Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

PIKOFYZ

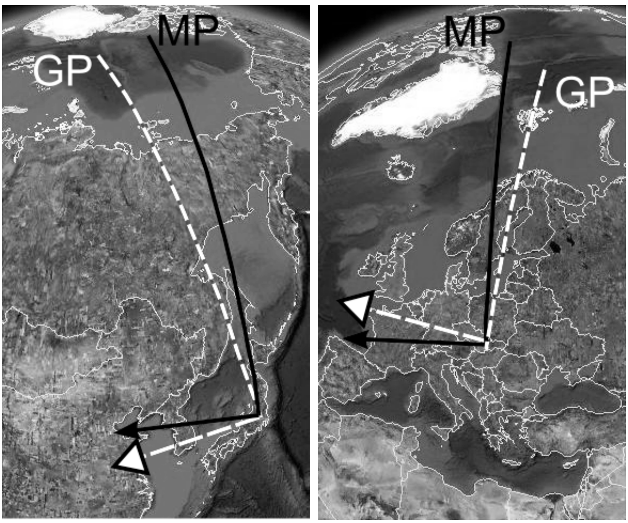
14. ročník www.pikofyz.sk šk. rok 2011/2012

Vzorové riešenia 2. série zimnej časti

Príklad 1 - Kde je západ? *opravoval Ján Boogie Bogár*

Čaute ľudkovia. V tomto vzoráku bude také malé prekvapenie. Najprv si ujednoťme názvoslovie. Severný magentický pól budeme volať ten magnetický pól bližššie ku geografickému severnému pólu. Vo väčšine fyzikálnych učebníc sa zdôrazňuje, že keďže sa k nemu priťahuje severný pól magnetky, tak je to južný magnetický pól. V atlasoch sa to ale označuje takto. Severný magnetický pól sa síce pohybuje, ale teraz je zrovna niekde na sever od Kanady. Hor sa na vec.

Keby strelka ukazovala ku skutočnému severnému pólu, západ by bol kolmo na najkratšiu cestu k pólu (poludník). Lenže strelka ukazuje na **magnetický** pól, takže **treba nájsť najkratšiu cestu k severnému magnetickému pólu (magnetický poludník). Kolmica naň bude smer na západ podľa kompasu.** Nájsť magnetický poludník sa nedá úplne presne len priložením pravítka na mapu, lebo na mapách sú čiary zdeformované. Všimnite si, že ani normálne poludníky nie sú rovné. Presne by to bolo len na glóbuse, ale našťastie to vychádza kvalitatívne dobre aj na obyčajnej mape. Ja som použil Google Earth a nástroj pravítko. Tu sú výsledky:



MP-magnetický pól, GP-geografický pól

Prerušovaná biela čiara a šípka-geografický poludník a skutočný smer na západ
Čierna čiara a šípka-magnetický poludník a magnetický smer na západ

Ako vidieť, na Slovensku sa odchýlime od skutočného západu o pár stupňov na juh. V Japonsku zas na sever. Kde na Zemi je ale to miesto kde kompas ukazuje správne? Je to tam, kde sa magnetický poludník zhoduje s tým skutočným. Stačí teda nájsť skutočné poludníky ktoré prechádzajú magnetickými pólmi. Ale pozor! Keď sa nachádzate medzi severným pólom a severným magnetickým pólom (na tom kratšom úseku), strelka neukazuje na sever, ale na juh!Rovnako je to medzi južným magnetickým pólom a južným pólom. Až na tieto dva kúsky teda ukazuje kompas správne všade na kružnici prechádzajúcej obidvoma magnetickými aj geografickými pólmi.

A teraz to prekvapenie. Doteraz sme predpokladali, že kompas ukazuje vždy na severný magnetický pól. Lenže to nie je pravda. Magnetické pole našej Zeme je oveľa komplikovanejšie. Magnetické siločiary nemieria rovno zo severného na južný magnetický pól, ale občas sa všelijako krivoľako ohýbajú. Pre praktickú orientáciu sa preto používajú mapy magnetickej deklinácie. Deklinácia označuje rozdiel medzi smerom na sever ktorý ukazuje kompas a skutočným smerom na sever. Keď je kladná, kompas sa od severu odchyľuje na východ, keď je záporná, tak na západ. Na takýchto mapách sa dá nájsť čiara spájajúca všetky miesta kde kompas ukazuje rovno na skutočný sever (deklinácia je tam nula), a je to krivoľaká čiara, žiadna pekná kružnica. Takúto mapu nájdete napríklad na anglickej wikipédií. Čo je najhoršie, na Slovensku je v súčasnosti magnetická deklinácia kladná, čiže v skutočnosti by sme sa od smeru na západ neodchýlili na juh, ale na sever. Takže tak :)

