PIKOFYZ, 2. ročník **šk. rok 1999/2000**

Vzorové riešenia 2. série zimnej časti

Príklad 1 (Irinka Malkin)

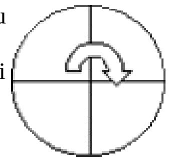
Zadanie znelo: fyz. odhadnite hmotnosť rapíra. Je jasné, že sa táto úloha dala riešiť viacerými spôsobmi. Uvediem len niektoré z nich:

Budeme predpokladať, že rapír je valec, jeho dĺžka je l = 1m, polomer r = 1 cm a rapír je z ocele r = 7800 kg/m^3. Potom hmotnosť rapíra $m = V.r = lprr^2 =$
$= 1 . 3{,}14 . 0{,}01. 0{,}01. 7800 = 2{,}45$ *kg.*

Ďalšia možnosť bola skúsiť akým ťažkým predmetom dokážem šermovať 5 minút. Takéto odhady sú však menej presné, lebo ak sme unavení od 2kg, budeme unavení aj od 2,5kg. Podobne by sa dalo uvažovať aj o Elenkinom výkone.

Príklad 2 (Tomáš Mikovíny)

Pri tomto deji je dôležité, že oko človeka dokáže reagovať iba určitou rýchlosťou na meniaci sa obraz. Existuje tzv. zotrvačnosť oka, čo jednoducho povedané je čas, kedy oko „nepozerá“, ale posiela správu o obraze do mozgu. Tento čas je pri človeku približne 1/15 s. Znamená to, že človek vníma obraz iba raz za tento čas a teda



ak sa niečo opakuje rýchlejšie, nepostrehne všetko. Ako príklad je dobré točenie kolesa. Ak máme takéto koleso, ktoré sa otáča v smere šípky nejakou rýchlosťou tak, že urobí *n*otáčok za sekundu potom človek vidí polohy kolesa iba každú 1/15 sekundy. Čiže vidí pootočenie kolesa. Ak sa točí koleso tak, že za 1/15 s sa pootočí o 90^o, potom naše oko ho vidí znova ako by sa ani nepohlo – osi, ktoré sú rovnaké, sa v našom oku prekrývajú, teda nevnímame otáčanie. Na to, aby sme vypočítali počet otáčok, pri ktorých sa nám zdá, že koleso stojí, využijeme našu úvahu. Najmenšie pootočenie kedy sa nám po 1/15 s prekryjú osi je už spomínané 90^o otočenie kolesa. To znamená, že celú otočku urobí koleso za 4´1/15 sekundy – teda za 4/15 s. Mali ste vypočítať minimálny počet otáčok za sekundu. Vieme čas jednej otáčky, z čoho už jednoducho určíme počet otáčok za sekundu: ak T je čas jednej otáčky, potom počet otáčok za sekundu je $f=1/T$(nazýva sa aj frekvencia). **Čiže minimálny počet otáčok za sekundu je f =15/4= 3,75.** Ak bude frekvencia o málinko väčšia potom sa nám bude zdať, že koleso sa pomaly otáča dopredu (dopredu je u mňa v smere hodinových ručičiek). A naopak, ak bude frekvencia o málinko menšia, zdá sa, že sa koleso pomaly otáča dozadu. To isté bude, ak frekvencie bude násobkom f (overenie už nechám na Vás, je to ľahké). **Teda koleso sa otáča dopredu, ak je frekvencia otáčania o málinko väčšia ako celočíselné násobky f (3,75 x N).**

Príklad 3 (Maja Hanulová)

Rozdelíme si energiu basketbalistu na dve časti: energiu na beh E_b a energiu na skoky E_S. E_b budeme počítať cez kinetickú energiu. Pri každom zrýchlení z rýchlosti 0 na rýchlosť v potrebuje energiu $(mv^2) / 2$, rovnako ako pri spomalení z v na 0. Medzitým potrebuje aj nejakú energiu na udržanie rýchlosti, ale tú môžeme zanedbať, keďže je malá a okrem toho sa basketbalista málokedy pohybuje rovnomerne. E_S spočítame cez potenciálnu energiu. Basketbalista musí pri zdvihnutí svojho ťažiska o výšku h prekonávať gravitačnú silu mg (m - hmotnosť basketbalistu), na to minie energiu *mgh*. Iné výdaje, napríklad tepelné straty, nebudeme uvažovať.

