Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

PIKOFYZ

Vzorové riešenia 1. série letnej časti

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

Milá riešiteľka naša, milý riešiteľ náš! *Srdečne Ťa vítam pri prvých vzorákoch v tomto kalendárnom roku.*

Príklad 1 - Zem a Mesiac *opravovala Aďa Lešková*

Ťažisko sústavy dvoch telies sa bude nachádzať niekde na spojnici ťažísk (stredov) týchto dvoch telies. Ako nájdeme, v akej vzdialenosti od stredu Zeme sa ťažisko sústavy Zem-Mesiac presne nachádza?

Predstavme si spojnicu stredov Zeme a Mesiaca ako páku, na ktorej koncoch pôsobia sily priamo úmerné hmotnostiam daných telies. Ak podoprieme túto páku práve v ťažisku sústavy Zem-Mesiac, páka musí byť v rovnováhe. Momenty síl vzhľadom na os otáčania, ktorá prechádza hľadaným ťažiskom sústavy, musia byť rovnaké. Pre moment sily M platí: $M = F \cdot a$, kde F je sila pôsobiaca vo vzdialenosti a od osi otáčania. Keďže sila je priamo úmerná hmotnosti, v našom prípade musí platiť: $m_z \cdot a_z = m_m \cdot a_m$, kde a_z je vzdialenosť ťažiska sústavy od Zeme a a_m je vzdialenosť ťažiska sústavy od stredu Mesiaca. Priemernú vzdialenosť Zem – Mesiac (celú dĺžku našej páky), teda vzdialenosť od stredu Zeme k stredu Mesiaca si označím $a = 384400\,\mathrm{km}$, potom môžem napísať: $m_z \cdot a_z = m_m \cdot (a - a_z)$, čo po úprave dáva: $a_z = m_m \cdot \frac{a}{(m_z + m_m)}$.

Zo zadania však poznáme iba pomer hmotností Zem-Mesiac a to $m_z : m_m = 81{,}3 : 1$. Potom hmotnosť Zeme je $m_z = 81{,}3 \cdot x$ a hmotnosť Mesiaca je $m_m = 1 \cdot x$, kde x je nejaká konštanta. Vzdialenosť a_z ťažiska sústavy od stredu Zeme zistíme: $a_z = \frac{(1 \cdot x \cdot 384400\,\mathrm{km})}{(81{,}3 \cdot x + 1 \cdot x)} = 4670{,}7\,\mathrm{km}$.

Ťažisko sústavy dvoch telies sa teda nachádza v bode na spojnici stredov týchto telies, ktorý rozdeľuje spojnicu v takom pomere, v akom sú hmotnosti týchto telies, pričom ťažisko sa nachádza bližšie k hmotnejšiemu telesu. Nakoniec pre zaujímavosť (toto ste nemuseli uviesť vo svojich riešeniach), v skutočnosti Mesiac neobieha okolo ťažiska Zeme, teda jej stredu, ale obidve telesá obiehajú práve okolo tohto svojho spoločného ťažiska... Ťažisko sústavy Zem – Mesiac sa teda nachádza približne 4700 km od stredu Zeme a keďže polomer Zeme je 6378 km, nachádza sa pod povrchom Zeme.

Bodovanie: *Viacerí ste nesprávne pochopili, čo znamená priemerná vzdialenosť Zem-Mesiac a k vzdialenosti* 384400 *km ste pripočítavali aj polomer Zeme, či Mesiaca, čo trocha ovplyvnilo váš výsledok, avšak za to ste nemali strhnuté body. Ak ste mali správnu odpoveď pozostávajúcu z dvoch častí, dostali ste* 1 *b, za správny výpočet a postup pri ňom ste mohli získať* 2 *b a za myšlienku o momentoch síl, či odôvodnenie, prečo sa ťažisko nachádza práve v takom pomere vzdialeností medzi Zemou a Mesiacom ste mohli získať* 2 *b.*

Príklad 2 - Teplo a chlad *opravoval Vladimír Boža - Usama*

Zem a jej atmosféra majú určitú teplotu (v každej vrstve trochu inú). Tá sa v priebehu roka mení. Poďme sa najprv pozrieť, čo na to vplýva.

Istá časť tepla si veselo uniká do okolitého vesmíru. S týmto nič neurobíme, Zem je o dosť teplejšia ako okolitý vesmír.