Bodovanie: *Odchýlka na Slovensku aj v Japonsku spolu so zdôvodnením:* 3 *b*
Určenie miest na Zemi, kde kompas ukazuje na skutočný sever: 2 *b*

Príklad 2 - Závora *opravoval Michal Smolík - Zerg*

Závažie slúži na to, aby sa ľahšie zdvíhala. Závora je vlastne nerovnoramenná páka, takže čím je závažie ťažšie, tým ľahšie sa otvára, až kým nebude ťažké tak, že sa závora otvorí sama. Teraz vypočítam aké teda musí byť aby sa závora neotvárala sama a zároveň aby bolo čo najľahšie ňou pohnúť (teda drevená časť závory a závažia budú v rovnováhe).

Najskôr si musím vypočítať hmotnosť drevenej časti závory, odteraz ju budem volať závora: $m_\mathrm{d} = V \cdot \rho$, kde m_d je hmotnosť dreva, V je objem a ρ je hustota dreva. V viem vypočítať všeobecným vzorcom pre objem hranolu: $V = h \cdot S$, kde S je prierez a h je výška hranola. Prierez si premením na $0{,}003\,\mathrm{m}^2$. Po dosadení vzorec vyzerá takto:

$$m_\mathrm{d} = h \cdot S \cdot \rho = m_\mathrm{d} = 3\,\mathrm{m} \cdot 0,003\,\mathrm{m}^2 \cdot 500\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} = 4{,}5\,\mathrm{kg}$$

Vypočítam ešte silu (resp. tiaž):

$$F = m_{\mathrm{d}} \cdot g = 4,5\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 45\,\mathrm{N}$$

Keďže je závora páka, viem platí v nej momentová veta. Tá mi hovorí že sila krát jej rameno je rovnaká na oboch stranách páky. Rameno sily je vzdialenosť medzi osou otáčania a bodom do ktorého pôsobí sila. Keďže je závora dlhá 3 metre, rameno sily pôsobiacej na závoru bude 1,5 metra. Toto si dosadím do momentovej vety:

$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$

F_1 je sila pôsobiaca na závoru a a_1 je jej rameno teda 1,5 m. F_2 je sila pôsobiaca na závažie. Dosadím si hodnoty:

$$45\,\mathrm{N} \cdot 1,5\,\mathrm{m} = F_2 \cdot a_2$$

$$67{,}5\,\mathrm{Nm} = F_2 \cdot a_2$$

Keďže máme navrhnúť závažie, môžem si a_2 zvoliť aký len chcem. Ja si zvolím 0,5 m.

$$67{,}5\,\mathrm{Nm} = F_2 \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}$$

$$135\,\mathrm{N} = F_2$$

Hmotnosť je teda 10-krát menšia (po vydelení gravitačným zrýchlením), čo je 13,5 kg.

Keďže už mám hmotnosť a jednu stranu, stačí mi dopočítať obe ďalšie rozmery. Hustota betónu je od 1800 do 2400 $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ (ale uznával som všetky čo ste napísali), teda som si zvolil 2400. Vtedy jeho objem bude $\frac{13{,}5\,\mathrm{kg}}{2400\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}} = 0{,}005625\,\mathrm{m}^3 = 5625\,\mathrm{cm}^3$

Jeden známy rozmer som si zvolil 1 m (povedal som si, rameno sily je vo vzdialenosti 0,5 m, takže dĺžka závažia bude dvojnásobok). Teda prierez je $\frac{5625\,\mathrm{cm}^3}{100\,\mathrm{cm}} = 56{,}25\,\mathrm{cm}^2$ Povedzme, že výška závažia je 15 cm, tak jeho šírka je $\frac{56{,}25\,\mathrm{cm}^2}{15\,\mathrm{cm}} = 3{,}75\,\mathrm{m}$

Takže máme navrhnuté závažie s hmotnosťou 13,5 kg a rozmermi $100 \times 15 \times 3{,}75$ cm. Samozrejme nieje jediné, uznával som všetky čo fungujú správne.

