná kapacita látky, Δt - o koľko sme látku ohriali). Dosaďme za hmotnosť objem vynásobený hustotou látky: $Q = V\rho c\Delta t$. Tu vidíme, že teplo potrebné na ohriatie jednotkového objemu látky o 1 jednotku teploty - objemovú tepelnú kapacitu, dostaneme vynásobením mernej tepelnej kapacity a hustoty.

Pre ortuť dostanem hodnotu $1876{,}5\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{m^3\,°C}}$ a pre lieh $1917{,}27\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{m^3\,°C}}$. Až teraz vidím, že keď dvom teplomerom (rovnakému **objemu** ortute a liehu) dodám rovnaké teplo, ohrejú sa o rôznu teplotu, konkrétne ortuť o väčšiu. Tepelnú kapacitu skla nemusíme počítať, lebo je pre oba teplomery rovnaká.

A prečo je v podstate jedno, ktorý používame na meranie teploty vzduchu? Nuž preto, že množstvo vzduchu v miestnosti má oveľa väčšiu tepelnú kapacitu, ako je rozdiel tepelných kapacít teplomerov. Keďže tepelná výmena prebieha až do vyrovnania teplôt, teplomery sa ohrejú na rovnakú teplotu a okolitý vzduch ochladia len nepatrne.

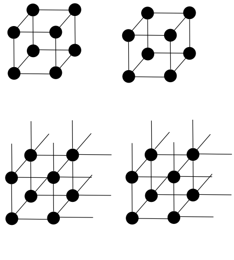
Príklad nebol veľmi ťažký, no takmer všetci ste porovnávali len merné tepelné kapacity, čiže ste brali do úvahy len rovnakú hmotnosť kvapalín v teplomeri. Keďže to neodporovalo zadaniu, body som nestŕhal. Horšie to bolo, keď ste rôznosť nameraných teplôt odôvodnili (len) tým, že ortuť a lieh majú rozdielnú hustotu, prípadne rýchlosť rozťahovania sa, tepelnú rozťažnosť, teploru varu, či inú fyzikálnu veličinu. Takéto tvrdenie nie je správne, takže body som úmerne stŕhal. Pre vysvetlenie: To, aký objem bude mať kvapalina v teplomeri nezávisí od tepla, ktoré dodáme, ale od teploty, akú kvapalina nadobudne.

Bodovanie: *Za vysvetlenie, prečo ukážu rôznu teplotu* 2,5 *b, za vysvetlenie, prečo môžme použiť oba na meranie teploty vzduchu* 2,5 *b.*

Príklad 4 - Mriežka *opravoval Vladimír Boža - Usama*

Tento príklad obsahoval mnoho záludností a zákerných miest. Poďme sa na ne spoločne pozrieť. Na začiatku si musíme vybrať útvar, v ktorom rozmiestnenie atómov budeme počítať. V princípe si môžeme vybrať buď „veľkú“ kocku (s dĺžkou hrany napr. 1 cm), alebo „malú“ kocku (dĺžka hrany je presne vzdialenosť medzi atómami).

Použime prístup cez „veľkú“ kocku. Máme kocku s hranou 1 cm, jej objem bude 1 cm^3. Použitím hustoty zistíme, že jej hmotnosť bude 3,21g. Teraz treba zistiť koľko atómov sa v nej nachádza. Sčítame hmotnosti atómov Na a Br premeníme ich na gramy a môžeme hmotnosť kocky vydeliť touto hmotnosťou. Zistíme, že v našej kocke sa nachádza 81620000000000000000000 dvojíc atómov. Čiže atómov tam bude 2-krát viac: 163240000000000000000000. Toto je počet atómov v celej kocke. Keď z tohoto spravíme 3 odmocninu, dostaneme počet atómov na hrane kocky. To bude 54600000. A teraz už len 1 cm rozdelíme na patričný počet úsekov a dostaneme vzdialenosť medzi atómami. To bude $\frac{1\,\mathrm{cm}}{54600000} = 0{,}0000000182\,\mathrm{cm} = 0{,}182\,\mathrm{nm}$. Všimnite si, že pri takomto veľkom počet atómov sa nemusíme zaoberať tým, že či máme 1 cm deliť na 54600001 alebo 54599999 alebo 54600000 úsekov. Áno maličký rozdiel v tom bude, lenže pre bežné potreby je úplne zanedbateľný.