A tieto úniky treba nejako vykompenzovať. Teda potrebujeme nejaké zdroje tepla. Jedným zdrojom tepla je zemské jadro. Jeho výkonnosť sa v priebehu roka veľmi nemení. Druhým zdrojom tepla je žiarenie zo Slnka. Na to, koľko žiarenia nám Slnko dodá, má vplyv veľa faktorov. Už len taká oblačnosť. Ale tú si pre jednoduchosť odmyslíme. V priebehu roka sa mení aj vzdialenosť Zeme od Slnka. Najbližšie sme ku Slnku v januári, najďalej v júli. Ale tento pohyb nemení až tak veľmi množstvo žiarenia dopadajúceho na Zem zo Slnka. Ten najdôležitejší vplyv je sklon zemskej osi. Vďaka nemu dopajú slnečne lúče v lete na severnú pologuľu kolmejšie ako v zime, čo v praxi znamená, že „vykurujú“o dosť účinnejšie. Navyše počas leta máme dlhšie dni. Najdlhší deň a zároveň deň kedy slnečné lúče dopadajú u nás najkolmejšie je letný slnovrat. Opačne je to pri zimnom slnovrate, vtedy je najkratší deň a slnečné lúče dopadajú najšikmejšie počas roka.

Takže ujasnili sme si, že „vykurovanie“od Slnka je najslabšie 21. decembra potom do 21. júla stúpa a potom zase klesá. Keď sa ale pozrieme na priemerné mesačne teploty na Slovensku (napr. na http://www.shmu.sk/sk/?page=1065) zistíme, že najteplejší mesiac nie je jún (kedy by Slnko malo zemi dodávať najviac tepla), ale až júl. Podobná situácia je v zime - najchladnejší mesiac je január. Prečo je to tak?

Najväčšie dodavané teplo neznamená nutne hneď najvyššiu teplotu. Znamená to len, že teplota bude pomaly stúpať. A realita je taká, že Slnko približne od marca do augusta dodáva teplo v takom množstve, že teplota pomaly stúpa (v marci je pomerne zima, takže aj to menšie dodávané teplo stačí na zvýšenie teploty). Preto najvyššie teploty prichádzajú v júli a auguste. Môžeme si to predstaviť aj tak, že dáme vodu na varič a pustíme plameň naplno a potom ho trochu zoslabíme. Voda sa bude ohrievať aj na zoslabenom plameni.

Naopak v čase od septembra do februára teplo vyžiarené do vesmíru je väčšie ako teplo dodávané od Slnka. Preto teplota postupne klesá. A najtuchšia zima kulminuje v januári a februári.

Tento istý princíp si môžete všimnúť aj pri teplote počas dňa. Najchladnejšie je vtedy keď vychádza Slnko (teplota celú noc klesala). A najteplejšie je tesne po obede, približne o 14:00 a pritom Slnko najsilnejšie „praží“okolo 13:00 (počas letného času).

Bodovanie: *Za rozumné vysvetlenie sa dalo získať* 5 *b. Body som strhával hlavne za nedovysvetlované veci a faktické nepresnosti.*

Príklad 3 - Kabínky a kabínky *opravovala Ivana Binderová - Wiva*

Táto úloha má dve rôzne riešenia, ktoré závisia od predpokladu daného na začiatku. Buď predpokladáme, že turista je riadne vyšportovaný a ide rýchlejšie ako lanovka, alebo si vykračuje a jeho rýchlosť je menšia ako rýchlosť lanovky. (Na zamyslenie: môže byť rýchlosť turistu a lanovky rovnaká?) Označme v_T = rýchlosť turistu a v_L = rýchlosť lanovky. Kabínky sú od seba vzdialené 10 m. Keď ide lanovka smerom nadol, turista stretáva kabínky v 3-sekundových intervaloch. Kabínka sa približuje k turistovi rýchlejšie, preto platí:

$$v_\mathrm{T} + v_\mathrm{L} = \frac{10}{3}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

1. Ak $v_\mathrm{T} > v_\mathrm{L}$:

Kým sa turista dostane k nasledujúcej kabínke, ktorá ide smerom hore, ubehne 15 s. Za tú dobu prejde kabínka, ktorú chce dohoniť, vzdialenosť $v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s}$. Turista tým pádom prejde vzdialenosť $10\,\mathrm{m} + v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s}$. Inak vyjadrené, prejde vzdialenosť $v_\mathrm{T} \cdot 15\,\mathrm{s}$. Tým dostávame rovnosť:

$$\begin{aligned}
10\,\mathrm{m} + v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s} &= v_\mathrm{T} \cdot 15\,\mathrm{s} \\
v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s} &= v_\mathrm{T} \cdot 15\,\mathrm{s} - 10\,\mathrm{m} \\
v_\mathrm{L} &= v_\mathrm{T} - \tfrac{2}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}
\end{aligned}$$