Teraz odhadneme v, h, m a ako často basketbalista skáče a behá. Budeme sa snažiť o reálne odhady. Basketbalista môže vážiť asi 80 kg, skákať do výšky 1 m a behať rýchlosťou 4m/s. Za g berieme 9,81 m/s^2. Za minútu by mohol v priemere štyrikrát zastať a znovu sa rozbehnúť a dvakrát vyskočiť. Pri takýchto číslach spotrebuje za minútu 1569,6 J na skákanie a 5120 J na behanie. To je za dvadsať minúť 133,792 kJ, čo je celkom rozumná hodnota. Samozrejme vám nemusí vyjsť takéto číslo, záleží to od vašich počiatočných odhadov.

Príklad 4 (Juraj Wagner)

Mechanizmus ponorky: V ľubovoľnej hĺbke okrem dna pôsobí na ponorku vztlaková sila, ktorá je opačne orientovaná ako sila gravitačná. Vztlaková sila je tá sila, ktorá umožňuje ponorke meniť hĺbku. A to tým, že ponorka vždy, ak sa chce ponoriť, napustí nádrže vodou čím zväčší hustotu oproti stavu rovnováhy (t.j. vtedy keď sa vo vode vznáša), keď $r_p= r_v$. Keď sa dostane do požadovanej hĺbky , tak sa z nádrží voda vypustí, tak aby sa priemerná hustota ponorky rovnala priemernej hustote vody. Keď sa však ponorka zaborí do mäkkého podkladu, tak spod seba vytlačí vodu a okolitý mäkký podklad zase dobre priľne k trupu ponorky. V tomto momente prestane pôsobiť vztlaková sila a ponorka sa nemôže odo dna vzdialiť, lebo si zrušila jedinú silu, ktorá ju nadľahčovala. Podaktorí z Vás nazvali tento jav „podtlakom“, ibaže toto prirovnanie je možné len v tom zmysle, v akom sa prejavuje. Ak je pod zvonom (mäkkým) tlak vzduchu nižší ako atmosferický, tak zvon je tlačený o podlahu. Vo vode je tento prejav ten istý, len s tým rozdielom, že pod ponorkou nie je žiadna voda, keďže pri vode nemožno zmeniť jej hustotu.

Príklad 5 (Michal Hanula)

Teplo, potrebné na zohriatie čohokoľvek o danú teplotu sa dá vypočítať podľa vzorca $Q = C\times Dt$, kde Q je potrebné teplo, C tepelná kapacita danej veci a Dt rozdiel konečnej a počiatočnej teploty veci (samozrejme, funguje to len keď sa počas zohrievania neodohrajú žiadne fázové prechody, čiže keď nám nič nebude vrieť, vyparovať sa, mrznúť a podobne). V našom prípade zohrievame hrniec s vodou (2 kg železa a 4 kg ($m = rV = 4´10^{-3}m^3\times 1000kgm^{-3}= 4kg$ vody) o Dt = 90 °C). Teda $Q = (m_{vody\times}\, c_{vody} + m_{železa\,\times}c_{\,železa}\,)\times Dt$. ($m_{\,vody}$ je hmotnosť vody, c_{vody} = 4,2kJ/(kg.°K) je jej merná tepelná kapacita, $m_{železa}$ = 2 kg je hmotnosť hrnca a $c_{\,železa} =0{,}45$ kJ/(kg.°K) je merná tepelná kapacita železa). Potrebné teplo je teda $Q= 1{,}59$ *MJ*.

Háčiky

Samozrejme, v skutočnosti to nebude také jednoduché. Prečo? Hrniec nebude zohriatý presne na 100 °C - dno bude teplejšie (zhruba o 5 °C), vrchný okraj chladnejší. Podobne nerovnomerne bude zohriatá aj voda. V riešení sme neuvažovali straty tepla, ktoré však rozhodne nebudú zanedbateľné. Nevieme, aká bude počiatočná teplota hrnca (mlčky som predpokladal 10 °C). Časť vody sa vyparovaním stratí. Tým sa stratí aj veľké množstvo tepla, na druhej strane sa však zmenší množstvo vody, ktoré treba ohrievať.

Bodovanie :Kto mal všetko správne, dostal (samozrejme) 5 bodov. Kto len vypočítal správny výsledok, dostal 3 body. Kto poznal nejaké vhodné rovnice, dostal bod.
A kto nemal poriadne nič, nič nedostal. Za odhalenie niektorého z háčikov bol bod.
A za obrázky, pekné písmo atď, veľké, bezvýznamné plus.