Bodovanie: *Za vysvetlenie funkcie závažia* 1 *b, za určenie hmotnosti závory* 1 *b, za určenie jedného rozmeru a hmotnosti závažia (dá sa len spolu)* 2,5 *b, za správne dopočítanie ostatných 2 súradníc* 0,5 *b.*

Príklad 3 - Písať je namáhavé *opravoval Peter Dupej*

Začnime tým, že si rozdelíme celkovú prácu W na napísanie slohu na menšie práce W_1 potrebné na zdvihnutie jedného prstu. Celkovú prácu potom vyrátame tak, že vynásobíme prácu dvíhania jedného prstu počtom stisnutí klávesov n.

$$W = n \cdot W_1$$

Keď dvíhame bremeno, tak konáme presne takú prácu, aká je zmena potenciálnej energie toho telesa, lebo práca sa spotrebúva na zvýšenie potenciálnej energie. Tú potom vyrátame ľahko podľa nasledujúceho vzťahu, kde h je výška o ktorú bremeno dvíhame, m je jeho hmotnosť a g je gravitačné zrýchlenie.

$$W_1 = E_\mathrm{p} = mgh$$

Spojme teraz tieto dve rovnice a dostaneme všeobecný vzorec na vypočítanie práce potrebnej na n zdvihnutí telies s hmotnosťou m do výšky h.

$$W = nmgh$$

Keďže gravitačné zrýchlenie je konštanta, potrebujeme odhadnúť približný počet znakov, ktoré sa zmestia na dve strany A4, hmotnosť prstov a výšku do ktorej ich dvíhame.

Pusťme sa najprv do tých znakov. Mnohí ste sa oháňali nejakou normostranou, ktorá ma vraj 1800 znakov. Najlepšie však bolo skopírovať si z internetu ľubovoľný dlhší text a vložiť ho do Wordu. Takýto text nám dáva reálnejší odhad, pretože v slohu môžu byť prázdne riadky medzi odstavcami a nie je tam len jeden druh písmen, ako niektorí z vás robili, pretože písmená môžu mať rôznu hrúbku. Mohli ste použiť aj iný podobne inteligentný program, ale taký NotePad vám nespočíta sám slová a znaky. Keď vo Worde kliknete dolu na lište na číslo ukazujúce počet slov, otvorí sa vám štatistika, kde je aj počet znakov aj s medzerami. Nemuseli ste to tak rátať ručne, či už celé po znakoch, alebo po riadkoch. Počet znakov silno závisí na veľkosti písma ako aj type písma a asi najviac ho ovplyvní riadkovanie. Ja som sa trošku pohral s Wordom a pre písmo Times New Roman veľkosti 12 a riadkovanie 1,5 sa mi na dve strany vošlo $4000 - 5000$ znakov. Avšak pre rovnaké písmo veľkosti 11 a riadkovanie 1,15 sa vošlo 7000 až 8000 znakov. Za rozumné odhady som preto považoval všetko medzi 3000 a 9000 znakmi.

Asi najťažšou veličinou na odhad bola hmotnosť prstov. Niektorí ste zvolili experimentálnu cestu, iní ste len tak niečo tresli. Ak ste tipovali, bolo fajn svoj odhad niečím zdôvodniť, napr. prirovnaním alebo odhadom, že prst ma objem asi ako valec takýchto rozmerov a hustota tela je trošku menej ako hustota vody. Ako som už spomenul, mnohí experimentálne merali objem prstu a na internete si našli hustotu tela ktorá je asi $\rho = 985\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Veľmi sa mi páčilo riešenie, ktoré experimentálne určovalo ešte aj hustotu tela. ;-) Prsty máme rôzne, ale priemerne by prst mohol vážiť tak $20g$, lebo má či už podľa experimentálnej alebo valcovej metódy objem asi $20ml$ a hustotu môžeme priblížiť k hustote vody. Všimnite si, že pri odhadoch nám môže byť jedno či použijeme presnú hodnotu $985\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, ktorá ale môže byť pre každého človeka rôzna, alebo to zaokrúhlime na $1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, pretože chyba je asi $1,5\%$. Ostatné veličiny, ktoré odhadujeme môžu mať oveľa väčšiu chybu. Napríklad počet znakov sa môže pohybovať od 3000 do 5000 a preto ak použijeme 4000 plus mínus 1000, dostávame chybu asi 25%. Niekto napísal, že na internete našiel hmotnosť prstu 150 g. Keby uviedol zdroj, možno by som mu uveril, ale keďže ja sa prikláňam skôr k tým 20 g uznával som hodnoty hlavne medzi $10 - 50$ g. Hmotnosť prstov by nám takto mohli zdvihnúť prstene, ale to tam nikto nenapísal. ;-)

Teraz, keď už máme aj hmotnosť prstov, ostáva nám asi najľahší odhad výšky, do ktorej prsty dvíhame. Tento faktor závisí od typu klávesnice, ale aj od štýlu akým píšeme. Šikovní pisári na notebookoch dvíhajú prsty iba asi 1 cm. Tí, čo ťukajú ukazovákom spotrebujú asi 5-krát viac energie, lebo dvíhajú prsty do výšky asi $5cm$.