Dosadením do rovnice $v_\mathrm{T} + v_\mathrm{L} = \frac{10}{3}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ získavame:

$$\begin{aligned}
v_\mathrm{T} + v_\mathrm{T} - \tfrac{2}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} &= \tfrac{10}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \\
2 \cdot v_\mathrm{T} &= \tfrac{10}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + \tfrac{2}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \\
2 \cdot v_\mathrm{T} &= \tfrac{12}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 4\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \\
v_\mathrm{T} &= 2\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}
\end{aligned}$$

2. Ak $v_\mathrm{T} < v_\mathrm{L}$:

Kým sa nasledujúca kabínka idúca smerom hore dostane k turistovi, ubehne 15 s. Za tú dobu prejde táto kabínka vzdialenosť $v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s}$. Turista však tentoraz prejde iba $v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s} - 10\,\mathrm{m}$ metrov. Z iného uhla pohľadu vzdialenosť, akú v tomto prípade turista prejde, môžeme znova vyjadriť ako $v_\mathrm{T} \cdot 15\,\mathrm{s}$. Dostávame sa už na známu pôdu:

$$\begin{aligned}
v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s} - 10\,\mathrm{m} &= v_\mathrm{T} \cdot 15\,\mathrm{s} \\
v_\mathrm{L} \cdot 15\,\mathrm{s} &= v_\mathrm{T} \cdot 15\,\mathrm{s} + 10\,\mathrm{m} \\
v_\mathrm{L} &= v_\mathrm{T} + \tfrac{2}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}
\end{aligned}$$

Dosadením do rovnice $v_\mathrm{T} + v_\mathrm{L} = \frac{10}{3}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ získavame:

$$\begin{aligned} v_\mathrm{T} + v_\mathrm{T} + \tfrac{2}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} &= \tfrac{10}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \\ 2 \cdot v_\mathrm{T} &= \tfrac{10}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - \tfrac{2}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \\ 2 \cdot v_\mathrm{T} &= \tfrac{8}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \\ v_\mathrm{T} &= \tfrac{4}{3}\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \end{aligned}$$

Turista môže ísť rýchlosťou buď $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, alebo $\frac{4}{3}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Bodovanie: *Na plný počet bodov stačilo nájsť jedno správne riešenie (so správnym postupom). Za nedostatočné vysvetlenie v postupe som strhávala (pol)bodíky.*

Príklad 4 - Praktické euroobaly *opravoval Tomáš Jančo - Janči*

Tento experiment bol celkom veselý. Ako som pri ňom postupoval? Nuž navlhčil som si obal a pekne rovno som ho priložil na sklo. Tak ako som predpokladal, ostal na okne držať. Potom som do obalu postupne pridával záťaž - mince. Po prvých pár minciach sa obal začal odliepať od bokov smerom ku stredu. Tým sa zmenšovala plocha ktorou sa dotýkal, teda sa zmenšovala sila, ktorá mu bránila posunu. Takto by čoskoro odpadol, ani nie v závislosti od záťaže, ale od času ktorý by sme mu nechali aby sa odlepil. Preto som tvar obalu zafixoval priečne vloženým tvrdým papierom - zabránil som mu ohýbať sa a teda odliepať sa postupne - a pokračoval v pridávaní záťaže, až kým sa obal nezačal posúvať (nie odliepať). Vtedy som obsah obalu vybral a odvážil ho na kuchynskej váhe.

Pri vyberaní obalu na tento experiment som si všimol, že obaly majú rôzny povrch, niektoré úplne hladký a niektoré štrukturovaný (taký zrnitý). Teda aj konkrétny druh obalu ovplyvňuje meranie a môže priniesť rôzne výsledky. Ja som si vybral ten zrnitý a vo formáte A4. Výsledky ktoré som nameral sú v tabuľke.

N	Záťaž [g]
1	318
2	296
3	334
4	307
5	312
priemer	313.4

Ešte spomeniem, že mince som sa do obalu snažil dávať čo najopatrnejšie a rovnomerne. Teda aby som dostal čo najpresnejšie merania. Najväčšie odchýlky pri meraní vznikali v rôznej priľnavosti obalu ku sklu pod rôznymi podmienkami (pritlačenie obalu, množstvo vody ...), ktoré som nedokázal mať vždy rovnaké. Taktiež pri vkladaní mincí - taká z výšky vhodená 2-eurová minca môže spôsobiť, že obal poputuje po okne dole predčasne.

