Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

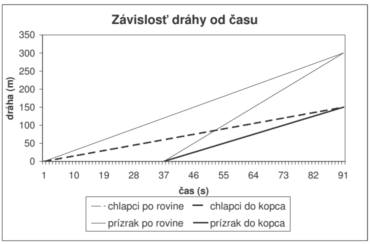
PIKOFYZ

Vzorové riešenia 2. série zimnej časti

Pikofyz, 11. ročník www.p-mat.sk/pikofyz šk. rok 2008/2009

Milá riešiteľka naša, milý riešiteľ náš! *Toto sú vzorové riešenia príkladov 2. série zimnej časti. Sú v nich správne výsledky k úlohám, nejaká teória k fyzike príkladov a zopár rád do ďalšieho riešenia. Aj keď si sa odminula už určite zlepšil, stále sa Ti ich oplatí prečítať. Prajeme Ti mnoho úspechov a zábavy pri ďalšom riešení.*

Príklad 1 - Naháňačka *opravoval Martin Veselý - Maves*



Na začiatku je veľmi potrebné si uvedomiť, že v čase, keď sú Ukelele s Omom na križovate, prízrak je od nej vzdialený 200 m. Tak si môžeme vypočítať, ako dlho bude trvať, kým prízrak príde na tú istú križovatku. Keďže poznáme dráhu (0,2 km) a rýchlosť prízraku (20 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$), tak tu pomôže vzťah $s = v \cdot t$. Chlapci majú teda náskok 0,01 hod = 36 s.

Skúsme zistiť, v akej vzdialenosti pri každej možnosti (beh dokopca alebo po rovine) dobehne prízrak chlapcov. Je jasné, že čas, za ktorý prebehnú Ukelele s Omom túto dráhu musí byť o 0,01 hod dlhší, ako čas, za ktorý tú istú dráhu prejde prízrak (kvôli náskoku, ktorý chlapci majú). Musí teda platiť: $\frac{s}{v_1} + 0{,}01\,\mathrm{hod} = \frac{s}{v_2}$.

V prípade, že pôjdu po rovine: $\frac{s_1}{20\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}} + 0{,}01\,\mathrm{hod} = \frac{s_1}{12\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}}$. Takže $s_1 = 0{,}3\,\mathrm{km}$. V prípade, že pôjdu do kopca: $\frac{s_2}{10\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}} + 0{,}01\,\mathrm{hod} = \frac{s_2}{6\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}}$. Takže $s_2 = 0{,}15\,\mathrm{km}$.

Už stačí iba dorátať čas, za ktorý chlapci prebehnú tieto dráhy. Opäť použijeme vzťah $s = v \cdot t$.

Ak pôjdu po rovine: $0{,}3\,\mathrm{km} = 12\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot t_1$. Takže $t_1 = \frac{0{,}3\,\mathrm{km}}{12\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}} = 0{,}025\,\mathrm{hod} = 90\,\mathrm{s}$.

Ak pôjdu do kopca: $0{,}15\,\mathrm{km} = 6\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot t_2$. A teda $t_2 = \frac{0{,}15\,\mathrm{km}}{6\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}} = 0{,}025\,\mathrm{hod} = 90\,\mathrm{s}$.

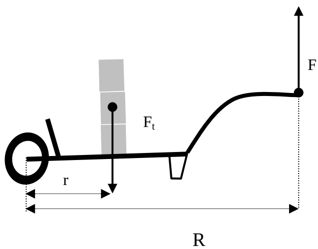
To isté ukazuje aj graf závislosti prejdenej dráhy od času. Užšou čiarou je znázornený pohyb po rovine, silnejšou do kopca. Plnou čiarou pohyb prízraku a čiarkovanou pohyb chlapcov. Keď si vyberú cestu do kopca, tak síce prejdená dráha bude oveľa menšia, ale čas, kedy prízrak dobehne deti, bude rovnaký.

Z výpočtov a aj z grafu je vidno, že vôbec nezáleží na tom, ktorú cestu si chalani vyberú. Prízrak ich dobehne v každom prípade za 90 s.

