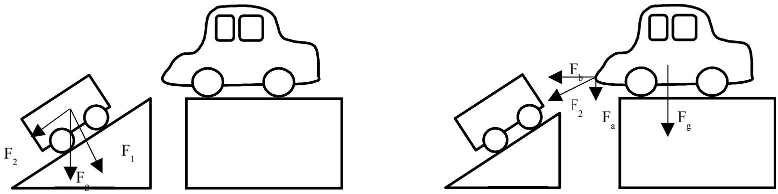
Vzorové riešenia 4. série

Pikofyz, 10. ročník www.p-mat.sk/pikofyz šk. rok 2007/2008

Milá riešiteľka naša, milý riešiteľ náš! *Pred sebou máš vzorové riešenia poslednej tohtoročnej série Pikofyzu. Môžeš si v nich pozrieť naše riešenia príkladov, ktoré Ťa zaujali alebo si si s nimi nevedel rady. Prajeme Ti pekný zvyšok školského roka, super prádniny a tešíme sa na Tvoje riešenia opäť v budúcom roku.*

Príklad 1 - Autováha *opravoval Ondrej Bogár - Bugý*

Aby sme mohli správne vyriešiť tento príklad, musíme si uvedomiť, ako funguje váha. Váha meria veľkosť sily vo vertikálnom smere (zhora nadol). Z nej potom určí podľa vzťahu $F = m \cdot g$ hmotnosť telesa. Preto je dôležité vedieť, aké sily pôsobia na váhu. Preto si nakreslíme pekné obrázky na ktorých to bude vidieť.



Auto je na váhe a vlečka na rampe. Auto pôsobí na váhu silou F_{g}, čo je jeho tiaž. Tiaž vozíka sa rozloží na dve zložky. F_1 a F_2. Zložka F_2 ťahá vozík dole po naklonenej rovine. Táto sila sa prenáša lanom na auto. V bode, kde je lano o auto upevnené, sa sila opäť rozkladá. A to na sily F_{a} a F_{b}. Vidíme, že sila F_{a} ťahá auto smerom dozadu. Proti tejto sile pôsobia brzdy, aby sa to nehýbalo. Sila F_{b} pôsobí kolmo dole na váhu. To znamená, že sila pôsobiaca na váhu bude $F_{\mathrm{g}} + F_{\mathrm{a}}$. Hmotnosť m_1 je väčšia ako len hmotnosť auta. Keď na váhu vyjde auto aj s vlečkou, tak váha ukáže ich skutočnú spoločnú hmotnosť. Tiaž auta aj vlečky smeruje kolmo nadol na váhu.

Mnohí z vás urobili chybu, že už teraz prehlásili $M < m_1 + m_2$. Nevieme však, aká je hmotnosť m_2. Keď stojí auto na naklonenej rovine, tak jeho tiaž sa rozkladá na sily F_1 a F_2, podobne, ako keď tam bola vlečka. Auto má však brzdy, a tak po ich zabrzdení pôsobia brzdy trením proti pohybu auta, a teda pôsobia proti sile F_2. Preto na vozík nebude pôsobiť žiadna iná sila okrem, tiažovej sily. Váha preto pri odvážení m_2 ukáže skutočnú hmotnosť vozíka.

Teraz už môžeme povedať výsledok: $m_1 + m_2$ je hmotnosť auta spolu s vlečkou plus časť hmotnosti vlečky (sila F_b). Hmotnosť M je súčet skutočných hmotností vlečky a auta. Vidíme, že práve sila F_b spôsobí nárast hmotnosti. Preto platí

$$M < m_1 + m_2$$

Bodovanie: *Skutočnosť, že za to može naklonená rampa a rozklad síl* 1 *b. Za vysvetlenie, ako sa rozkladá sila v prvom prípade* 2 *b, rozklad sily a význam bŕzd v druhom prípade* 1 *b. Za dostatočný slovný komentár* 1 *b.*

Príklad 2 - Neskrotné kyvadlo *opravoval Martin Veselý - Maves*

Tento príklad bol experimentálny, a tak bolo treba zostrojiť kyvadlo a merať jeho periódu. Moje kyvadlo bolo zložené zo šnúrky a ako závažie som použil 5 päťkorunových mincí zviazaných dokopy. Kyvadlo som uviazal o kľučku na dverách, ktorá bola viac ako meter nad zemou