Takže navlhčený euroobal na okne udržal maximálne 334 g a priemerne 313,4 g. Niektorí ste sa pokúsili vysvetliť, prečo obal drží na okne ako prilepený. Vysvetlení je viacero, do tohoto vzoráku sa to nezmestí. Od vás sme to ani nechceli, takže ak ste ho nenapísali, body som nestŕhal.

Bodovanie: *Riešení prišlo celkom dosť a veľa z nich dostalo plný počet. Plné riešenia obdržali* 2 *b za podrobný opis postupu,* 2 *b za opakovanie meraní a zostávajúci* 1 *b za všetky ďalšie drobnosti. Tento bod ste nedostali, ak vám pri meraní vyšli úplne* *zlé výsledky, alebo ste neuviedli akú záťaž obal na okne udrží či na niečo podobné zabudli. Niektorí ste namiesto vkladania vecí do obalu ich zavesili zvnoku obalu a výsledky vám vyšli dosť malé, pretože sa obal rýchlo odlepil.*

Príklad 5 - Tabletka *opravovala Anna Zahoranová-Anka*

Ahojte. V tomto príklade bolo vašou úlohou vypočítať, aká časť podivnej tabletky, zloženej z dvoch zložiek, vnútornej kocky s rozmermi $a = 0{,}5\,\mathrm{cm}$ a hustotou $\rho = 1200\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ obalenej plášťom s hustotou $\rho = 800\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ taktiež v tvare kocky s hranou $a = 1\,\mathrm{cm}$, bude vyčnievať nad hladinu. Treba si uvedomiť, čo podľa pána Archimeda, platí pre plávajúce teleso - totiž že tiaž celej kocky (súčet tiaže každej zložky) sa rovná vztlakovej sile, ktorá však pôsobí len na ponorenú časť. Môžeme teda napísať:

$$F_{\mathrm{grav}} = F_{\mathrm{vz}}$$

$$m_1 \cdot g + m_2 \cdot g = V_3 \cdot \rho_{\mathrm{vody}}$$

$$V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2 = V_3 \cdot \rho_{\mathrm{vody}}$$

$$0{,}125\,\mathrm{cm}^3 \cdot 1{,}2\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} + 0{,}875\,\mathrm{cm}^3 \cdot 0{,}8\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 1\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \cdot V_3$$

$$0{,}85\,\mathrm{cm}^3 = V_3$$

Dostali sme objem, ktorý je ponorený pod hladinou. Po odčítaní od celkového objemu $1\,\mathrm{cm}^3$ dostaneme objem vyčnievajúcej časti $0{,}15\,\mathrm{cm}^3$, čo je výška 1.5 mm. Ako zistíme, za aký čas sa tabletka ponorí? V tom okamihu bude jej tiaž rovnaká ako vztlaková sila, tentoraz pôsobiaca na celý objem sčasti roztopenej tabletky (už ani kúsok nevytŕča nad hladinu). Môžeme napísať rovnosť:

$$F_{\mathrm{grav}} = F_{\mathrm{vz}}$$

$$V_1 \cdot \rho_1 + V_4 \cdot \rho_4 = (v_1 + V_4) \cdot \rho_{\mathrm{vody}}$$

$$0{,}125\,\mathrm{cm}^3 \cdot 1{,}2\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} + V_4 \cdot 0{,}8\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 0{,}125\,\mathrm{cm}^3 \cdot 1\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} + V_4 \cdot 1\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$$

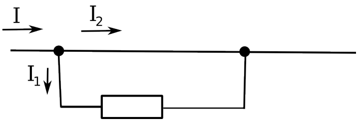
$$V_4 = 0,125\,\mathrm{cm}^3$$

Čiže z plášťa ostane objem $0{,}125\,\mathrm{cm}^3$, rozpustí sa $0,875\,\mathrm{cm}^3 - 0{,}125\,\mathrm{cm}^3 = 0{,}75\,\mathrm{cm}^3$ Aby sme zistili čas rozpúšťania, vypočítame hmotnosť rozpustenej časti $m = 0{,}75\,\mathrm{cm}^3 \cdot 0{,}8\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 0,6\,\mathrm{g}$. Čas rozpúšťania je potom $t = \frac{0{,}6g}{0{,}1\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}} = 6\,\mathrm{s}$, čím je náš príklad vyriešený.