Bodovanie: *Za správnu odpoveď bolo* 5 *b. Ak ste si neuvedomili, že prízrak ide prvých 200 metrov v každom prípade po rovine, strhával som* 1,5 *b. Ak bol vypočítaný iba jeden čas, za ktorý prízrak chlapcov dobehne, strhol som ďalších* 1,5 *b. Za nepochopenie zadania ste dostali od* 0,5 *b do* 1,5 *b.*

Príklad 2 - Fúrik *opravoval Ján Bogár - Boogie*

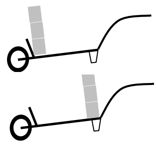
Už ste sa niekedy stretli s pojmom jednoramenná páka? Je to jednoducho páka, u ktorej všetky sily pôsobia na jednej strane osi otáčania. Ideálnym príkladom je fúrik. Os otáčania je v strede jeho kolieska a pôsobiace sily sú tiaž závažia (v tomto prípade tehličiek, silu si označím F_g a sila, ktorou dedko pôsobí na rúčku a zdvíha tým fúrik (označím si ju F). Určite ste si všimli čo tu chýba: zanedbali sme tiaž fúrika. Sme fyzici a tak môžme dovoliť občas niečo zanedbať. Ramená síl F_g a F (vzdialenosť od osi otáčania po pôsobisko sily) potom budú pre F vzdialenosť od stredu kolieska po koniec rúčky a pre F_g to zas bude vzdialenosť od stredu kolieska po spoločné ťažisko všetkých troch tehličiek (lebo tiažová sila pôsobí vždy v ťažisku).



Pre každú páku, ktorá je v rovnováhe, platí takzvaná **momentová** veta, ktorá nám hovorí že súčet momentov všetkých pôsobiacich síl sa rovná nule. Moment sily vyjadruje otáčavé účinky sily a môžem ho vypočítať podľa vzorca $M = Fr$, pričom F je sila a r rameno sily. Platí dohoda, že kladné znamienko sa dáva momentu tej sily, ktorý otáča páku v protismere hodinových ručičiek a záporné tomu, ktorý otáča v smere hodinových ručičiek. Kladný teda bude moment tiaže tehličiek (označím si ho M_Fg) a záporný bude moment sily, ktorou pôsobí dedko (M_F). Napíšeme si to teda ako rovnicu: $M_\mathrm{Fg} - M_\mathrm{F} = 0$ $M_\mathrm{Fg} = M_\mathrm{F}$ Tak a teraz už len dosadím za M_Fg a M_F. Z definície momentu sily si viem odvodiť, že $M_\mathrm{F} = FR$ a $M_\mathrm{Fg} = F_\mathrm{g}r$. Keď to dosadím, dostanem $FR = F_\mathrm{g}r$. Ja chcem vypočítať práve F, silu, ktorou pôsobí dedko, takže rovnicu upravím tak aby som si osamostatnil F.

$$F = \frac{F_\mathrm{g}r}{R}$$

Vidím, že rameno na ktorom pôsobí tiaž tehličiek je v čitateli zlomku. To znamená, že čím bude toto rameno kratšie, tým menšou silou bude musieť dedko fúrik zdvíhať a naopak (inak povedané, medzi F a r je priama úmernosť). Najmenšou silou teda bude musieť dedko pôsobiť, keď budú tehličky najbližšie pri osi (ako na obrázku 1) a najväčšou silou keď budú od osi najďalej (ako na obázku 2). Pri takomto rozložení totiž bude ťažisko tehličiek najbližššie, respektíve najďalej od osi otáčania (všimnite si že r je vzdialenosť od osi otáčania po **ťažisko tehličiek**). Rovnocenné rozloženie je aj keď sú všetky tehličky vedľa seba, ak sa tak zmestia a podobne...



Keď chceme porovnať silu F na obrázkoch jedna a dva, stačí nám porovnať dĺžku ramena r, lebo R sa nezmenilo a tak isto ani F_g. Na obrázkoch je vidieť, že na obrázku dva je r asi trikrát väčšie ako na obrázku 2. Ak si teda poviem že r je rameno na ktorom pôsobí tiaž na obrázku jedna, potom na obrázku dva bude rameno sily $3r$. Silu, ktorou pôsobí dedko na prvom obrázku si označím F_1 a silu ktorou pôsobí na obrázku dva F_2. Potom

