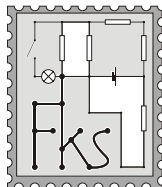


FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

vzorové riešenia 3. série
A – kategória (starší)
18. ročník
zimný semester
školský rok 2002/2003



www.fks.sk

FKS, KZDF FMFI UK
Mlynská dolina
842 48 Bratislava
riesenia@fks.sk
info@fks.sk

A – 3.1 Lietadlo (opravovala Zuzi)

Bežné dopravné lietadlo letí vo výške 11 km nad hladinou mora rýchlosťou 890 km/h. V tejto výške je tlak vzduchu približne 10000 Pa a teplota okolia -65°C . V kabíne lietadla je izbový tlak aj teplota. Keďže každé lietadlo má netesnosti, musí do kabíny vháňať stále nový vzduch z okolia. Musí lietadlo vháňaný vzduch zohrievať, alebo ochladzovať, aby sa udržiavala vnútri želaná teplota? Prečo?

Dámy a páni, vítame vás na palube nášho lietadla. Mali by ste sa cítiť príjemne, podmienky sú na to prispôsobené. A ak vás zaujíma, akým spôsobom, môžeme sa na to spoločne pozrieť. Keď chceme do lietadla vháňať nejaký vzduch z okolia, pričom by sme, samozrejme, mali záujem na tom, aby sa zmenil jeho tlak, budeme s ním musieť trochu popracovať, konkrétne ho stlačiť. Človek by sa teda mohol najskôr zamyslieť nad nejakým prijateľným dejom, ktorý bude pri stláčaní prebiehať. Celé sa to deje pomerne rýchlo, preto budeme ďalej počítvať s adiabatickým dejom.

Zo školy všetci dobre poznáme rovnicu adiabaty, ktorá je

$$pV^{\kappa} = \text{konšt.},$$

kde $\kappa = 1,4$ (nezabúdajme, že vzduch sa skladá z vyše 70% N_2 a vyše 20% O_2 , čo sú 2-atómové molekuly). Tu by sa nám však viac zišla rovnica dávajúca do súvisu tlak a teplotu. To ale nie je taký vážny problém, keďže k dispozícii máme aj inú rovnicu – stavovú rovnicu plynov. Ako všetci viete, má tvar

$$\frac{pV}{T} = \text{konšt.}$$

Zlúčením týchto dvoch rovníc dostaneme

$$p^{\frac{1}{\kappa}-1} T = \text{konšt.}$$

(Konštanty v týchto troch rovniciach sú, samozrejme, rôzne). Použitím tejto rovnice a hodnôt uvedených v zadaní dostávame, že stlačený vzduch bude mať teplotu okolo 130°C , čo by znamenalo, že ho budeme musieť pri vháňaní do lietadla ochladzovať.

To by mohol byť celkom prijateľný pohľad na vec. Skúsme sa na to pozrieť ešte z trošičku inej perspektívy a overiť si tak naše úvahy. My by sme vlastne potrebovali zo vzduchu vo výške 11 km dostať vzduch z vlastnosťami vzduchu pri Zemi. Zamyslime sa teda nad tým, ako to s atmosférou je. V zásade prežívajú dva základné modely atmosféry, a to izotermický a adiabatický. Keby sme si chceli vytvoriť akúsi intuitívnu predstavu o týchto modeloch, v prvom prípade by sme si predstavovali, že vzduch úplne pomaličky stúpa hore, v druhom zasa veľmi rýchly presun. Je asi prirodzené, že v skutočnosti sa bude diať niečo medzi tým. Keď teda v našom prípade pracujeme s adiabatickým stláčaním, mala by nám vyjsť teplota vyššia, ako je teplota pri Zemi. A teda opäť: vzduch bude treba ochladzovať.

Niektorí z vás si ale dali tú námahu (týmto chválím Jakuba Závodného a Rast'a Hornáka) a skúsili nájsť na sieti aj nejaké cenné a relevantné informácie. A došli k tomuto: vzduch vháňaný do kabíny totiž pochádza zčasti z kompresorovej komory motora a zvyšok je „recyklovaný“. No a pri motore by sa človek pekne zapotil, lebo je tam horúco. Čo sa s ním deje ďalej? Môže pokračovať dvoma cestami, ktoré obsahujú regulačné ventily. Na jednej ceste sa tento horúci vzduch ochladzuje okolitým, na ceste druhej ide priamo, a na konci sa zmiešajú. Tak takéto múdre veci sa môžete dočítať napríklad na stránkach Boeingu. Ja by som sa veľmi nechcela pliesť do roboty leteckým inžinierom, iba by som chcela podotknúť, že asi by lietadlo malo mať k dispozícii aj ohrev vzduchu a klimatizáciu, pretože je v ňom príjemne, aj keď sa nachádzame ešte len niekde nízko a teploty môžu byť vysoké, resp. nízke (a stláčať netreba, lebo tlak je ešte normálny).