POSTUP: Odmeral som 5-násobok periódy (vychýlil som kyvadlo a čakal som, kým sa piatykrát vrátilo do pôvodnej polohy). Nameral som 10,0 s. Jedna perióda sú teda 2 s a $\frac{3}{4}$ z nej je 1,5 s. Ako pohyblivú zarážku som použil pravítko, ktoré som oprel o dvere a pevne držal v ruke tak, aby šnúrka kyvadla narážala kolmo na jednu hranu pravítka. Vždy som si odmeral vzdialenosť pravítka a kľučky, na ktorej bolo kyvadlo zavesené. Opäť som meral 5-násobok periódy a hľadal som pozíciu zarážky takú, aby 5-násobok periódy bol 7,5 s. Najpresnejšie to vyšlo pri vzdialenosti 75 cm od kľučky, a tak som si odmeral ešte 5-násobok periódy pre veľmi blízke hodnoty k 75 cm. Tu sú hodnoty mojich meraní:

vzdialenosť zarážky [cm]	meranie 5 periód [s] 1	2	3	4	5	5 periód [s] (priemer)	1 perióda [s] (priemer)
0	9,9	10,0	10,0	10,0	10,1	10,0	2,0
50	8,5	8,8	8,8	8,7	8,7	8,7	1,74
60	8,1	8,2	8,3	8,1	8,3	8,2	1,64
75	7,5	7,6	7,5	7,4	7,5	7,5	1,50
90	6,9	6,9	6,5	6,9	6,8	6,8	1,36
70	7,8	7,8	7,7	7,9	7,8	7,8	1,56
80	7,4	7,3	7,3	7,3	7,2	7,3	1,46

Asi štvrtina z vás nepochopila význam zarážky a namiesto jej použitia skracovala kyvadlo. Týmto postupom vyšli samozrejme iné výsledky. Pri pokusoch je dôležité, aby sa každé meranie opakovalo viackrát a z meraní sa spravil aritmetický priemer. Tým zaistíme väčšiu presnosť.

Bodovanie: 5 *b je za správne riešenie. V prípade, že ste nesprávne pochopili zadanie, máte o* 1 *b menej. Ak ste nevyplnili tabulku všetkými meraniami, ktoré ste spravili, takisto o* 1 *b menej. Za nepresné meranie (napríklad iba jedno meranie pre každú pozíciu zarážky) alebo za nenapísanie postupu pri výrobe zarážky, zhodne o* 0,5 *b menej. Ak ste úlohu riešili zlým postupom (pri akomkolvek pochopení úlohy) máte o* 2 *b menej.*

Príklad 3 - Nepotopiteľný *opravoval Dušan Domány - Dudo*

Výtlak je definovaný ako hmotnosť vody vytlačenej plávajúcou loďou. Titanic si nič netušiac napreduje ku východnému pobrežiu Severnej Ameriky. Pri bežnej plavbe je jeho výtlak M_{norm}. Tento výtlak je rovný hmotnosti Titanicu. Archimedov zákon slovne: Teleso ponorené do kvapaliny je nadľahčované silou, ktorá má rovnakú veľkosť ako tiaž vytlačenej kvapaliny.

V tom sa z hmly vynorí obrovský kus ľadu. Ľudia na palube sa nadchýnajú výhľadom na prírodný úkaz. Nie však nadlho. Loďou otrasie náraz do ľadovca a Titanic začína naberať vodu. S každou vzduchovou komorou, ktorá sa naplní vodou, stúpa hmotnosť lode o $m_{\mathrm{d}} = V_{\mathrm{k}} \cdot \rho_{\mathrm{v}}$ (hmotnosť nabranej vody). Rovnako stúpa aj výtlak Titanicu. Loď sa musí pritom ponoriť, aby ešte naviac vytlačila vodu o hmotnosti m_{d}.