$$F_1 = \frac{F_g r}{R}$$

$$F_2 = \frac{F_g 3r}{R} = 3(\frac{F_g r}{R}) = 3F_1$$

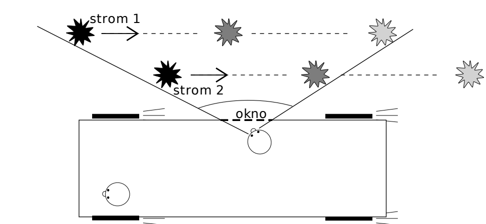
Teraz si stačí všimnúť, že výraz v zátvorke sa rovná F_1. Takže $F_2 = 3F_1$. Keď si teda dedko uloží tehličky najhoršie ako môže (ako na obrázku dva), bude musieť fúrik zdvíhať trikrát väčšou silou ako keď si ich uloží ideálne (ako na obrázku jedna).

Bodovanie: *Správne uloženie tehličiek:* 1 *b. Dobre určené ramená síl:* 1 *b. Správne použitie momentovej vety:* 2 *b. Správne určenie pomeru F_1 a F_2:* 1 *b.*

Príklad 3 - Cesta *opravoval Matej Duník - M@tt*

Dôležité je, aby sme si ujasnili, že aj keď sú stromy zasadené pevne v zemi, v skutočnosti sa hýbu (vzhľadom na autobus). Alebo že by sa hýbal autobus? Aby som sa vyhol komplikáciam s tým, čo sa vlastne hýbe a čo stojí, radšej sa dohodnem sám so sebou na tom, čo mi je prirodzené, teda keďže sedím v autobuse, tak som vlastne stále na jednom mieste (t.j. v autobuse) a hýbe sa celý svet vôkol. Je to ako keď sa postavím na hlavu a poobzerám sa - tiež sa mi zdá, že celý svet je „hore nohami“ :).

Dobre sa pozrite na obrázok. Je to pohľad zhora na autobus a dva stromy - tie sa hýbu vzhľadom na autobus doprava. Ja sa dívam von z autobusu cez okno (na obrázku je môj zorný uhol) a stromy fičia oba rovnakou rýchlosťou okolo. A z obrázka je zrejmé, že po nejakom čase strom 1 ešte vidím a strom 2 už nie - už je za rohom.



Niektorí z vás nepochopili správne zadanie a mysleli si, že stromy v diaľke sú stromy, ktoré sú pri ceste a sú len ďaleko pred nami (pozeráme sa dopredu z autobusu). Potom je samozrejme správny argument, že čím sú ďalej, tým dlhšie trvá autobusu, kým príde až k stromu, teda takéto riešenia som tiež uznával za správne.

Bodovanie: *Za drobné nedostatky v inak správnom riešení som strhával od 0,5 b do 1,5 b. Za rôzne zvláštne zdôvodnenia ako „spôsobuje to guľatosť zeme“ a horšie... ste nemohli dostať viac ako 1 b.*

Príklad 4 - Kontrola rýchlosti *opravoval Martin Lauko - Logik*

Tak už aj naši domorodci objavili úsekové meranie rýchlosti. Ako to vlastne funguje? Keďže otázok bolo viac, poďme pekne postupne.

Ako určia rýchlosť auta? Prístroj odmeria čas, za ktorý auto prejde daným úsekom (celkový čas t). Pritom poznáme vzdialenosť medzi začiatkom a koncom meraného úseku (celkovú dráhu s). Rýchlosť určíme ako podiel dráhy a času podľa známeho vzťahu $v = \frac{s}{t}$.

Akú rýchlosť meria toto zariadenie? Keďže poznáme iba celkovú dráhu a celkový čas, môžeme vypočítať *priemernú* rýchlosť:

$$\text{priemerná rýchlosť} = \frac{\text{celková dráha}}{\text{celkový čas}}$$

Keby sa auto celý čas pohybovalo touto rýchlosťou, prejde rovnakú dráhu za rovnaký čas ako auto, ktorého rýchlosť sa menila.

Je to maximálna rýchlosť, ktorú auto dosialo? Priemerná rýchlosť nie je to isté, čo maximálna rýchlosť. Môžeme celý úsek prejsť rovnakou rýchlosťou, alebo môžeme ísť chvíľu rýchlo a potom pomaly. Prístroj nám v oboch prípadoch môže zistiť rovnakú priemernú rýchlosť, hoci maximálna rýchlosť je odlišná. Maximálna rýchlosť je najväčšia rýchlosť, akú auto počas pohybu dosiahlo - aj keď tak išlo napríklad len jednu sekundu.