Tak to teraz vyzerá, že cestu máme za sebou a môžeme ísť na vianočné nákupy. Predsa len by som však chcela ešte spomenúť pár drobností. Napríklad to, že aj samotné lietadlo je dosť ochladzované vonkajším vzduchom, takže vháňaný vzduch by mal mať o čosi vyššiu teplotu, ako potrebujeme. Také lietadlo je ale celkom dobre zaizolované a okrem toho vzduch sa tam mení pomerne rýchlo, takže až o toľko teplejší vzduch nepotrebujeme (nie je to ako v aute, keď cítime fučať teplý vzduch). Navyše tesne vedľa lietadla nie je teplota -65°C . Pri tej rýchlosti je tam totiž dosť veľké trenie a okolie sa zahrieva. Na toto sa možno pozeráť aj z trošku iného pohľadu. Položme si otázku, čo je to vlastne teplota vzduchu? Výpovednú hodnotu by mala mať kinetická energia molekúl vzduchu, lenže... v akej vzťažnej sústave sa máme pozeráť na rýchlosti? Lietadlo má rýchlosť okolo 250 m/s a molekuly vzduchu pri teplote 20°C okolo 500 m/s (resp. asi 400 m/s pri -65°C). Nuž, a keďže sú tieto rýchlosti porovnateľné, na scénu prichádzajú čudné, magické veci. Teplota, ktorú „vidí“ lietadlo totiž bude iná, ako predpokladaných -65°C . Okrem toho bude zrejme záležať aj na tom, *kam* od seba sa lietadlo „pozerá“. Otázkou však je, či vôbec môžeme hovoriť o teplote, pretože o nej hovoríme v rovnovážnych systémoch, a to okolie lietadla tak celkom asi nie je ☺. Je to v podstate to isté, ako keby sme skúmali tlak okolo lietadla, a o tom veľmi dobre vieme, že pri tých rýchlostiach je o dosť iný napr. pred a za lietadlom.

Nuž, a to je pre dnes všetko. Dámy a páni, ďakujeme, že ste si pre svoj let vybrali práve našu spoločnosť a dúfame, že sa niekedy opäť stretneme na palube našich lietadiel.

A – 3.2 Global war(n)ming (opravoval Matúš)

Ak by sa teplota na Zemi zvýšila o 5°C , časť ľadu na jej povrchu by sa roztopila. V dôsledku toho by stúpila hladina oceánov. Popíšte javy vplývajúce na tento vzostup a pokúste sa odhadnúť jeho číselnú hodnotu.

Ako ste mnohí správne postrehli, globálne otepľovanie nie je z tých jednoduchých problémov. Asi si nevystačíme s trojčlenkou (i keď i také pokusy boli), začnime však pekne sedliacky, bez vzorcov. Bez ohľadu na to, čo spôsobí to oteplenie o 5°C (to nebolo cieľom skúmať)... Aké procesy vplývajú na výsledný vzostup morskej hladiny?

Základom je samozrejme roztápanie ľadovcov. Na Zemi sa najväčšie zaľadnené plochy nachádzajú v Antarktíde, Arktíde, Grónsku a vysokohorských oblastiach. Tých posledne menovaných je zanedbateľne málo, Grónsko popri Antarktíde plochou tiež neoslní. No a Arktída nemá pevninský základ. Prečo je to dôležité? Lebo ako viete už zo základnej školy, ak sa ľad plávajúci v po okraj naplnenom pohári roztopí, voda sa z pohára nevyleje. Rovnako je to i s Arktídou, jej roztápanie určite nespôsobí vzostup oceánov. Podobný osud postihne rozsiahle pobrežné ľady okolo Antarktídy – asi sa roztopia, ale hladinu nezdvihnú.

Ostala nám teda Antarktída, kontinent ktorý má viac než 20 miliónov km^2 . Pravda, nemôžeme rátať s tým, že sa všetok tamojší ľad rozpustí. Ohlasované je totiž oteplenie o 5°C a teploty v okolí južného pólu klesajú veselo na -80°C , roztopí sa teda iba časť ľadovej

prikryvky. Aká veľká časť? No tu si najviac pomôžeme pohľadom na mapu, kde sú vyznačené teplotné pásma. Jedna taká je na obrázku vpravo. Najtmavšou farbou sú vyznačené spomínané pobrežné ľady, sivou oblasti s najvyššími teplotami (ročný priemer medzi 0°C a -5°C (práve tie sa oteplením dostanú nad nulu a roztopia). Podľa obrázka môžeme odhadnúť, že roztopí sa ľad s rozlohou približne $5 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ (ideálne je prekresliť si mapu na štvorčekovaný papier a rátať). Priemerná hrúbka ľadu pokrývajúceho Antarktídu je 2000 metrov. Keďže roztápať sa budú tenšie pobrežné vrstvy, vezmeme hrúbku ľadu menšiu, 500 metrov, a už máme objem ľadu $V = 2,5 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ určený na roztopenie.



