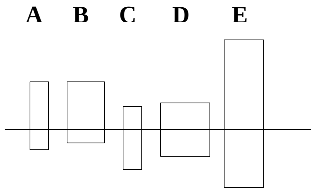
Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

PIKOFYZ

Vzorové riešenia 1. série letnej časti

Pikofyz, 7. ročník www.p-mat.sk/pikofyz šk. rok 2004/2005

Príklad 1 ♥ Hustí indiáni *(opravoval Martin Logik Lauko)*



Našou úlohou bolo zistiť, ktorý z indiánov je najhustejší. Na obrázku je pritom znázornená hladina vody (vodorovná čiara), ako aj najvyšší a najnižší bod daného indiána.

Ako vieme, teleso je vo vode nadľahčované vztlakovou silou. Preto telesá, ktoré majú menšiu hustotu ako voda, na vode plávajú. Pritom telesá s väčšou hustotou (napr. drevo) majú pod hladinou väčšiu časťou svojho objemu ako telesá s menšou hustotou (napr. plastová fľaša). Tento fakt sa dá ľahko overiť aj experimentom.

Teda najväčšiu hustotu bude mať teleso, u ktorého je ponorená časť objemu najväčšia. Ale pozor! To neznamená, že teleso je ponorené do väčšej hĺbky. Všimnime si indiána E (dokreslený mimo súťaž) – jeho päty sú síce najhlbšie, ale viac ako polovica jeho objemu vyčnieva nad hladinu. Preto nemôže mať najväčšiu hustotu.

Pre každého indiána teda musíme približne určiť, aká časť jeho objemu je pod hladinou. Napríklad pre A je to približne 1/3, pre E asi 2/5. Ostatných už určite zvládneš vypočítať aj sám, aby si sa dozvedel, kto je víťazom... No predsa Orlie Oko! ☺

Bodovanie: 5 bodov za úplné a správne riešenie; za malé chyby – 0,5 boda, za nie celkom správne riešenia boli 2 až 4 body.

vzdialenosť ruka- sviečka (cm)	veľkosť tieňa(cm)
25	71
50	33
75	25
100	18,5
125	17
150	16
175	11,5
200	10

Príklad 2 ♥ Klinec *(opravoval Martin Logik Lauko)*

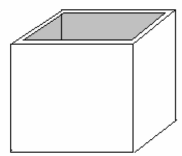
Tento príklad dopadol veľmi dobre (asi nebol ťažký :). Najdôležitejšie bolo uvedomiť si, čo sa vlastne deje. Orlie Oko kladivom búšil do klinca. Kladivo malo pohybovú energiu E_K, ktorú mu udelil Orlie Oko. Nárazom kladivo časť svojej energie odovzdalo klincu. V klinci sa táto energia premenila na inú formu. Ako vieme, energia sa nikdy nemôže stratiť, ale premieňa sa na iné formy (podrobnejšie v článku Fyzika v jogurte v časopise *TriCeléŠtrnásť*).

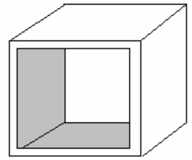
Premieňala sa jednak na pohybovú energiu klinca (vďaka tomu bol klinec schopný konať prácu, teda zasunúť sa do totemu) a tiež na vnútornú energiu. Kým sa klinec mohol zarývať hlbšie do dreva (nebránila mu hlavička), najviac energie sa minulo na konanie práce. Zmena vnútornej energie klinca bola nepatrná.

Keď sa však už klinec nemohol ďalej zasúvať do dreva, veľká časť energie sa premenila na vnútornú energiu klinca, ktorú Orlie Oko pocítil ako zvýšenie teploty.

Bodovanie: 5 bodov za úplné a správne zdôvodnenie; – 0,6 boda za malú chybu; za nie celkom správne riešenie 2 až 4 body podľa kvality argumentácie.