Niektoré menej podstatné okamihy teraz preskočíme a vezmeme si situáciu tesne pred potopením. Celý objem lode je už vlastne ponorený vo vode, ale loď ešte stále pláva. Pasažieri strnulo stoja na palube vedomí si toho, že aj to najmenšie kýchnutie pošle loď na dno kráľovstva Poseidonovho. Titanic už má maximálny výtlak M_{max}. Výtlak teda stúpol o $M_{\mathrm{d}} = M_{\mathrm{max}} - M_{\mathrm{norm}}$, čo zodpovedá hmotnosti vody, ktorá sa nahrnula do vzduchových komôr. To znamená, že v tejto situácii je zaplavených približne

$$\frac{M_{\mathrm{d}}}{m_{\mathrm{d}}} = \frac{M_{\mathrm{max}} - M_{\mathrm{norm}}}{V_{\mathrm{k}} \cdot \rho_{\mathrm{v}}} = \frac{64\,000\ \mathrm{t} - 53\,000\ \mathrm{t}}{2100\ \mathrm{m}^3 \cdot 1{,}020\ \frac{\mathrm{t}}{\mathrm{m}^3}} = 5{,}135$$

Pri zatopení piatich komôr sa teda Titanic ešte nepotopil. Pri zaplavení viac komôr už išiel ku dnu.

Veľakrát sa v riešeniach objavila mylná a trošku zbytočná úvaha, že Titanic mal 30 vzduchových komôr, čo bolo vypočítané ako podiel objemu Titanicu a objemu komory. Nezabúdajte, že Titanic nebol zložený iba zo vzduchových komôr, ale aj kajút, stien, pasažierov, …

Bodovanie: *Za definíciu výtlaku bol* 1 *b. Aspoň za jeden čiastkový výsledok vedúci k riešeniu bol tiež* 1 *b, tak ako bol* 1 *b aj za výpočet hmotnosti vody, ktorá môže natiecť do lode ako rozdiel výtlakov. Za správny výsledok bolo* 1,5 *b a za uvúhľadnosť riešenia, teda jednotky, matematické značky a iné formality bolo* 0,5 *b.*

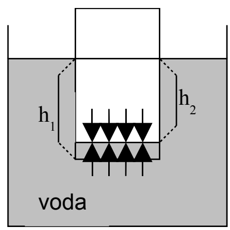
Príklad 4 - Vodný komín *opravovala Zuzka Batmendijnová - BTW*

Na začiatok chcem poznamenať, že vzduch je stlačiteľný. Teda môžeme zmenšiť jeho objem, avšak zvyšujeme tým jeho tlak (ak ostatné podmienky ostanú nezmenené). Napríklad, ak chcete poriadne napumpovať koleso na bicykli, napumpujete do duše veľa vzduchu, ktorý sa musí natesnať do malého priestoru a tým sa veľmi zvýši jeho tlak (až na 3-4násobok atmosférického) a koleso bicykla je „tvrdé“. Stlačiteľnosť vzduchu je spôsobená tým, že jeho častice poletujú relatívne ďaleko od seba, takže ak im odrazu zmenšíte priestor na poletovanie, jednoducho sa nahustia viac k sebe - potom častejšie narážajú na bariéry okolo seba a tým spôsobujú „väčší tlak“. Napríklad taká voda je takmer nestlačiteľná, lebo jej molekuly sú už v normálnom stave veľmi nahustené pri sebe.

Ale späť k pokusu… Na začiatku je v pohári rovnaký tlak vzduchu ako v okolí, teda atmosférický tlak $p_{\mathrm{atm}} = 101\,325$ Pa. Keď pohár ponoríme hore dnom do vody, začne na vzduch v pohári zdola pôsobiť hydrostatický tlak vody + tlak zemskej atmosféry. Prečo aj tlak zemskej atmosféry? Pretože atmosférický tlak pôsobí na voľnú hladinu vody a voda ho „prenáša“ ďalej všetkými smermi. Rovnako, ako keď niekto tlačí na skriňu, aby ju presunul a vy sa postavíte zaňho a tlačíte naňho, na skriňu pôsobí **súčet** vašich tlakových síl. Vo vode sa to deje tiež, avšak všetkými smermi. Takže tlak vody a atmosféry stláča vzduch v pohári - zmenšuje jeho objem a zvyšuje jeho tlak - až kým nenastane rovnováha tlakov vo vode a vo vzduchovej bubline v pohári.

Prečo práve rovnováha je to, čo chceme? Lebo ak by bol tlak vzduchovej bubliny v pohári väčší, ako tlak vody, „vytláčal“ by vodu z pohára. Naopak, ak by bol väčší tlaky vody, voda by „utláčala“ vzduchovú bublinu a vlievala sa do pohára. Hladina vody v pohári sa ustáli až vtedy, keď nastane rovnováha tlakov. Teda $p_{\mathrm{bublina}} = p_{\mathrm{atm}} + p_{\mathrm{hydr}}$.