Príklad 6 (Michal Matejka)

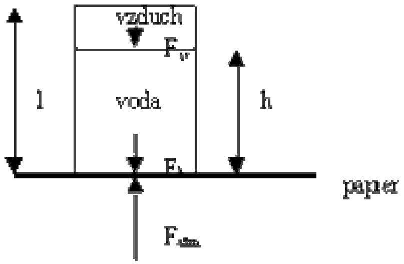
Príčinou toho, že výsledná teplota vody po zmiešaní je len 50 °C, je fakt, že časť tepla odovzdaného teplejšou vodou prijme aj nádoba, v ktorej je studená voda. Táto nádoba má svoju tepelnú kapacitu ako každá iná látka. Určíme si najprv teplo

Q_T , ktoré odovzdá teplá voda $Q_T = m_t\, c_v\, (t_r - t)$, kde $m_t = 0{,}9$ kg, t_T je jej začiatočná teplota $t_T = 70$ °C, c_v je merná tep. kapacita vody, t = konečná teplota = 50 °C.

Časť tohto tepla sa spotrebuje na zohriatie studenšej vody s hmotnosťou $m_s = 0{,}42\ kg$ a zač. teplotou $t_s = 20$ °C, na vodu s teplotou $t=50$ °C (teplo Q_S). $Q_S = m_S\, c_v\, (t-t_S)$.
Q_T-Q_S je práve to teplo, ktoré prijme nádoba, ak predpokladáme že nádoba mala na začiatku teplotu $t_s= 20$ °C (bola v nej studenšia voda pred zmiešaním), zohreje sa o $d_t = t - t_S$. Z definície tepelnej kapacity $C = Q / Dt$, dostávame pre tep. kapacitu nádoby: $C = (Q_T-Q_S) / Dt = (m_t\, c_v\, (t_r - t)\ -\ m_S\, c_v\, (t-t_S)) / (t - t_S)$.
Číselne C = 752,4 J/°C. Ak by sme uvažovali hmotnosť nádoby m = 2kg(z príkladu 5) jej merná tep. kapacita by bola $c = C / m = 376{,}2\ J / kg°C$.

Príklad 7 (Roman Kováčik)

Keď pohár otočíme, papier sa trochu nasaje vodou. Ešte pred úplným otočením sa často stáva, že nerovnosťami našej ruky trochu vtlačíme papier dovnútra a potom sa dejú takéto veci. Papier v dôsledku sily F_h spôsobenej tlakom vody trochu poklesne, čím sa trochu zväčší objem vzduchu nad vodnou hladinou. Tým vznikne mierny podtlak, ktorý je však dostatočný na to, aby udržal stĺpec vody.



Experimentálne sa najčastejšie stáva, že voda sa vyleje pri do polovice naplnenom pohári, alebo ešte menej naplnenom. Pri dostatočne malom množstve vody sa však začínajú uplatňovať súdržné sily vody a tie dokážu držať papier prilepený na pohári. Všeobecne z mojich pozorovaní vyplýva, že papier tým lepšie drží, čím je viac vody nad polovicu objemu pohára. Iné faktory, ktoré by to mohli ovplyvniť sú napr. kvalita papiera. Veľmi dobre drží nepijavý papier. Aj objem pohára je dôležitý, obzvlášť jeho priemer. Pri veľkom priemere sa totiž zle obracia pohár a voda väčšinou vytečie. Ovplyvniť to ešte môžu atmosferický tlak, teplota vody a mnohé iné veci, ktoré však už nie sú veľmi podstatné.

Bodoval som asi takto: Keďže úloha bola experimentálna, za experiment som dával podľa rozpracovanosti teórie a záveru do 3.5 bodu (pokiaľ neboli prítomné experimentálne výsledky, za teóriu bolo do 2 bodov) a za iné faktory, ktoré by mohli experiment ovplyvniť do 1.5 bodu.

Príklad 8 (Elena Malkin)

Keďže príklad sa týkal jedenia našej polievky a nie jej varenia, nebudem hlbšie rozoberať problém uvarenia takej polievky v bezváhovom stave (ale jednoduché to tiež nie je!). Budeme predpokladať, že tepločkú a chutnučkú polievočku sme dostali do uzavretej nádoby. Prečo uzavretej? Lebo v bezváhovom stave nič nedrží polievku na tanieri. Pri najmenšom nedbalom pohybe taniera, polievka môže odletieť preč. V lepšom prípade by sme ju museli naháňať, v tom horšom umývať všetko naokolo od polievky. A teraz k jedeniu. Keby naša uzavretá nádoba bola iba akýmsi „hrncom“, museli by sme ju rozliať do rôznych „tanierov“ (napr. keby polievku chceli jesť viacerí). Najvýhodnejšími „taniermi“ sa mi zdajú byť menšie uzavreté nádoby s jediným otvorom – slamkou (podobné fľašiam).