Častou a zbytočnou chybou bolo, že ste vymenili hustoty zložiek. Tiež ste často uvažovali, že tabletka sa ponorí až vtedy, keď sa rozpustí celá druhá zložka - plášť, čo je tiež mylné. Mnohí z vás riešili čas ponorenia vypisovaním hmotnosti a vyčnievajúceho objemu po každej sekunde jednotlivo, čo nie je nesprávne, len trochu zdĺhavé riešenie. Mnohým sa podarilo skomponovať peknú rovnicu aj s časom topenia, kde im výsledok vyšiel bez zbytočného vypisovania po sekundách. Taktiež jednou z ciest bola úvaha o hustotách, po akom čase sa celková hustota kocky vyrovná hustote vody.

Bodovanie: *Za správne riešenie každej z otázok bolo možné získať* 2,5 *b, ak ste mali správne postrehy k riešeniu, ale zlý výsledok, strhlo sa vám* 0,5 *b. Taktiež sa bodíky stŕhali za chýbajúce slovné zdôvodnenia postupu.*

Príklad 6 - Podivné zábavky *opravovala Katarína Skúpa*



Ahojte :) V príklade chceme vypočítať, ako najďalej od seba môže šimpanz klásť ruky pri rúčkovaní. Pozrieme sa teda rovno na hraničnú situáciu, pri ktorej šimpanzom tečie prúd $I_1 = 0,2\,\mathrm{A}$. Keďže má odpor $500k\Omega$, tak medzi uzlami tvorenými jeho rukami je podľa Ohmovho zákona ($U = RI_1$) napätie $100\,\mathrm{kV}$. Šimpanza môžeme považovať za rezistor paralelne pripojený na drôt, ako je nakreslené na schéme. Prúd I vstupujúci do uzla sa rozdelí na prúdy I_1 a I_2, pričom platí, že $I = I_1 + I_2$. Drôtom medzi šimpanzovými rukami teda preteká prúd $I_2 = 18,8\,\mathrm{A}$. Ďalej využijeme, že odpor vodiča dĺžky l, prierezu S a merného elektrického odporu ρ je $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$. Opäť použijeme Ohmov zákon $U = RI_2$, pričom napätie U medzi uzlami (šimpanzovými rukami) sme už vypočítali. Dostávame teda, že

$$U = \frac{\rho l}{S} \cdot I_2,$$

odkiaľ vyjadríme dĺžku vodiča

$$l = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot I_2}.$$

Po dosadení konkrétnych číselných hodnôt zistíme, že šimpanz môže klásť ruky najďalej v dĺžke $1,06\,\mathrm{m}$ odseba.

Bodovanie: *Najčastejšou chybou bolo, že si riešitelia neuvedomili, že drôtom medzi šimpanzovými rukami nepreteká prúd* 19 *A, ale len* 18,8 *A. Za túto chybu som strhávala 1 bod. Našli sa tiež riešenia, podľa ktorých* 1,06 *m bola minimálna vzdialenosť medzi rukami. Tým som tiež strhla 1 bod.*

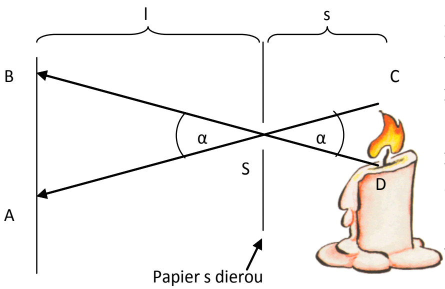
Príklad 7 - Z kuchyne *opravoval Martin Veselý*

Z pozorovania vieme, že keď chceme udrieť najväčšou silou tĺčikom, tak je lepšie držať tĺčik na mäso za koniec rúčky. Otazkou ale zostáva, prečo. V zadaní je napísané, že čím väčšou rýchlosťou udrie tĺčik do mäsa, tým bude sila väčšia. Chceme teda maximalizovať rýchlosť tĺčika tesne pred úderom do mäsa. Keďže sila v našej ruke, ktorou budeme zrýchľovať tĺčik je stála, vieme, že nech držíme tĺčik kdekoľvek, naša ruka sa otočí o rovnaký uhol za jednotku času. Čím vačšie je rameno (vzdialenosť od uchopenia po tĺčik), tým väčšiu dráhu prejde tĺčik, keď otočíme rukou o rovnaký uhol. To znamená, že sa viac rozbehne, keďže prejde vačšiu dráhu za rovnaký čas. A to je dôvod, prečo je vhodné držať tĺčik za koniec, ak ním chceme udrieť čo najvačšou silou.