Z grafu zisti, akú rýchlosť nameral radar tomuto autu. Našou úlohou je teda zistiť primernú rýchlosť auta, ktorého okamžitá rýchlosť je znázornená na grafe. Ako vidíme, v čase 0 s malo auto okamžitú rýchlosť 90 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, v čase 3 s rýchlosť 50 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ a v čase 7 s stále 50 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Teda za prvé tri sekundy auto spomalilo z $v_1^* = 90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ na $v_2^* = 50\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$, ďalšie štyri sekundy šlo stálou rýchlosťou $v_2 = 50\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Dôležité je všimnúť si, že v pohybe auta nastala v tretej sekunde zmena - preto priemernú rýchlosť počítame tak, že vypočítame priemernú rýchlosť v prvom (od 0 s po 3 s) a v druhom úseku (od 3 s po 7 s). Priemernú rýchlosť totiž vo všeobecnosti **nemôžeme** počítať tak, že si vyberieme niekoľko bodov (dva, tri, sedem, ...) a vypočítame z nich aritmetický priemer.

Prvá otázka - akou priemernou rýchlosťou išlo auto počas prvých troch sekúnd? Keďže rýchlosť klesala priamo úmerne s časom (grafom je priamka), priemernú rýchlosť môžeme vypočítať ako priemer rýchlosti na začiatku a rýchlosti na konci. Preto

$$v_{\text{p1}} = \frac{v_1^* + v_2^*}{2} = \frac{90\,\frac{\text{km}}{\text{h}} + 50\,\frac{\text{km}}{\text{h}}}{2} = 70\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Na druhom úseku bola rýchlosť stála (konštantná), preto aj priemerná rýchlosť bola takáto - $v_{\text{p2}} = v_2 = 50\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Teraz môžeme vypočítať, akú dráhu auto prešlo: išlo $t_1 = 3\,\mathrm{s}$ rýchlosťou v_{p1} (prvá časť dráhy $s_1 = v_{\mathrm{p1}} \cdot t_1$) a potom $t_2 = 4\,\mathrm{s}$ rýchlosťou v_{p2} ($s_2 = v_{\mathrm{p2}} \cdot t_2$). Celková dráha je $s = s_1 + s_2$, celkový čas $t = t_1 + t_2$, môžeme vypočítať priemernú rýchlosť v_{p}:

$$v_{\mathrm{p}} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_{\mathrm{p1}} \cdot t_1 + v_{\mathrm{p2}} \cdot t_2}{t_1 + t_2} = v_{\mathrm{p1}} \cdot \frac{t_1}{t_1 + t_2} + v_{\mathrm{p2}} \cdot \frac{t_2}{t_1 + t_2}$$

Po dosadení

$$v_{\mathrm{p}} = \frac{90\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} + 50\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}}{2} \cdot \frac{3\,\mathrm{s}}{7\,\mathrm{s}} + 50\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{4\,\mathrm{s}}{7\,\mathrm{s}} \doteq 58{,}57\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$$

Všimnime si, že sekundy sa vykrátili. Priemerná rýchlosť auta je teda $58{,}57\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ (ak by bola maximálna povolená rýchlosť $60\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, pokutu nedostane, hoci išlo aj 90-kou).

Ešte poznámka k priemernej rýchlosti - keď ju vypočítame, vždy si môžeme skontrolovať, že leží medzi najväčšou a najmenšou rýchlosťou. Nie vždy však musí byť presne v strede.

Bodovanie: *Za odpovede na prvé tri otázky* 2 *b, za výpočet priemernej rýchlosti* 3 *b, z toho* 1 *b za správne odčítanie hodnôt z grafu. Výpočtové a drobné chyby* $-0{,}3$ *b až* -1 *b.*