Na záver stačilo už iba správne premeniť jednotky a vyrátať odhadovanú prácu.

$$W = 4000 \cdot 0,02\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} \cdot 0,01\,\mathrm{m} = 8\,\mathrm{J}$$

Uznával som hodnoty asi od 1 J po 80 J.

Bodovanie: *Za každý rozumný odhad (hmotnosť, výška a počet znakov) ste dostali po* 1 *b. Za zdôvodnenia odhadov, alebo aspoň nejaký myšlienkový popis ste mohli dostať* 2 *b. Ak ste spravili numerickú chybu (zvyčajne zlá premena jednotiek alebo strata desatinného miesta), som strhával* 1 *b.*

Príklad 4 - Kyvadlo *opravovala Aďa Lešková*

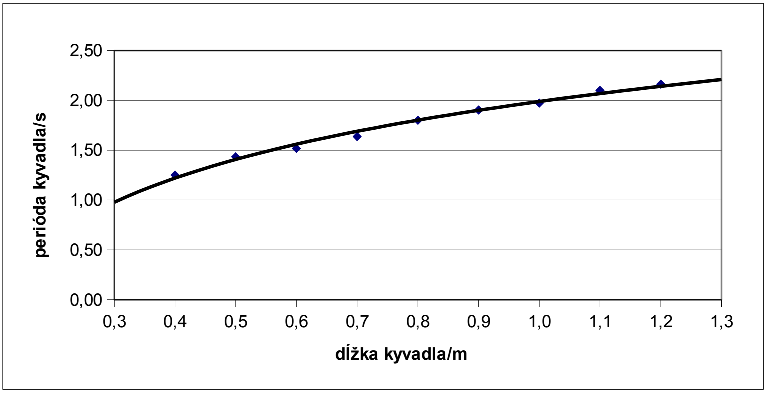
Na nameranie čo najpresnejších výsledkov treba zostrojiť čo najlepšiu aparatúru. Postačí nám stojan, na ktorý zavesíme šnúrku alebo špagát. Na druhý koniec špagátu upevníme závažie.

Zabezpečíme, aby uhol vychýlenia kyvadla pri každom meraní bol rovnaký. Buď ho budeme pred každým pustením kyvadla z nerovnovážnej polohy merať uhlomerom, alebo ak máme tú možnosť, zaznačíme si nejaký bod na stene, ktorá sa nachádza za kyvadlom. Ja som si zvolila, že budem púšťať kyvadlo z uhla vychýlenia 5°.

Ešte kým sa pustíme do stopovania času stopkami, uvedomme si, že v tomto experimente bude jednou z najväčších chýb merania ľudský reflex a že je veľmi náročné odstopovať čas jednej periódy kyvadla, ktorý sa pohybuje v rozmedzí niekoľkých sekúnd na stopkách. Odstopujme si teda čas viacerých periód kyvadla a následne ho vydeľme počtom periód. Tento počet periód kyvadla by však nemal byť veľmi veľký, pretože potom sa kyvadlo odporom spomaľuje. Ja budem merať 10 periód kyvadla.

Zvolila som si viacero dĺžok a pre každú z nich odstopovala desať periód a následne z toho vypočítala jednu periódu kyvadla. Vám stačilo 5 rôznych dĺžok kyvadla. Tu sú moje výsledky:

dĺžka/m	10 periód/s	perióda/s
0,4	12,51	1,25
0,5	14,33	1,43
0,6	15,18	1,52
0,7	16,37	1,64
0,8	18,00	1,80
0,9	19,02	1,90
1,0	19,73	1,97
1,1	20,99	2,10
1,2	21,62	2,16



Z grafu môžme vidieť, že čím je kyvadlo dlhšie, tým je jeho perióda vačšia. Avšak môžme si taktiež všimnúť, že body v grafe neležia na jednej priamke, teda perióda kyvadla sa nemení priamoúmerne od jeho dĺžky.