Uvedomme si, že hydrostatický tlak, ktorý pôsobí na vzduchovú bublinu v pohári, pôsobí v hĺbke, v akej je **hladina vody v pohári**, nie v hĺbke spodného okraja pohára. Preto, ak počítame veľkosť hydrostatického tlaku, do vzťahu musíme dosadiť hĺbku h_2 a nie h_1. Tu urobili mnohí z vás chybu. Tlak vzduchu v pohári teda zistíme pomocou vzťahu:

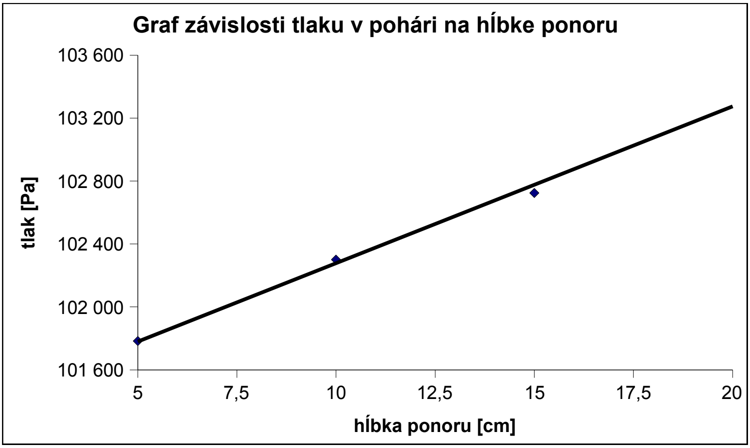


$$p_{\mathrm{bublina}} = p_{\mathrm{atm}} + \rho \cdot g \cdot h_2$$

Pri pokuse som použila dve sklenené nádoby a pravítko s najmenším dielikom stupnice 1 mm, teda odchýlku merania mám 0,5 mm a *nemôžem* namerať nič presnejšie ako na 0,5 mm. „Hĺbka ponoru pohára“ v mojom prípade znamenala h_1. Menšiu nádobu som ponárala do vody najprv len sčasti, potom celú čoraz hlbšie. Výsledky merania:

Všimnite si, že v grafe nespájame všetky body do lomenej čiary (pretože merania sú väčšinou nepresné), ale snažíme sa nakresliť takú čiaru (v našom prípade rovnú, lebo zo vzorcov vidíme, že by to mala byť lineárna závislosť…inokedy to môže byť aj krivka), aby čo najlepšie „sedela“ k daným bodom.

h_1 [cm]	meranie troch h_2 [cm] 1	2	3	AP [cm]	p_{atm} [Pa]
5	4,6	4,7	4,7	4,67	101 783
10	9,5	9,4	9,5	9,47	102 301
15	14,3	14,2	14,3	14,27	102 725
20	20,2	20,1	20,2	20,17	103 303



Niektorí z vás zvolili trochu iný postup: meranie založili na fakte, že ak sa vonkajšie podmienky nemenia, platí vzťah $p \cdot V = konštanta$. Tento prístup je pekný, avšak oveľa nepresnejší (vzhľadom na malé odchýlky hladiny vody v pohári).

Bodovanie: *Za neopakované merania* $-0{,}5$ *b, za použitie nesprávnej hĺbky vo výpočte* -1 *b až* $-1{,}5$ *b, za nepresnosti merania vzniknuté nesprávnou metodikou* $-0{,}3$ *b, za nezarátanie atmosferického tlaku* $-1{,}5$ *b*

Príklad 5 - Cyklisti *opravovala Katarína Baxová - b1*

Stretávate sa tu s ďalším príkladom, v ktorom treba vlastne len jedinú rovnicu:

$$s = v \cdot t$$

Obaja chlapci vyrazili z jedného bodu na kopci, Martin hore, Peťo dole. Vrátili sa späť presne po čase $t = 0{,}5$ h, pričom každý chcel so svojimi rýchlosťami dôjsť čo najďalej. Treba si uvedomiť, že Matrin (i Peťo) išiel čo najďalej, a potom sa musel vrátiť po tej istej trase, teda jeho trasa dolu je rovnako dlhá, ako jeho trasa (=dráha) nahor. Keďže jeho rýchlosti hore a dolu kopcom nie sú rovnaké, ani časy, za ktoré prejde cesty dolu a hore (t_1 a t_2), nebudú rovnaké, ale budú musieť spolu