Príklad 3 ♥ Veštecký rám *(opravovala Zuzka BTW Batmendijnová)*





Ahojte všetci! No, tento príklad pre vás pripravil viacero nástrah. Napríklad: kto už kedy videl rám v tvare dutej kocky bez dna a hornej podstavy? Sú takí, ktorí kým neuvidia, neuveria a nakreslili si rám podľa vlastných predstáv... Tým názorne predvádzam, čo to vlastne Orlie Oko hádzal do vody. Ďalší problém: ako vlastne rám plával vo vode?

Mohlo to byť napr. tak ako na obrázkoch. Ale aj všelijako inak :) pretože rieka rám nadhadzuje a môže meniť jeho polohy. V skutočnosti so základoškolskými vedomosťami nevieme zistiť, ktorá z polôh je najvýhodnejšia. Okrem ťažiska rámu musíme uvažovať aj ťažisko vytlačenej vody, pre každú z polôh zisťovať, či je stabilná a nemusí platiť, že ak je ťažisko rámu najnižšie, jeho poloha je najstabilnejšia. Oceňujem však všetkých tých, ktorí sa zamysleli nad tým, že rám môže plávať viacerými spôsobmi. My sa budeme zaoberať iba dvoma polohami rámu – ako na obrázkoch. Objem rámu je: $V_{\text{rámu}}$ = 0,95 . 0,95 . 0,95- 0,85 . 0,85 . 0,95 = 0,171 m^3

Vychádzajúc z Archimedovho zákona vytvoríme rovnicu:

$$F_{vz} = G$$
$$V_{\text{pon.časti}} \cdot \rho_{\text{vody}} \cdot g = V_{\text{rámu}} \cdot \rho_{\text{dreva}} \cdot g$$
$$V_{\text{pon.časti}} = V_{\text{rámu}} \cdot \rho_{\text{dreva}} / \rho_{\text{vody}}$$

a) Využijeme, že rám má v každej výške rovnaký prierez s obsahom S:

$$S.\, h_{\text{pon.časti}} = S.\, h_{\text{rámu}} \cdot \rho_{\text{dreva}} / \rho_{\text{vody}}$$
$$h_{\text{pon.časti}} = 0{,}95 \,.\, 700 / 1000 = 0{,}665 \text{ m} = \mathbf{66{,}5\ cm}$$

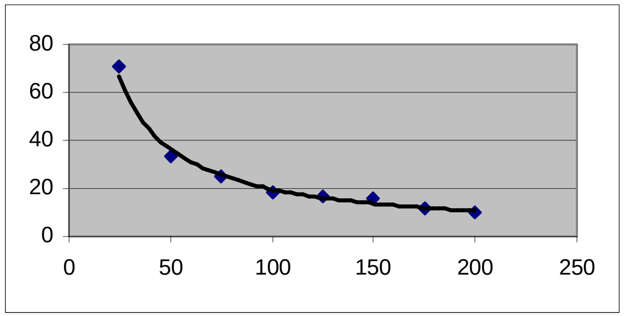
b)
$$V_{\text{pon.časti}} = V_{\text{podstavy}} + V_{\text{pon.steny}} \,.\, 2 = 0{,}95 \,.\, 0{,}85 \,.\, 0{,}05 + h_{\text{pon.časti}} \,.\, 0{,}95 \,.\, 0{,}05 \,.\, 2$$
$$h_{\text{pon.časti}} = (V_{\text{rámu}} \cdot \rho_{\text{dreva}} / 2 \,.\, 0{,}95 \,.\, 0{,}05 \,.\, \rho_{\text{vody}}) - 0{,}85 / 2$$
$$h_{\text{pon.časti}} = 0{,}171 \,.\, 700 / 2 \,.\, 0{,}95 \,.\, 0{,}05 \,.\, 1000\,) - 0{,}85 / 2 = 0{,}835 \text{ m} = \mathbf{83{,}5\ cm}$$

Orlie oko sa teda môže dožiť 66,5 roka, ale aj 83,5 roka. Určite však aj niečo medzi tým... Názorná ukážka toho, že šamanom netreba veriť☺.