Bodovanie: 5 *b bodov bolo za správne riešenie. Ak ste v sa v riešení zabudli vyjadriť k niečomu podstatnému, stratili ste* 0,5 *b* - 1 *b bod. Ak ste správne odpovedali (treba držať tĺčik za koniec rúčky), dostali ste bod. Ak ste nemali správne riešenie, ale našli ste aspoň nejaké fyzikálne zákony, ktoré pri tĺčiku platia, dostali ste další bod.*

Príklad 8 - obraz na stene *opravoval Ján Bogár - Boogie*

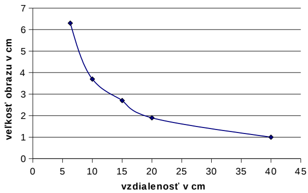
Ahojte



V tomto príklade bolo treba spraviť pár meraní a potom urobiť graf, ako závisí jedna veličina od druhej. Tak najprv k tým meraniam. Zoberieme výkres, upevníme si ho (žasli by ste ako veľmi to pri niektorých meraniach pomáha k väčšej presnosti, keď máte dobrú aparatúru), potom zoberieme sviečku a budeme ňou posúvať bližšie alebo ďalej od výkresu. No a čo sa stane? Na stene sa nám zobrazí svetlá škvrna. Ak máme šťastie, tak v nej spoznáme obraz sviečky otočený hore nohami. Prečo je to tak si povieme za chvíľu. Ako ale zmerať jej veľkosť? Plameň sviečky sa totiž neustále hýbe a navyše nie je jasné kde končí. V takýchto prípadoch, keď sa nám meraná veličina mení aj počas jedného merania, je dobré spraviť viac meraní pre jednu vzdialenosť sviečky od papiera a tie spriemerovať. Konkrétne metódy ako to spraviť boli rôzne, viacerí z vás si plamienok obkreslovali na papier, poprípade vymenili sviečku za baterku, ktorej svetlo bolo stálejšie a malo ostré okraje. Spravíme si teda nejaké merania. Koľko ich ale treba? Keď určujeme závislosť jednej veličiny od druhej, vždy je dobré urobiť čo najviac meraní. Keby napríklad niekto urobil len tri merania, ľahko by sa mohol pomýliť a vyhlásiť, že grafom je priamka. Keby ich spravil päť alebo viac, zistil by, že graf sa trochu zakrivuje...a keby ich spravil dostatočne veľa, zistil by, že grafom je hyperbola- teda medzi veličinami panuje nepriama úmernosť.

vzdialenosť v cm	veľkosť obrazu v cm
6.3	6.3
10	3.7
15	2.7
20	1.9
40	1

Prečo je to tak? Dierka je malá. Zoberme si napríklad hrot plameňa sviečky. Svetlo sa z neho šíri všetkými smermi, ale za výkres s dierkou sa dostane len cez dierku a svojho smeru sa už drží. Takže svetlo z hrotu plameňa sa premietne len na jeden bod. A takisto je to so všetkými bodmi na sviečke. Keď sa pozrieme na obrázok, zistíme, že trojuholníky ABS a CDS sú si podobné, takže platí že $\frac{AB}{l} = \frac{CD}{s}$, z čoho odvodím, že AB je nepriamo úmerné s (vzdialenosti sviečky od papiera). Preto sa dá niekedy malá dierka použiť namiesto šošovky na zobrazovanie predmetov, ako napríklad v zariadení zvanom camera obscura. Tak, už naozaj končím, len posledná vec: keď niekam píšete výsledky svojho experimentu, treba vždy napísať aj to, ako ste ho robili. Prečo? Lebo len z výsledkov nie je jasné, ako dobre ste merali a či sú teda vaše výsledky spoľahlivé.



Ja som robil merania s čelovkou ktorej diódy boli od seba normálne vzdialené 1,9 cm (od okraju po okraj). Papier som dal 20 cm od steny, čelovku som posúval položenú na knihách. Výsledky vidíte v tabuľke a grafe.

Hotovo. Majte sa.

Bodovanie: *Za dobre urobené merania bolo* $1,5$ *b, za dobrý graf so všetkým čo k nemu patrí boli* 2 *b a za popis experimentu boli* $1,5$ *b.*