dať súčet $t = t_1 + t_2$, pretože sa dohodli, že za taký čas sa znova stretnú.
Pre Martinovu cestu si môžeme teda zostaviť rovnice:

$$\begin{aligned} s_\mathrm{m} &= v_\mathrm{m1} \cdot t_\mathrm{m1} && \rightarrow \text{Martinova cesta hore rýchlosťou } v_\mathrm{m1} = 15\,\tfrac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \\ s_\mathrm{m} &= v_\mathrm{m2} \cdot t_\mathrm{m2} && \rightarrow \text{Martinova cesta dolu rýchlosťou } v_\mathrm{m2} = 35\,\tfrac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \\ t &= t_\mathrm{m1} + t_\mathrm{m2} && \rightarrow \text{spoločný čas } t \text{ ako súčet trvania cesty tam a späť} \end{aligned}$$

Pre Peťovu cestu je to podobné:

$$\begin{aligned} s_\mathrm{p} &= v_\mathrm{p1} \cdot t_\mathrm{p1} && \rightarrow \text{Petrova cesta dolu rýchlosťou } v_\mathrm{p1} = 40\,\tfrac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \\ s_\mathrm{p} &= v_\mathrm{p2} \cdot t_\mathrm{p2} && \rightarrow \text{Petrova cesta hore rýchlosťou } v_\mathrm{m2} = 10\,\tfrac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \\ t &= t_\mathrm{p1} + t_\mathrm{p2} && \rightarrow \text{spoločný čas } t \text{ ako súčet trvania cesty tam a späť} \end{aligned}$$

Dĺžka cesty nahor sa musí rovnať dĺžke cesty nadol, a keď si z tretej rovnice vyjadríme jeden z časov a dosadíme ho do tejto našej rovnosti…

$$\begin{array}{cc} \text{Martin} & \text{Peter} \\ t_\mathrm{m2} = t - t_\mathrm{m1} & t_\mathrm{p1} = t - t_\mathrm{p2} \\ v_\mathrm{m1} \cdot t_\mathrm{m1} = v_\mathrm{m2} \cdot (t - t_\mathrm{m1}) & v_\mathrm{p2} \cdot t_\mathrm{p2} = v_\mathrm{p1} \cdot (t - t_\mathrm{p2}) \end{array}$$

Tak úpravami dostaneme:

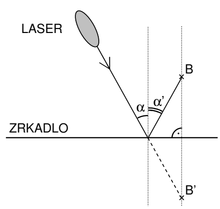
$$\begin{array}{cc} \text{Martin} & \text{Peter} \\ t_\mathrm{m1} = \frac{v_\mathrm{m2}}{v_\mathrm{m1}+v_\mathrm{m2}} \cdot t = 0{,}35\ \mathrm{h} & t_\mathrm{p2} = \frac{v_\mathrm{p1}}{v_\mathrm{p1}+v_\mathrm{p2}} \cdot t = 0{,}4\ \mathrm{h} \\ s_\mathrm{m} = t_\mathrm{m1} \cdot v_\mathrm{m1} = 5{,}25\ \mathrm{km} & s_\mathrm{p} = t_\mathrm{p2} \cdot v_\mathrm{p2} = 4\ \mathrm{km} \end{array}$$

Vidíme, že Matrin zašiel až $s_\mathrm{m} = 5{,}25$ km od štartu, pričom Peťo len $s_\mathrm{p} = 4$ km. Z rovníc o ceste nahor dostaneme, že Martin šiel $t_\mathrm{m1} = 0{,}35\ \mathrm{h} = 21$ min a Peter až $t_\mathrm{m2} = 0{,}4\ \mathrm{h} = 24$ min, teda Peter šiel do kopca dlhší čas.

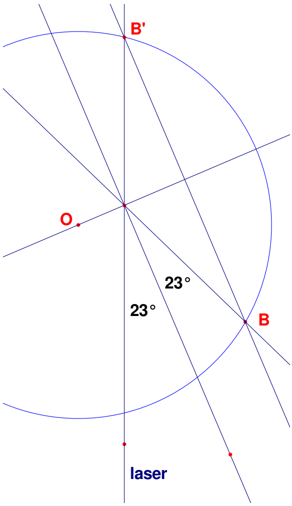
Bodovanie: *Za každý jeden (z dvoch) správny číselný výsledok som dávala* 1 *b.* 1 *b bol za rozumné zápisy a správne jednotky. Zvyšné* 2 *b som rozdelila podľa správnosti úvahy a postupu.*

Príklad 6 - Laserové zameriavanie *opravoval Martin Lauko - Logik*

Základná otázka: dá sa trafiť bod B? Áno! Vieme trafiť body naľavo od B, pootočením zrkadla aj napravo od B (pozri si obrázok zo zadania). Keďže však pri otáčaní laser nemôže žiaden bod vynechať, vieme trafiť aj B. Ale nie je to také jednoduché: bod je veľmi malý (vlastne má nulovú šírku) a nestačí ho trafiť približne.