Bodovanie: 5b za vypočítanie ponoru ľubovoľného rámu podľa pochopenia zadania; 3b za vytvorenie rovníc z Archimedovho zákona; 2b za čiastočné výpočty nevedúce k výsledku.

Príklad 4 ♥ Oheň duchov *(opravoval Peter Zilo Petrík)*

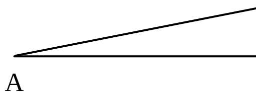
Ako to uz pri experimentálkach býva, nie vždy vyjde riešenie, ktoré očakávame. Tak tomu bolo aj teraz. Avšak tí, ktorí sa s úlohou pohrali a spravili si viac meraní a prípadne graf, zistili nasledovné (údaje od Jakuba Jursa☺):



Ako vidno z grafu, táto krivka nápadite pripomína nepriamu úmeru. Na začiatku sa tieň zmenšuje rýchlejšie ako na konci. Zaujímavé... Ale prečo je to tak?

Vysvetlím to na trojuholníku:

EC: tieň
BD: ruka
A: zdroj



Trojuholníky ABD a AEC sú podobné. Preto platí: BD/AB = EC/AC . Z toho vyplíva, že: EC = k/AB (k = BD*AC), čo je vzťah pre nepriamu úmeru.

Bodovanie: 2,5b za meranie; 1b za zhodnotenie merania (graf alebo teória); 1,5 za záver.

Príklad 5 ♥ Čudné zvieratá *(opravoval Michal Kesy Kesely)*

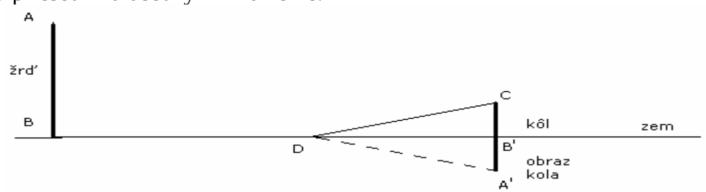
Vyjdime zo základného vzorca $s = v.t$, aby sme mohli vyrátať, ako ďaleko bude po jednom dni auto, ktoré Orlie Oko spozoroval ako prvé. Rýchlosť je 50 míľ za hodinu, teda rýchlosť v metroch za sekundu je 50 . 0,447 metrov za sekundu, čo je 22,35 metrov za sekundu. Teraz si 24 hodín premeníme na sekundy, čo je 86 400 sekúnd, teda prvé auto precestovalo $s = v.t$ = = 22,35 m/s . 86 400 s = 1 931 040 m. Keďže každých 200 metrov za ním je ďalšie auto, počet áut v jednom pruhu je 1 931 040 m / 200 m = 9 655,2. Avšak autá majú hlúpy zvyk chodiť celé, môže ich v jednom pruhu byť 9 655 alebo 9 656 (rozmyslite si ako to závisí od počiatočnej polohy prvého auta). No a teda v dvoch pruhoch potom prejde 19 310, 19 311 alebo 19 312.

Bodovanie: Každé z horeuvedených riešení som bral za správne, tie majú 5 bodov. Taktiež 5 bodov majú tí, čo mali dobrý postup, ale riešenie sa líšilo o plus mínus trolejbus málo kvôli príliš skorému zaokrúhleniu. Nabudúce skúste zaokrúhliť až výsledok. Riešitelia s dobrým postupom, ale numerickou chybou majú po 4 bodíky.