Bodovanie: *Za detailný postup, ako ste pri svojom experimente postupovali máte* 1,5 *b, za minimálne 5 nameraných hodnôt pre rôzne dĺžky kyvadla máte* 1,5 *b a za správny graf ste mohli získať* 2 *b.*

Príklad 5 - Otrávená voda *opravoval Kristína Komanová*

Keďže chceme otráviť čo najväčší počet ľudí z mesta určme si, akých najťažších ľudí do tejto našej akcie chceme zahrnúť. Zoberme si napr. 100 kg, to sa bude dobre počítať a môžeme to zobrať ako našu hranicu. Takže 100 kg človek je najťažší akého chceme otráviť. Ďalej nás už teda nemusia zaujímať ľahší ľudia, keďže čím je človek ťažší, tým mu musíme dať viacej jedu.

Na otrávenie 100 kg človeka potrebujeme $100 \cdot 0{,}1 = 10\,\mathrm{mg}$ jedu. Ak ho chceme otráviť za 1 deň, cez ktorý vypije priemerne $2\,\ell$ vody, musí sa tých 10 mg jedu nachádzať v $2\,\ell$. Čiže môžeme vypočítať koncentráciu jedu c v akej musí byť aby otrávil ľudí: $c = \frac{10\,\mathrm{mg}}{2\,\ell} = 5\,\frac{\mathrm{mg}}{l}$.

Koncentrácia jedu musí byť v celom jazere rovnaká (resp. môžeme predpokladať, že jed sa rozpustí celý a vytvorí tak homogénnu látku), pretože potrebujeme, aby každé 2l vody obsahovali toľko jedu, aby zabili človeka.

V našom jazere je $V = 40\mathrm{mil.\,m}^3$ čo je $40\mathrm{mld.\,dm}^3$ a tiež toľko isto litrov. Vieme koncentráciu aj objem jazera, čiže dopočítať množstvo jedu m už nebude problém: $m = cV = 5\,\frac{\mathrm{mg}}{\ell} \cdot 40000000000\,\ell = 200000000000\,\mathrm{mg} = 200\,\mathrm{t}$

Takže na otrávenie ľudí do 100 kg, čo vypijú približne $2\,\ell$ denne, potrebujeme 200 t jedu. Ak ste si aj zvolili nejaké iné hmotnosti, uznala som vám to.

Bodovanie: 5 *b – za úplné riešenie aj s postupom, tí ktorí na postup nejako zabudli alebo mali nejaké chyby stratili* 1 *b. Ak vám chýbalo toho už viacej, tak išlo dole* $2 - 3$ *b.*

Príklad 6 - V treskúcom mraze *opravovala Zuzana Bum Bogárová*

Takže máme zistiť, ako sa zväčší objem vody po premene na ľad. Je to jednoduchý experimet, ale otázka je ako ho zrealizovať. Mám viacej možností. Odmerám si množstvo vody, dám vodu do mrazničky, vyberiem ľad z mrazničky a zmeriam mu objem tak, že ho ponorím do vody a odmeriam objem o koľko stúpe hladina. V tomto prípade by sa mi ľad začal topiť keď ho ponorí do vody. Tak skúsim vymyslieť niečo iné. Nejaý systém, ako zmeriam objem ľadu bez toho aby som s ním hýbala. Napríklad nalejem vodu do odmerného valca, odčítam jej objem, dám zamrznúť a potom jednoducho znova odčítam objem ľadu. Keď už mám vymyslený spôsob ako to budem merať, idem na meranie. **Nesmiem zabudnúť, že mám pokus viackrát zopakovať.**

Nalejem vodu do odmerky. Zmeriam si objem vody, dám do mrazničky, počkám pokým je z toho fakt tuhý kus ľadu. Vyberiem z mrazničky a odčítam znova objem. Všetko si zapíšem do tabuľky. Zopakujem to viackrát a aj pre iné objemy. Aby som mala namerané hodnoty prehľadne, urobím si tabuľku. V tabuľke bude objem vody, objem ľadu, rozdiel objemov a percento o koľko sa zväčšil objem ľadu vzhľadom na vodu. Ako toto percento zrátam? No predsa rozdiel objemov deleno objem vody krát 100.