Teraz skúsme túto úlohu spočítať pomocou „malej“ kocky. Táto kocka bude mať na hrane 2 atómy, dokopy bude obsahovať 8 atómov (4 Na, 4 Br). Teraz by sme mohli spočítať hmotnosť takejto kocky, podeliť ju hustotou, aby sme dostali objem kocky. Z tohoto by sme už ľahko dopočítali hranu kocky. A potom by sme sa čudovali, že nám vyšlo 2-krát väčšie číslo ako v predchádzajúcom prípade.

V čom je teda problém? Totiž bežné útvary sú tvorené z viac ako 8 atómov. A teraz nastáva otázka, že ako takéto kocky spojiť. Totiž keď chceme z 8 kociek poskladať väčšiu kocku, tak bud sa nám budú prekrývať kocky v atómoch, alebo bude medzi nimi medzera. Napr. ako horné 2 kocky na obrázku. Jedným z možných riešení je povedať, že každý atóm sa nachádza v 8 rôznych kockách a teda do jednej konkrétnej kocky prispieva $\frac{1}{8}$ svojej hmotnosti. Potom už stačí spočítať hmotnosť takejto kocky, podeliť hustotou a urobiť 3 odmocninu a máme požadovaný výsledok. Iné riešenie je nakresliť si kocku, ktorá priamo ráta s tým, že sa chce napojiť k inej kocke. Napr. dolné 2 kocky na obrázku.

Poznámka na záver: Tlačiarenský škriatok spôsobil, že hmotnosť brómu bola 100 krát menšia ako mala byť. Za chybu sa ospravedlňujeme.

Bodovanie: *Správne riešenie dostalo* 5 *b. Riešenie, ktoré mali chybu v tom, že spočítavali dvojice atómov miesto atómov dostali okolo* 3 *b. Taktiež riešenia, ktoré si neuvedomili, že malé kocky sa majú dať zapojiť do seba, dostali okolo* 3 *b.*

Príklad 5 - Dvere *opravoval Ondrej Bogár - Bugý*

Každý z vás to pozná, keď majú dvere staré hrdzavé pánty, tak sa dvere veľmi ťažko otvárajú. Niekedy sa musíte poriadne zaprieť, aby ste s nimi pohli. Toto je spôsobené trecou silou v pántoch. Nakreslíme si pohľad na dvere zhora. Vidíme, že dvere sa otáčajú okolo stredu pántov (tam je ich os otáčania). Trecia sila F_t pôsobí na ich okraji vo vzdialenosti 2 cm od osi otáčania. Kto nevie prečo, skúste sa doma pozrieť na dvere, zistíte, že na okraji sa o seba šúchajú dva kusy železa.

Teraz si treba spomenúť čo sme sa učili o práci alebo či si o nej pamätáme z každodennej skúsenosti. Prácu konáme vtedy, keď s nejakým telesom pohybujeme a pri tom pôsobíme naň nejakou silou. (Keď teleso zdvíhame, tak pôsobíme takou silou, aby sme prekonali jeho tiaž a keď teleso posúvame tak prekonávame zase treciu silu.) Takže každá vec, ktorá prekonáva silu F pri posunutí o dráhu s, koná prácu $W = Fs$.