Pripomeňme si, že rovinné zrkadlo odráža laserový lúč takto: uhol dopadu α sa rovná uhlu odrazu α'. Laserom chceme trafiť bod B (na obrázku). Nakreslíme si teda obraz bodu B v osovej súmernosti podľa zrkadla - označíme ho B' (ide o *neskutočný obraz*). Lúč trafí bod B vtedy, keď B' leží na priamke určenej dopadajúcim lúčom akoby za zrkadlom (vyznačená čiarkovane).

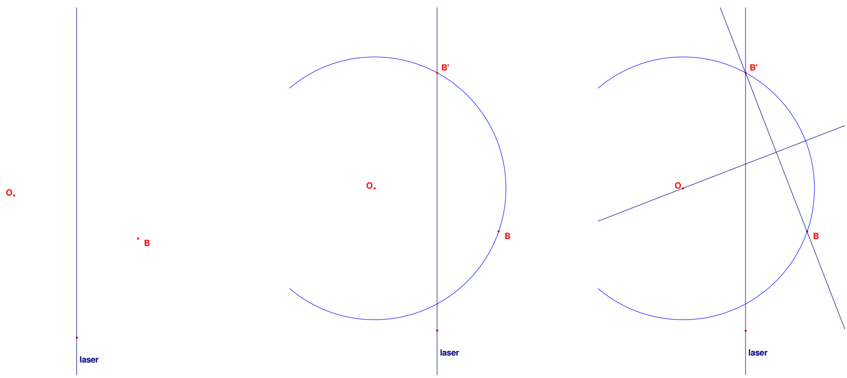


Všimnime si, že body B a B' sú rovnako vzdialené od osi - zrkadla (majú rovnakú vzdialenosť od ľubovoľného bodu zrkadla) a ich spojnica je na zrkadlo kolmá (osová súmernosť). Toto využijeme aj pri riešení nášho problému s neznámou polohou zrkadla.

Máme zadaný bod O (stred zrkadla), B (bod, ktorý chceme trafiť) a polohu lasera (zvislá priamka - laser svieti zdola nahor). Najskôr nájdeme bod B', ktorý je obrazom bodu B v osovej súmernosti podľa zrkadla: využijeme, že vzdialenosť týchto bodov od zrkadla - konkrétne bodu O je rovnaká, nakreslíme teda kružnicu k so stredom v bode O a polomerom $|OB|$. Pritom bod B' musí ležať na takom mieste, aby ho laser trafil, teda na zvislej priamke. Kružnica k a zvislá priamka majú dva priesečníky, vezmeme ten vzdialenejší od lasera, aby bol až za zrkadlom - v našom prípade horný.

Keď máme body B aj B', stačí ich spojiť úsečkou a bodom O viesť kolmicu na úsečku BB'. Hurá, našli sme správnu polohu zrkadla!

Ľahko overíme, že poloha je správna: stačí narysovať lúč odrazený od natočeného zrkadla ($\alpha = \alpha$'). Bod B' je teda neskutočný obraz bodu B a prechádza priamkou lasera. Na ďalších obrázkoch uvádzam aj správny postup konštrukcie.



(a) Začiatok (b) Kružnica $k(O, OB)$ (c) Kolmica na BB'

Bodovanie: *Správne riešenie so zdôvodnením* 5 *b. Zakreslenie niekoľkých polôh a odrazených lúčov* 2 *b, slovný popis zákonu odrazu* 1 *b. Iné chyby podľa závažnosti.*

Príklad 7 - Špagety *opravoval Matej Duník - Matt*

Ahojte! Opäť sa stretávame pri experimentálnej úlohe, tentokrát jednoduchej. Veď každý vie predsa zrátať počet špagiet v balíčku. Alebo sa aj do takej jednoduchej úlohy dá dať kus vedy?