číslo merania	objem vody	objem ľadu	rozdiel objemov	%
1	200	222	22	11,00
2	200	219	19	9,50
3	400	436	36	9,00
4	400	430	30	7,50
5	600	657	57	9,50
6	600	652	52	8,67
7	800	876	76	9,50
8	800	879	79	9,88
9	1000	1099	99	9,90
10	1000	1085	85	8,50
			Priemer	9,29

Vidíme, že v priemere sa objem ľadu vzhľadom na objem vody zväčší o 9,3%.

Dobre, urobili sme experiment, ale na čo tento experiment v skutočnosti poukazuje? Prečo sa zväčší objem vody keď ju necháme zamrznúť? Poďme si to vysvetliť.

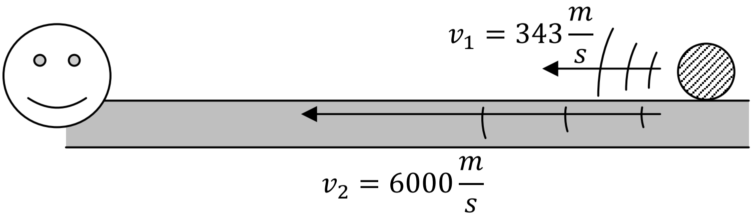
Ako vyzerá molekula vody vieme. Je tam jeden kyslík v strede a okolo neho sú dva vodíky. Šťruktúra kvapalnej vody sa nedá jednoducho popísať, pretože každá molekula vody zmení orientáciu asi jedenkrát za mikrosekundu. Kvapalná voda sa teda skladá z rýchle sa meniacej priestorovej siete molekúl vody. Ale ľad, je usporiadaná sieť týchto molekúl. Majú svoje stabilné miesto. Kedže štruktúra ľadu je popretkávaná priestornými kanálikmi, má väčší objem ako kvapalná voda. Pri topení sa táto kryštalická štruktúra roztápa a voľné miesta zapĺňajú molekuly vody.

Bodovanie: *Za dobré opísanie postupu* 3 *b, zhrnutie výsledku experimentu* 1 *b a za opakovanie pokusu* 1 *b.*

Príklad 7 - Na koľajniciach *opravoval Martin „Panda“ Svetlík*

Na začiatok sa len zamyslíme, aký výsledok by sme mali dostať (keby sme sa náhodou pomýlili pri výpočte a vyšlo nám niečo úplne iné, tak budeme vedieť, že asi je niekde chyba). Rýchlosť zvuku vo vzduchu je totiž oveľa menšia ako jeho rýchlosť v koľajnici, takže aj keby trvala cesta zvukovej vlny koľajnicou len sekundu, tak by prešla 6000 m, čo by vo vzduchu trvalo asi 17,5 s. Preto môžme očakávať, že čas, ktorý to trvalo zvuku v koľajnici, bude oveľa menší ako jedna sekunda, a nebudeme sa takého výsledku báť. Vzdialenosť bude určite aspoň 686m, lebo toľko prejde zvuk vo vzduchu za tie dve sekundy, o ktoré mu to trvá viac oproti zvuku v koľajnici.Takých 1000 m trvá v koľajnici menej ako 0,2 s a vo vzduchu približne tri sekundy (teda rozdiel je už väčší ako 2 s), takže 1000 m je náš horný odhad - teda výsledok bude niekde medzi 686 m a 1000 m.

Pred samotným výpočtom si ale celú situáciu nakreslíme, lebo dobrý obrázok nám veľa napovie.



Na koľajnicu dopadla minca, a zvuk cinknutia sa šíril vzduchom (horná časť obrázku) aj koľajnicou (šedá koľajnica). A oba tieto zvuky sme mohli počuť na tom istom mieste, akurát s odstupom 2 s.

Všimnite si, že hlavu počúvateľa mám nakreslenú pri koľajnici, keby bola totiž vyššie, nemohli by sme povedať, že zvuk prešiel v koľajnici a vo vzduchu rovnako dlhú dráhu. A bez výšky počúvajúceho človeka by sme to možno ani nezrátali. Ale keď si uvedomíme, že oproti 686 m, čo bol náš spodný odhad výsledku, je výška človeka zanedbateľná (a o to viac je zanedbateľný rozdiel dráhy po vodorovnej trase a po naklonenej trase k hlave v normálnej výške - pri jeden a pol metrovom človeku je rozdiel asi 2 mm), tak najjednoduchšie je výšku človeka úplne zanedbať.