Príklad 6 ♥ Holub na žrdi *(opravovala Marcelka Hrdá)*

Ahojte! Tento príklad sa možno niektorým z Vás zdal ťažký, no v skutočnosti naň existuje veľmi jednoduchá finta. Spočíva v nasledujúcej úvahe:

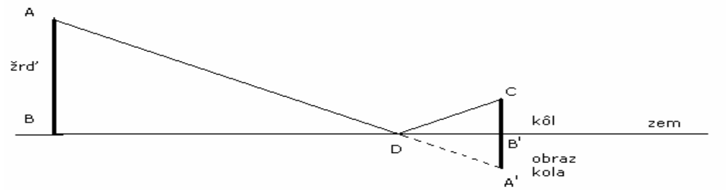
Skúsme si kôl „preklopiť“ smerom nadol (pre starších: zobraziť v osovej súmernosti, osou súmernosti je zem). Na čo to je dobré? Môžeme si všimnúť, že trojuholníky A’B’D a CB’D sú zhodné (podľa vety SUS). To znamená, že holub od bodu D k vrcholu kola preletí presne vzdialenosť │A’D│. Spolu musí preletieť vzdialenosť │A’D │+│AD│, tá má byť čo najkratšia. Predpokladám, že všetkým je jasné, že najkratšia cesta medzi bodmi A, A’ je priama, čiže bod D musí ležať na priesečníku úsečky AA’ a zeme.



V praxi je ale ťažké hľadať priesečník takejto úsečky so zemou, lebo jeden jej krajný bod leží pod zemou. Preto je dobré popísať holubovi cestu inak – napr. vzdialenosťou zrna, ktoré si má zobrať, od päty žrde. Platí, že trojuholníky ABD a A’B’D sú podobné (veta uu – uhly BDA a B’DA’ sú vrcholové, uhly ABD a A’B’D sú pravé). Platí teda:

│BD│:│ B’D│=│AB│:│A’B’│=5:1

│AA’│= 12 m rozdelíme v pomere 5:1, čiže na úseky │BD│= 10 m a │B’D│= 2 m. Aby holub preletel čo najkratšiu vzdialenosť, musí si zobrať zrno vzdialené 10 m od žrde.



Vyskytovali sa aj riešenia skúšaním – po 1 metri, po 10 cm... Tiež sa Vám síce podarilo určiť, že vzdialenosť najvýhodnejšieho zrna od žrde je 10 m, ale nie je to presné riešenie. Nikto totiž na základe výpočtov nemôže tvrdiť, že vo vzdialenosti 10,001 m od žrde to nie je pre holuba ešte výhodnejšie (a ani o koľko maximálne to môže byť výhodnejšie). Akási intuícia síce hovorí, že to bude presne 10 m, ale intuícia nie je dôkaz a nemusí vždy vyjsť...

Na záver sa ešte chcem vyjadriť k poslednému typu riešení – analógia so svetlom. Tvrdili ste, že svetlo si hľadá najkratšiu cestu a platí preň, že uhol dopadu a odrazu sa rovnajú, a preto sa musia uhly BDA a B’DC tiež rovnať. Opäť je to riešenie, kde sa iba čosi tuší, ale podľa mňa to nie je dostatočne zrozumiteľné na prvý pohľad. Veľmi pekné vysvetlenie, prečo to funguje aj tu, napísal Dávid Vendel: Keby sme si predstavili, že na zemi je rozliata voda (= zrkadlo:-), holub by mal letieť priamo za odrazom kola vo vode. Keď dosiahne hladinu, „odrazí“ sa pod rovnakým uhlom a letí ku kolu. Toto je presne tá vzdialenosť, ktorú by si vybralo svetlo a je zrejmé, že je najkratšia.

Bodovanie: 2b za použitie osovej súmernosti; 1b za zdôvodnenie vhodnosti tohto riešenia (rovnaké vzdialenosti); 1b za označenie priamej vzdialenosti za najkratšiu vzdialenosť; 1b za výpočet. Iné riešenie (výpočet pomocou Pytagorovej vety): 0b–3b podľa počtu preverených trás a správnosti výsledku. Iné riešenie (využitie podobností trojuholníkov): 1b–2b za analógiu s dráhou svetla; 2b za odôvodnenie správnosti tohto postupu; 1b výpočet.