Príklad 5 - Vesmírna oprava *opravovala Lucia Komendová - Lusi*

Prvé, čo chcem povedať, je že gravitácia nie je žiadnou výsadou Zeme, ako ste sa viacerí domnievali. Gravitačne sa priťahujú **všetky** telesá, ktoré majú nejakú nenulovú hmotnosť a to sú pre naše účely naozaj všetky. Gravitačná sila, ktorou ma niečo priťahuje, je tým väčšia, čím je to teleso ťažšie a bližšie. Matematicky túto skutočnosť vyjadruje Newtonov všeobecný gravitačný zákon. Každopádne nedá sa povedať, že vo vesmíre nepôsobí gravitácia! Vo vzdialenosti, v akej sa pohybujú vesmírne stanice ako ISS alebo Mir, čo je asi $340 - 390\,\mathrm{km}$ od povrchu Zeme, je ešte stále gravitačná sila od Zeme zmenšená len približne o jednu desatinu oproti hodnote na povrchu Zeme. A samozrejme je kozmonaut a všetko ostatné priťahované aj k Mesiacu, Slnku , planétam, hviezdam atď.

To, že astronauti sú v takzvanom stave beztiaže, alebo v bezváhovom stave a poletujú po rakete akoby na nich nepôsobila žiadna gravitácia, je spôsobené tým, že raketa sa pohybuje presne takým istým pohybom ako oni. Fyzikálne je to taká istá situácia ako voľný pád, pretože počas neho tiež nemáme žiadnu prekážku, žiadnu reakciu podložky, ktorú by sme zmyslami vnímali ako tiaž. Počas voľného pádu sme urýchľovaní gravitáciou smerom k Zemi, takže nakoniec nevyhnutne dopadneme na jej povrch a to pomerne veľkou rýchlosťou. Keď sme ale v kozmickej stanici obiehajúcej okolo Zeme, gravitácia pôsobí vždy kolmo na našu **obrovskú** obežnú rýchlosť, preto našu dráhu len zakrivuje smerom k Zemi. Vlastne padáme za obzor, a teda sa pohybujeme po kruhovej dráhe:).

Každopádne pri oprave vesmírnej stanice je kozmonaut pripútaný lanom, lebo inak by ľahko odletel od stanice, ktorá samotná má zanedbateľnú gravitáciu. V prípade takejto nehody sa stane pravdepodobne ďalšou družicou Zeme.

Bodovanie: *Za rozumné odpovede na položené otázky, najlepšie také, v ktorých ste diskutovali gravitáciu a beztiažový stav a prišli ste k správnym záverom bolo* 5 *b. Body som strhávala hlavne za prehlásenia, že vo vesmíre mimo Zeme vôbec nie je gravitácia. Všeobecne k riešeniam, nebojte sa napísať aj viac viet než tri:) a vážte slová, treba sa vyjadrovať presne.*

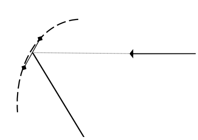
Príklad 6 - Zrkadlá *opravoval Ondrej Bogár - Bugý*

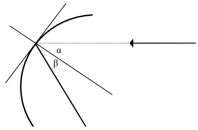
Skôr než odpovieme na otázku, ktoré zrkadlo je lepšie na zapaľovanie ohňa, musíme dokresliť, ako sa budú odrážať lúče v zrkadlách. Na to použijeme jeden zo základných zákonov optiky. Všetci ho určite poznáte pre rovinné zrkadlo. Uhol dopadu lúča sa rovná uhlu odrazu. $\alpha = \beta$ Uhly α a β sú merané od kolmice. Tento zákon platí aj pri oboch našich zrkadlách. Dôležité je nájsť kolmicu na zrkado v bode, kde dopadá lúč. Pri guľovom zrkadle je to pomerne ľahké. Tento problem ste už určite riešili aj na hodinách matematiky. Keďže na obrázku je kreslené ako kružnica, tak polomer tejto kružnice vždy bude tvoriť kolmicu na zrkadlo.

Mnohí ste našli ohnisko pomocou stredu krivosti zrkladla. A tvrdili ste, že všetky lúče sa odrážajú do ohniska. Ako ste sa mohli viacerý presvedčiť tak toto nie je úplne pravda.

POZOR Platí to len pre lúče blízko optickej osi zrkadla. Naše lúče ale dopadali aj na okraj zrkadla. A preto sa nie všetky lúče nepretli v ohnisku.