Zrátanie špagiet mi trvalo celkom dlho a vyšlo mi 523 kusov. Celkom fajn počet na 500 g špagety. Možno najväčší odborníci by chceli, aby som ich ešte párkrát prepočítal a vypočítal priemerný počet. To teda určite robiť nejdem, ale všetky ostatné merania budem robiť viackrát.

POSTUP: Poukladám niekoľko (ale vždy rovnaký počet) špagiet tesne vedľa seba a odmeriam dĺžku takéhoto radu. Keď potom vydelím dĺžku radu počtom špagiet, z ktorého pozostáva, získam približnú šírku jednej špagety. Toto meranie som opakoval viackrát, výsledky sú v prvej tabuľke.

počet špagiet	šírka spolu [mm]	šírka pripadajúca na 1 špagetu [mm]
50	92	1,84
50	94	1,88
50	94	1,88
50	93	1,86
50	93	1,86

Z aritmetického priemeru prostredného stĺpčeka mi vyjde priemerná šírka jednej špagety ako: 93,2 mm : 50 = 1,86 mm. Už mi stačí len odmerať šírku všetkých špagiet a vydeliť priemernou šírkou jednej špagety. Meranie opäť opakujem niekoľkokrát. Moje namerané hodnoty sú v druhej tabuľke.

šírka všetkých špagiet [mm]	počet všetkých špagiet
921	494,10
925	494,65
915	490,35
930	499,64
934	501,61
920	493,56

Čiže vyšiel počet $2973{,}92/6 \doteq 496$ špagiet. Rozdiel medzi nameraným a spočítaným počtom špagiet nie je vôbec veľký, iba 27 špagiet.

Keď používame túto metódu, tak tajne predpokladáme, že všetky špagety majú rovnaké rozmery. Ak to platí a samotné meranie je dostatočne presné, tak vychádzajú pekné výsledky.

Ďalšie metódy, ktoré sa dali použiť: mohli ste odvážiť málo špagiet a odvážiť všetky špagety (predpokladá sa rovnaká hmotnosť špagiet), odmerať objem niekoľkých špagiet a odmerať objem všetkých špagiet - buď tak, že sa špagety ponárajú do vody, alebo vypočítame z rozmerov špagety/balíčka (predpokladá sa rovnaký objem), odmerať prierez jednej špagety a všetkých špagiet (predpokladá sa rovnaký prierez a zanedbávame uvmedzišpagetové priestory) a existuje aj kopa ďalších. Fantázii sa medze nekladú.

Bodovanie: *Za neopakovanie merania som strhával* 1 *b, za nedostatočne popísaný experiment* 1 *b* - 2 *b, za chýbajúce namerané hodnoty (tabuľky)* 1 *b.*

Príklad 8 - Hlučná umývačka *opravoval Martin Varga - Bubu*

Umývačka si pri každom umývaní naberie do seba nejaký objem vody a začne ho podľa nastaveného programu zohrievať. Šetrný program Š zohreje vodu po nejakom čase na 45℃. Agresívnemu programu A takáto teplota nestačí, a preto zohrieva až na 75℃, čo je o 30℃ viac. Pre nás spotrebiteľov to znamená, že agresívny program A potrebuje dodať o toľko tepla viac, koľko prislúcha zmene teploty $\Delta t = 30$℃. Z tohto dôvodu nepotrebujeme vedieť teplotu studenej vody. Rozdiel dodaného tepla medzi programom Š a A zistíme zo známej rovnice:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta t \tag{1}$$

Hmotnosť vody určíme z jej objemu a hustoty, ktoré máme zadané. Stačí si uvedomiť, že pri hustote 1000 $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ má každý liter (t.j. dm^3) vody hmotnosť jeden kilogram a teda umývačka zohrieva vodu s hmotnosťou 14 kg. Po dosadení do vzorčeka dostávame teplo 1764 kJ. Jedna kilowatthodina zodpovedá 3600 kJ tepla, preto ak umývačka minie 0,49 kWh elektrickej energie, tak pri cene 4,5 $\frac{\mathrm{Sk}}{\mathrm{kWh}}$ to činí 2,205 Sk.

Bodovanie:
Za kompletné riešenie, výpočty a bez použitia konkrétnej hodnoty studenej vody 5 *b. Za riešenie s doplnením vlastnej hodnoty počiatočnej teploty* 4,5 *b. Za numerické chyby som strhával* 0,5 *b až* 1 *b.*