Keď otvárame dvere, tak musíme zatlačit/potiahnut tak, aby sme prekonali treciu silu v pántoch. Teda si do rovnakého bodu ako F_t zakreslím aj silu F_2, ktorá bude mať rovnakú veľkosť, ale opačný smer. Bod pántov v ktorom som zakreslil silu sa pri otvorení o 90° posunie po štvrťkružnici s polomerom $r_1 = 2\,\mathrm{cm} = 0,02\,\mathrm{m}$. Vypočítam si prejdenú dráhu: $s = \frac{1}{4}2\pi r_1 = \frac{1}{4}2\pi 0,02\,\mathrm{m} \doteq 0,0314\,\mathrm{m}$. Vykonaná práca potom bude

$$W = Fs = F_\mathrm{t}\frac{1}{4}2\pi r_1 = 10\,\mathrm{N}\frac{1}{4}2\pi 0,02\,\mathrm{m} \doteq 0,314\,\mathrm{J}$$

Druhá možnosť ako to spočítať, je nájsť silu akou pôsobíme na kľučku dverí. Pri otváraní pôsobím na kľučku silou F_2 v mieste vzdialenom r_2 od osi otáčania. Moment sily v pántoch musí byť vyrušený momentom sily na kľučke. Keď si to zapíšem, tak viem spočítať silu F_2.

$$F_2 r_2 = F_\mathrm{t} r_1 \Longrightarrow F_2 = \frac{F_\mathrm{t} r_1}{r_2}$$

Touto silou pôsobíme po dráhe rovnej štvrťkružnici s polomerom r_2 preto $s = \frac{1}{4}2\pi r_2$ V oboch výpočtoch necháme písmenká, lebo za niektoré stále nevieme aké číslo dosadiť.

$$W = Fs = F_2\frac{1}{4}2\pi r_2 = \frac{F_\mathrm{t} r_1}{r_2}\frac{1}{4}2\pi r_2$$

V následujúcom riadku vidíme, že r_2 sa vykráti. Keďže nevystupuje vo vzorci pre prácu tak to znamená, že táto práca od neho nazávisí. Teda nech by sme na dvere tlačili kdekoľvek vždy vykonáme rovnakú prácu. POZOR! Sila bude vždy iná ale spolu so silou sa vhodne mení aj dráha, preto je práca rovnaká.

$$W = \frac{F_\mathrm{t} r_1 2\pi r_2}{4r_2} = \frac{F_\mathrm{t}\pi r_1}{2} = \frac{10\,\mathrm{N}\pi 0,02\,\mathrm{m}}{2} \doteq 0,314\,\mathrm{J}$$

Príklad ste mohli riešiť obidvomi spôsobmi. Prípadne ste namiesto r_2 dosadili hodnotu šírky dverí 70 cm. Častou chybou bolo, že ste zabudli premeniť polomer z centimetrov na metre. Na jednotky si musíte dávať pozor, lebo $\mathrm{J} = \mathrm{N}\cdot\mathrm{m}$, $\mathrm{J} \neq \mathrm{N}\cdot\mathrm{cm}$.

Bodovanie: *Premena jednotiek* $-0,5$ *b, Výsledok a postup výpočtu* 2 *b za zdôvodnenie prečo rátali páku alebo prečo sme mohli rátať prácu priamo na pánte* 2 *b, výpočet dráhy a vzorec na prácu* 1 *b*

Príklad 6 - Loptičky do tretice *opravoval Ondrej Bogár - Bugý*

Dúfam, že sa vám séria pokusov s loptičkami páčila. Ako sa mala vyriešiť posledná z nich, sa dočítate v následujúcich riadkoch. Tento pokus si bolo treba dobre naplánovať, lebo zlým plánovaním ste mohli pokaziť váhu. V zadaní sme sa pýtali ako sa bude meniť hodnota ukázaná na váhe v závislosti od výšky a od vlastnosti loptičky. Preto som si zvolil dve loptičky, ktoré mali približne rovnakú hmotnosť, ale úplne odlišné ostatné vlastnosti. Teda tenisák (m_1) a väčšiu nafukovaciu detskú loptu (m_2). Každú loptičku som najskôr klasicky odvážil na kuchynskej váhe. $m_1 = 57\,\mathrm{g}$ a $m_2 = 43\,\mathrm{g}$.
Na ďalšie meranie som použil digitálnu váhu, ktorú používame v P-mate na váženie obálok. Jednak je menej krehká a tak jej nárazy loptičiek neuškodia a za druhé ma väčší merací rozsah (teda vie odvážiť vačšu hmotnosť ako kuchynská váha). Váhu som postavil vedľa dverí a metrom som si dverách urobl značky vo výškach 10 cm, 20 cm, 50 cm, 100 cm a 150 cm. Z týchto výšok som si naplánoval hádzať loptičky. Ale kedže neviem, čo to urobí, ak hodím tenisák na váhu, tak začnem od najnižšej výšky. Ak to už bude vyzerať, že by sa váha pri vyššej výške pokazila, tak pokus preruším. Keďže so zachytením presného čísla som mal problém, niektoré merania som opakoval aj viackrát a do tabuľky som zapísal len tri úspešné merania. Meranie si môžete prezrieť v tabulke. Meranie z výšky 150 cm som už nerobil, lebo váha bola do 3 kg a obával som sa, že nameraná hmostnosť by už bola pri hornej hranici a mohlo by sa stať, že by som váhu pokazil. Štyri merania mi ale budú pre tento krát stačiť.