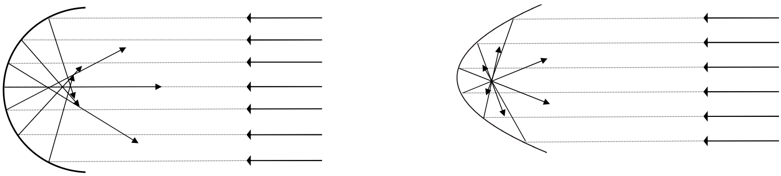
A ako to bude s korytnačím zrkadlom? Jej tvar na obrázku je nejaká všeobecná krivka. Kolmicu na akúkoľvek krivku nájdeme ako kolmicu na dotyčnicu k tejto krivke v danom bode. Ako nájsť dotyčnicu? Krivku si rozdelíme na viacero úsekov, kde ju nahradíme úsečkami. Keď budú jednotlivé úsečky krátke, tak sa budú zhodovať s dotyčnicou. No a kolmicu na úsečku už nájdeme ľahko, napríklad pomocou pravítka s riskou. Od bodu, kde lúč dopadá na zrkadlo , zoberieme dva blízke body naľavo a napravo. Z nich vytvorím usečku, ktorá bude približne predstavovať dotyčnicu a na ňu skonštruujeme kolmicu. Odrazený lúč potom nájdeme pomocou zákonu odraz v tvare: $\alpha = \beta$ Konštrukciu kolmice a odrazeného lúča nájdete na nasledujúcich obrázkoch.





Týmto postupom skonštruujeme všetky odrazené lúče. Vidíme, že pri guľovom zrkadle sa všetky lúče nepretli v jednom bode. Naproti tomu lúče v korytnačom zrkadle sa pretli skoro všetky v jednom bode. Všetky slnečné lúče a teda aj ich energiu sústredí korytnačie zrkadlo do jedného bodu. Preto ľahšie zapálime oheň s korytnačím zrkadlom.

Obrázky sú len ilustračné. Rozmery a uhly nezachovávajú pomery zo skutočnosti.



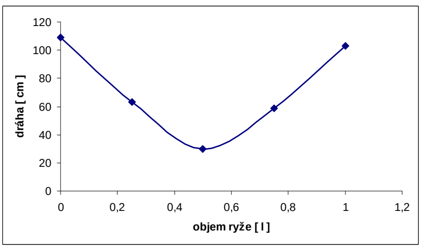
Bodovanie: *Za dokreslenie lúčov do každého zrkadla po 2 b. Za zdôvodnenie, ktoré zrkadlo je vhodnejšie 1 b. Za nakreslenie všetkých lúčov v guľovom zrkadle do ohniska −0,5 b. Nepresné rysovanie −0,5 b.*

Príklad 7 - Váľanie *opravoval Matúš Rybák - Tumáš*

Ahojte, opäť je tu vzorové riešenie experimentálnej úlohy. Tentokrát nebolo treba nič vysvetlovať, stačilo merať, rátať a kresliť.

Vaše výsledky sa samozrejme značne líšili. Nameraná dĺžka závisela od tvaru a hmotnosti pohára, druhu ryže, sklonu naklonenej roviny, materiálu, z ktorého bola urobená naklonená rovina aj rovná rovina. Čo by ste však mali mať viac-menej spoločné, bol tvar krivky grafu.

Množstvo ryže [l]	Dráha [cm] 1	2	3	4	5	Priemer [cm]
0	110	103	106	115	112	109.2
0.25	67	63	65	64	58	63.4
0.5	32	27	28	31	32	30
0.75	57	55	59	63	59	58.6
1	105	102	98	107	103	103



Mnohým z vás chýbal aspoň stručný popis pomôcok a pokusu - možno sa to javí ako zbytočnosť, ale ak priebeh krivky vašich meraní bol výrazne odlišný od predpokladanej, nemohli sme nijako overiť, či to vo vašom konkrétnom prípade platí alebo nie.

Merania boli pomerne jednoduché. Množstvo ryže ste mohli určovať ako ste len chceli - na hmotnosť, objem, počet zrniek. Ak ste mali príliš málo meraní, mohli ste stratiť až 1 bod.

Graf je sám o sebe veľmi zaujímavý. Ak začnete merania s prázdnym pohárom, zistíte, že krivka najskôr klesá a až neskôr stúpa. Tu veľa z vás urobilo nepríjemnú chybu - vzali merania na pomerne malom intervale,(napr. merali len pre malé množstvo ryže), prípadne urobili síce veľa meraní, ale len pre 2 alebo 3 rôzne množstvá ryže - to je primálo na lepšie popísanie hľadanej krivky.