Potom môžme povedať, že dráha zvuku vo vzduchu s_1 a dráha zvuku v koľajnici s_2 sú rovnaké, teda

$$s_1 = s_2$$

$$t_1 \cdot v_1 = t_2 \cdot v_2$$

Pričom t_1 a t_2 sú časy, ktoré to zvuku trvalo vo vzduchu, resp. koľajnici. Zo zadania vieme, že $t_1 = t_2 + 2\,\mathrm{s}$. Tak to dosadíme

$$(t_2 + 2\,\mathrm{s}) \cdot v_1 = t_2 \cdot v_2$$

Jediná neznáma v rovnici je teraz t_2, tak ju osamostatníme

$$t_2 \cdot v_1 + 2\,\mathrm{s} \cdot v_1 = t_2 \cdot v_2$$

$$2\,\mathrm{s} \cdot v_1 = t_2 \cdot v_2 - t_2 \cdot v_1$$

$$2\,\mathrm{s} \cdot v_1 = t_2 \cdot (v_2 - v_1)$$

$$\frac{2\,\mathrm{s} \cdot v_1}{v_2 - v_1} = t_2$$

$$\frac{2\,\mathrm{s} \cdot 343\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{6000\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 343\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = t_2$$

$$t_2 \doteq 0{,}1213\,\mathrm{s}$$

No a vyrátať vzdialenosť je už jednoduché, $s = t_2 \cdot v_2 = 0{,}1213\,\mathrm{s} \cdot 6000\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \doteq 727{,}59\,\mathrm{m}$ A pre skúšku si vypočítame, $t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{727{,}59\,\mathrm{m}}{343\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} \doteq 2{,}1213\,\mathrm{s}$, čo je naozaj o dve sekundy viac, ako čas, ktorý to zvuku trvalo v koľajnici.

Vyšla nám vzdialenosť 727,59 m, čo nám sedí aj s odhadom, ktorý sme mali na začiatku, a tak sme spokojní a ideme na ďalší príklad.

Ako nepočítať: Viacerí z vás počítali tak, že si tipli vzdialenosť 100m, zrátali časy v koľajnici aj vo vzduchu a skúšali, či je rozdiel 2 s. Nebol, a tak ste to skúsili pre 200 m, 300 m, atď a postupne ste sa približovali k správnemu výsledku. Takýto postup je však zdĺhavý a keďže počítate len na niekoľko desatinných miest, tak aj nepresný (napríklad pri zaokrúhľovaní na dve desatinné miesta ste sa väčšinou dopracovali k vzdialenosti 726 m a časom 0,12 s a 2,12 s). Ak by ste chceli väčšiu presnosť, boli by potrebné ďalšie kroky na tipovanie ďalších desatinných cifier. Preto sa takéto postupy nepovažujú za dobré, a používajú sa len pri výpočtoch, ktoré nie je možné zrátať inak, alebo pri experimentovaní s novými vecami. Úlohy v Pikofyze však nie sú také, že by sa nedali vyriešit „pekne", a takýto postup nebude za plný počet bodov. Samozrejme, lepšie ako nič, ale 5 bodov nečakajte.

Bodovanie:

Väčšina z vás našla správny výsledok, za príliš skoré zaokrúhľovanie som strhával pol boda. Tým, ktorí počítali tak, že postupne skúšali rozne vzdialenosti, alebo časy, som strhol ešte bod.

Príklad 8 - Vesmírny bublifuk *opravoval Matej Duník - M@tt*

Na začiatok si povedzme, ako sa správa bublina na Zemi. A aby to bolo ešte jednoduchšie, najprv nahradíme bublinu balónom. Vieme, že balón sa dá naťahovať, a keď je natiahnutý, tak sa snaží vrátit sa do pôvodného stavu. (Čo sa dá perfektne využiť pri stavbe praku). Na natiahnutie naň teda musím pôsobiť silou. Takto silou napríklad vie pôsobiť vzduch, ktorým ho nafúkam. Predstavme si teda nafúkaný balón. Balón samotný sa snaží zmenšiť a vrátiť do pôvodného tvaru. V tomto zámere mu ešte pomáha okolitý vzduch, ktorý ho zvonku stláča. Zvnútra ho ale rozťahuje vzduch, ktorý je v ňom uväznený. Takže tento vzduch musí vyrovnať vonkajší atmosférický tlak a navyše vyrovnáva „sťahovanie" balóna, takže jeho tlak je trochu vyšší, ako atmosférický tlak. To, o koľko je väčší, závisí od toho, ako veľmi sa balón snaží zmenšovať.