	loptička č.1	loptička č.2
Výška [cm]	Hmotnosť [g]	
10	423	169
	417	175
	435	193
20	587	268
	568	247
	579	248
50	875	351
	856	410
	862	375
100	1326	596
	1298	635
	1311	613
150	x	x
	x	x
	x	x

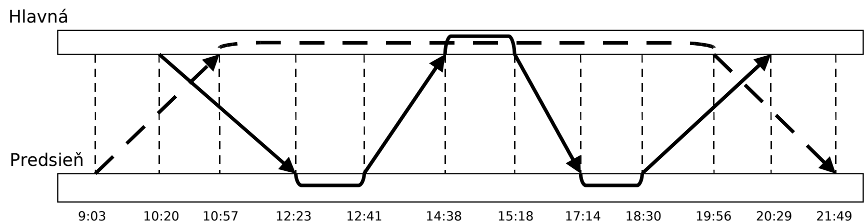
Záver: Z pokusov vidíme, že s rastúcou výškou bude rásť aj hmotnosť ukázaná na váhe. Keďže obe loptičky mali porovnateľnú hmostnosť, ale nameraná hmostnosť je o dosť iná predpokladám, že táto hodnota bude závisieť aj od iných vlastností loptičky. Pravdepodobne to bude pružnosť loptičky a povrch loptičky.

Komentár: Veľa z vás zabudlo popísať závislosť od iných vlastností loptičky. Ďalej aj keď ide o ľahký experiment, vždy mu treba napísať postup s čím, čo, ako a prečo ste merali. A treba aj záver, lebo samotná tabuľka s výsledkami nestačí, ale treba ju tam mať. V závere treba jednou-dvomi vetami zhrnúť čo ste experimentom zistili.

Bodovanie: *Za popis a postup merania* 1 *b, Nameranie rôznych výšok* 2,5 *b a nameranie pre aspoň dve rôzne loptičky* 1 *b. Za záver som dával* 0,5 *b.*

Príklad 7 - Cestovný poriadok *opravoval Ján Bogár - Boogie*

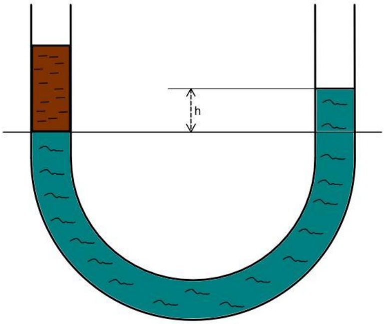
Želám dobré ráno. Nuž ako na to? Prvá vec, ktorú si treba všimnúť, je počet vláčikov ktoré sú súčasne na trase. Ak sú súčasne na trase dva vláčiky, tak určite treba minimálne dve súpravy. Toto ale nie je jediná podmienka určujúca počet súprav. Predstavte si situáciu, že všetky súpravy, ktoré máme, boli pred chvíľou na trase a teraz všetky stoja v Hlavnej sieni. No a teraz zrazu ďalší vláčik má vyrážať z Predsiene. Je jasné, že v takomto prípade treba pridať ďalšiu súpravu, lebo nemôžem použiť tie, ktoré sú práve v Hlavnej sieni. Na to, aby som si v tomto všetkom udržal prehľad, je najlepšie si celú situáciu nakresliť. To sa dá urobiť viacerými spôsobmi. Najlepší je taký, na ktorom vidno, koľko vláčikov je súčasne na trase a zároveň ktorý vláčik skončil v ktorej stanici. Ja som to teda nakreslil takto:



Na obrázku vidieť, že súčasne sú na trase vždy maximálne dva vláčiky (najprv medzi 10:20 a 10:57 a potom medzi 19:56 a 20:29), takže ak sa mi podarí splniť druhú podmienku, stačia dve súpravy. Po chvíli skúšania prídeme na to, že stačia skutočne dve súpravy a sú dokonca dve možnosti, ako im priradiť jednotlivé spoje. Jedna možnosť je na obrázku. Prvá súprava je čiarkovaná a má na starosti spoje 101 a 105. Druhá súprava je plnou čiarou a má na starosti spoje 102, 103, 104 a 106. Druhá možnosť je, že jedna súprava má na starosti spoje 101, 104 a 106 a druhá súprava zas spoje 102, 103 a 105. Kto neverí, nech si to nakreslí.

Bodovanie: *Za postup a zdôvodnenie boli* 2 *b, za správny výsledok* 3 *b. Ak mal niekto v úvahách malú chybu, kvôli ktorej mu vyšiel zlý výsledok, strhával som* 2 *b.*

Príklad 8 - Legendárna trubica *opravovala Katarína Skúpa - Katka*



Ahojte, pri riešení tohoto príkladu stačí vychádzať z toho, že tlak v zvolenej hladine kvapaliny je v oboch ramenách rovnaký. Tlak je sila na plochu ($\frac{F}{S}$) a sily pôsobiace na teleso v rovnováhe musia byť vyrovnané. Sledujme tlak v oboch ramenách trubice v hladine zakreslenej na obrázku. Tlak v pravom ramene je $p_{pr} = p_A + h\rho g$, čiže súčet atmosférického tlaku a hydrostatického tlaku vyvolaného tiažov kvapaliny nachádzajúcej sa nad sledovanou hladinou. V ľavom ramene je opäť atmosférický tlak plus ešte tlak, ktorý je vyvolaný tiažov valca. To znamená, že ho vypočítame z tiažovej sily pôsobiacej na valec predelenej prierezom S trubice. $p_{lav} = p_A + \frac{mg}{S}$, čo môžeme ďalej upraviť $p_{lav} = p_A + \frac{\rho' V g}{S}$, pretože hmotnosť je $m = \rho' V$, kde ρ' je hustota valca. Keď za objem dosadíme $V = Sl$, dostaneme pre tlak v ľavom ramene rovnicu $p_{lav} = p_A + \rho' l g$, kde l je výška valca. Z rovnosti tlakov p_{pr} a p_{lav} už dostaneme hladaný rozdiel hladín vody h:

$$h = \frac{\rho'}{\rho} \cdot l = \frac{600 kg/m^3}{1000 kg/m^3} \cdot 10 cm = 6 cm$$

Rozdiel hladín vody je teda 6 cm a z výsledného vzťahu vidíme, že výsledok nezávisí od polomeru trubice.

V zadaní bolo uvedené, že valec prilieha na steny nádoby tesne, ale bez trenia. Čo to znamená? Fakt, že prilieha tesne, znamená, že zostane položený na hladine vody, čiže sa do nej vôbec neponorí. A zanedbanie trenia nám zjednodušuje situáciu pri výpočte tlaku v ľavom ramene, pretože inak by sme od tiažovej sily, ktorou pôsobí valec na vodu, museli ešte odrátať treciu silu.

Bodovanie: *Riešení prišlo veľmi málo. Tí, ktorý nedoviedli výpočet dokonca, ale len vyjadrili nejakú silu a nejaké objemy, dostali 1 až 2 body. Riešeniam, ktoré vychádzali z Archimedovho zákona a ponorení telesa do kvapaliny, som dávala 4 body, pretože neobsahovali fakt, že valec má rovnaký polomer ako trubica, kvôli čomu sa do vody ponoriť nemôže.*