Povedzme si ale niekoľko zaujímavých postrehov ku grafu: Vo fyzike je viac-menej zaužívané nanášať na vodorovnú os nami zadávanú veličinu (tu to bolo množstvo ryže), na zvislú os zasa získané hodnoty skúmanej veličiny (tu: dráha). Ak ste sa rozhodli body spájať čiarou (čo je ozaj chvályhodné:-), mala by táto čiara prechádzať všetkými bodmi. Nesp8jajte bezhlavo graf s priesečníkom osí! Toto je veľmi hrubá chyba.Pokiaľ túto hodnotu nenameriate neviete povedať, či naozaj patrí grafu.

Bodovanie: *Za graf ste mohli získať najviac* 2 *b. Za merania sme dávali najviac* 2 *b. A posledný bod bol za postup.*

Príklad 8 - Drina po oslave *opravovala Anna Zahoranová - Anka*

Prázdny hrniec sa nepotopí, pláva na hladine, lebo na neho pôsobí vztlaková sila (ako vedel už pán Archimedes), ktorá je väčšia ako tiaž hrnca. Veľkosť vztlakovej sily vypočítame podľa vzorca: $F_{\mathrm{vz}} = V_{\mathrm{hrnca}} \cdot \rho_{\mathrm{vody}} \cdot g$.

Pre plávajúci hrniec platí:

$$F_{\mathrm{vz}} > F_{\mathrm{G}}$$

$$F_{\mathrm{vz}} > V_{\mathrm{hrnca}} \rho_{\mathrm{vody}} g > m_{\mathrm{hrnca}} \cdot g$$

$$V_{\mathrm{hrnca}} = \pi \cdot r^2 \cdot v = 0{,}0038\,\mathrm{m}^3$$

Dosadením čísel si môžeme overiť, že hrniec skutočne pláva. Hmotnosť hrnca sa však zvyšuje, lebo do neho nateká voda. Bambusová hadica má prietok $0{,}2\frac{\mathrm{dl}}{\mathrm{s}}$, čiže objem vody v hrnci sa za $1\,\mathrm{s}$ zvýši o $0{,}2\,\mathrm{d}\ell (0{,}02\,\ell)$. Prírastok hmotnosti za $1\,\mathrm{s}$ je: $m_{\mathrm{s}} = V \cdot \rho_{\mathrm{vody}} = 0{,}02\,\mathrm{kg}$. Postupom času bude teda vztlaková sila a tiaž hnca v rovnováhe:

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

$$\rho_{\mathrm{vody}} \cdot V_{\mathrm{hrnca}} = m_{\mathrm{hrnca}} + m_{\mathrm{natečenej\ vody}}$$

$$\rho_{\mathrm{vody}} \cdot V_{\mathrm{hrnca}} = m_{\mathrm{hrnca}} + t \cdot m_{\mathrm{s}}$$

Z tohto vzorca môžeme vyjadriť čas, za ktorý táto situácia nastane:

$$t = \frac{\rho_{\mathrm{vody}} \cdot V_{\mathrm{hrnca}} - m_{\mathrm{hrnca}}}{m_{\mathrm{s}}} = 138{,}5\,\mathrm{s}$$

Ak v tejto chvíli pritečie do nádoby čo i len kvapka vody, tiaž komplexu hrniec a voda v ňom natečená prevýši vztlakovú silu a nádoba sa ponorí. Čiže ženy majú na umytie hrnčekov 138,5 s. Za ten čas ich stihnú umyť celých 27. (138,5/5 = 27,7)

Pozn. $\rho_{\mathrm{vody}} = 1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$

Bodovanie: *Snáď najzávažnejšou chybou bolo, že ste si neuvedomili, že k ponoreniu hrnca prispeje nielen hmotnosť natečenej vody, ale aj hmotnosť samotného hrnca (*1 *kg), teda vám vyšlo väčšie potrebné množstvo natečenej vody, a tým aj viac umytých pohárikov (37 ks). Za túto chybu boli strhnuté* 2 *b. Potom ste strácali celkom zbytočne body na premene jednotiek (*−0,5 *b), prípadne za vzorce bez odôvodnenia myšlienkových pochodov (*−1 *b).*