Čo sa stane, ak trošku zmenšíme tlak vzduchu, ktorý je okolo balóna (napríklad tak, že vysajeme časť vzduchu z miestnosti, v ktorej sa balón nachádza)? Množstvo vzduchu v balóne sa nezmení, ale zrazu bude tlak v balóne väčší ako (tlak vzduchu v miestnosti + stláčanie balóna), takže vzduch v balóne trošku zväčší objem (bude sa rozpínať), ale pozor, počet molekúl v balóne sa nezmení. Žiadne molekuly tam nepribudnú, ani nezmiznú. Výsledok teda je, že balón sa zväčší. Tým, že sa zväčší, tak sa aj zväčší sila, ktorou sa balón snaží vrátiť do pôvodného stavu, takže nie len, že tlak vzduchu v balóne sa rozpínaním zmenší, ale aj tlak „sťahovania" balóna sa zväčší a toto sa bude diať až kým nebudú tlaky opäť v rovnováhe.

Ale čo ak tlak v miestnosti znížime VEĽMI? No potom sa bude balón zase riadne zväčšovať, až kým to steny nevydžia (nemôžu sa predsa zväčšovať donekonečna) a balón praskne.

Zaujímavé je, že s bublinami to funguje veľmi podobne, len s tým rozdielom, že tieto sú oveľa náchylnejšie na prasknutie. Ale presne rovnako, keď budem zväčšovať tlak v okolí bubliny, tak bublina sa bude zmenšovať a keď budem tlak zmenšovať, bublina sa bude naopak zväčšovať (až kým nepraskne).

Ako to je s bublinami na Mesiaci a na ISS? Najprv sa pozrime na ISS: tlak vzduchu je tam rovnaký ako bežne na Zemi - aby sa tam astronautom dobre žilo. Takže vyrobiť bublinu by sa malo dať bez väčších problémov. Navyše tým, že na ISS nepôsobí gravitácia (ona pôsobí, ale tým, že ISS obieha okolo Zeme, tak astronauti ju vôbec necítia - majú tam stav bez tiaže), tak bublina vôbec nebude klesať.

Tu je ešte jeden zaujímavý efekt - bublina ako vieme má svoj obal z tekutiny. A tekutiny bývajú tekuté, takže počas svojho letu na Zemi sa vplyvom gravitácie ťahá tekutina smerom nadol, takže stena bubliny je v hornej časti bubliny oveľa tenšia ako v spodnej časti - preto je bublina krehkejšia a ľahšie praská. K tomuto by kvôli chýbajúcej gravitácii na stanici ISS nemalo dochádzať.

Pozrime teda na Mesiac. Viacerí z vás správne podotkli, že na Mesiaci je slabšia gravitácia ako na Zemi - a to je pravda a keby tam bubliny existovali, naozaj by pravdepodobne padali pomalšie. Veľmi podstatné však je, že na Mesiaci nie je prítomná atmosféra a je tam podobné vákuum ako inde vo vesmíre. Z toho vyplývajú dve veci – jedna vážnejšia ako druhá. Tá prvá je, že aj keby sa nám podarilo vyrobiť bublinu, tak by tlak vzduchu vo vnútri tej bubliny musel byť taký maličký, aby ho vyrovnalo iba samotné sťahovanie bublinky. (Alebo teda bublina by musela byť taká silná, aby dokázala stláčať vzduch na rozumný tlak). Keby to nedokázala (čo aj predpokladáme), tak by sa rozprskla a vzduch by sa rozletel na všetky strany prakticky okamžite.

Druhá vážna vec je, že vákuum nie je veľmi vhodné prostredie na existenciu vody v kvapalnom skupenstve. Naozaj, pri nízkej teplote existuje voda ako ľad a pri zvýšení teploty pri topení okamžite vrie a mení sa na paru. Takže s bublinkami na Mesiaci sa zatiaľ budeme musieť rozlúčiť.

Bodovanie: *Dával som za všeobecné informácie* 1 *b, za správnu informáciu o Mesiaci* 2 *b, a za správnu informáciu o ISS* 2 *b. Za dobré nápady ako vrenie vody na Mesiaci, či stekanie stien bubliny som dával bonus a naopak, ak ste napr. nevysvetlili, prečo pri veľkom rozdieli tlakov by mala bublina prasknúť, som sankcionoval okolo* 1 *b* – 2 *b*