Príklad 7 ♥ Zrážky vagónov *(opravovala Aďa Daniláková)*

Na koľaji bolo 20 za sebou stojacich vagónov a medzi nimi boli 0,5 m dlhé medzery (spolu ich bolo 19). Po zrážke 21. vagóna s 20. vagónom začal plynúť čas, ktorý sme mali spočítať. Je dôležité si uvedomiť že 21. vagón narazil do začiatku 20. vagóna, 20. vagón však vrazil do 19. vagóna svojím koncom. Počítame teda čas, ktorý uplynie od jednej zrážky (21. vagón narazil do 20. vagóna) k druhej (20. vagón narazil svojím koncom do 19. vagóna). Rýchlosť vagóna po zrážke je 20 km/h (5,$\overline{5}$ m/s). Vzdialenosť jeho konca od začiatku druhého vagóna je 0,5 m (dĺžka medzery medzi vagónmi). Čas t_m za ktorý prejde vagón jednu medzeru je teda:

$$t_m = s/v = 0{,}5 \text{ m} / 5{,}\overline{5} \text{ ms}^{-1} = 0{,}09 \text{ s}$$

Čas ktorý uplynie medzi dvoma zrážkami je 0,9s. Je to zároveň aj čas za ktorý prejde jeden vagón medzeru 0,5m. Ak teda chceme zistiť celkový čas t_c, ktorý uplynul od prvej zrážky po poslednú, resp. za aký čas prejdú vagóny všetkých 19 medzier musíme t_m vynásobiť 19timi:

$$t_c = 19*t_m = 19*0{,}09 \text{ s} = 1{,}71 \text{ s}$$

Posledný vagón sa pohol 1,71 s po prvej zrážke.

Bodovanie: Body sa strácali najmä za zlé vzorce a premeny jednotiek, pričom ste takto mohli stratiť aj tri body. Ďalšou veľkou chybou bolo zarátavanie do dráhy, ktorú mali vozne prejsť aj ich vlastné dĺžky, teda neuvedomenie si, že vozeň, do ktorého začiatku narazil iný vozeň narazí do toho ďalšieho svojím koncom a teda dĺžka vozňa nie je podstatná, lebo začiatok i koniec vozňa sa pohybujú rovnakou rýchlosťou. Pri takomto výpočte ste mohli získať najviac 1,5 boda. Okrem týchto chýb sa ešte stávalo že ste zle spočítali medzery medzi vozňami.

Príklad 8 ♥ Rozbitý náramok *(opravoval Tomáš Tomino Jediný)*

Najprv si bolo treba uvedomiť, že v našom prípade dôjde k zmene výšky a teda aj k zmene potenciálnej energie. Pretože energia sa nemôže len tak stratiť, premení sa na teplo. Čiže $E_p=Q$. A toto teplo zohrialo náramok o niekoľko stupňov, čo si označíme ako Δt. Merná tepelná kapacita zlata je známa a vzorce na výpočet E_p a Q takisto: $E_p = m.g.h$

$$Q = m.c.\Delta t$$

A pretože vieme že platí $E_p = Q$, tak si ľahko môžeme odvodiť že: $m.g.h=m.c.\Delta t$

Hmotnosť sa nám vykráti, preto vôbec nevadí že ju nepoznáme: $g.h=c.\Delta t$

Z tohto vzorca si už vieme jednoducho vyjadriť Δt: $\Delta t= g.h/c$

A po dosadení známych hodnôt (h = 387m, c = 129J/kg.°C a g = 10m/s) do tohto vzorca získame:

$$\Delta t = 10 \text{m/s} \,.\, 387 \text{m} / 129 \text{J/kg.°C} = 30 \text{°C}$$

Náramok indiána sa zohrial o *30°C*.

Bodovanie: 1b za spravny výsledok; 1,5b za správny postup; 1,5b za úplný a správny slovný komentár a 1b za správne odvodené vzorce.