Čo sa s ním stane pri topení? Zmenší sa na objem $V' = 2,3 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ vody (lebo táto má väčšiu hustotu než ľad – tento číselný výsledok sme získali jednoduchým použitím vzťahu $\rho V = \rho' V'$, kde ρ je hustota ľadu, ρ' je hustota vody). Ako to už s vodou býva, neostane z nej kopec okolo Antarktídy, ale rozleje sa po všetkých oceánoch Zeme. Tieto zaberajú plochu $S = 361 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ (toto je aktuálna hodnota, keďže ale vzostup hladiny, ako o chvíľu uvidíme nebude mať hodnoty stoviek metrov, zrejme ani zatápanie pobrežných oblastí ju výrazne nezmenší). No a použitím vzťahu $V = S h$ dostávame pre vzostup hladiny číselný výsledok cca 7,2 metra. Ale pozor, ešte nie sme v cieľi!

Proti tomuto prirodzenému vzostupu pôsobí iný efekt. Je ním zvýšenie obsahu vodnej pary vo vzduchu dané tým, že teplý vzduch je v sebe schopný pojať jej väčšie množstvo. Ak si chvíľku polistujete v MFCh tabuľkách, nájdete takéto hodnoty pre množstvo nasýtenej vodnej pary v 1 m^3 vzduchu.

$T [^\circ\text{C}]$	0	10	15	20	25	30
$\rho [\text{g}/\text{m}^3]$	3,8	7,8	11,0	14,9	20,2	27,7

Zohriaty vzduch je teda schopný v sebe obsiahnuť viac vodnej pary a časť vody v oceánoch sa preto pri vzostupe teploty vzduchu o 5°C prirodzene odparí. Podľa tabuľky vidíme, že najviac dodatočnej vodnej pary je pri takomto ohreve schopný prijímať teplý vzduch. Preto sa pri výpočte zamerajme na tropické oblasti rozprestierajúce sa medzi 30° severnej a 30° južnej šírky (čo je zhruba $205 \cdot 10^6 \text{ km}^2$). Vlhkosť vzduchu je tam vysoká, môžeme rátať s tým, že je 100%-ná. Teplota vzduchu je tam v priemere 25°C . Táto teplota však s výškou prudko klesá (vo výške 2000 metrov je to už iba cca 12°C), rátajme preto iba s masou vzduchu siahajúcou do výšky 1000 metrov – vyššie je už vzduch dosť chladný a dokáže obsiahnuť iba málo ďalšej vodnej pary. Celkový objem tohto vzduchu je $205 \cdot 10^6 \text{ km}^3$, podľa našej tabuľky teda v sebe teraz udržiava vodnú paru s celkovým objemom $5,1 \cdot 10^3 \text{ km}^3$. Po vzostupe teploty o 5°C , teda z 25°C na 30°C to bude už objem $7,0 \cdot 10^3 \text{ km}^3$. Odkiaľ sa berie tá chýbajúca voda? No predsa z oceánov, vyparí sa. Ak tento objemový úbytok rozrátame na pokles hladiny (tak ako predtým), zistíme, že zvýšené odparovanie spôsobí pokles ani nie o centimeter! Bez ohľadu na to, aký približný bol náš výpočet (uvažovali sme iba vzduch v okolí rovníka, aj to iba ten do výšky 1 km), teraz je jasné, že zvýšené odparovanie priamo nepovedie k žiadnym dramatickým efektom na výšku hladiny oceánu.

Výšku hladiny ovplyvní ešte jeden jav – tepelná rozťažnosť vody. S tou to však nie je ľahké. Keď zohrejeme Zem o 5°C, nebude to znamenať, že teplota vody pri dne stúpne tiež o týchto 5°C. Pri dne ostane najhustejšia voda s teplotou cca 4°C. Preto to s tým rozťahovaním sa vody nebude až také dramatické. Vyskúšajme si výpočet s ohrevom oceánov do hĺbky 200 metrov. Objem tejto vody je zhruba 72 miliónov km³. Ak použijeme koeficient tepelnej rozťažnosti vody pri teplote 10°C ($\beta = 10^{-4}$), zistíme, že nám „pribudne“ asi 36 000 km³ vody. To prerátame ako už veľakrát na vzostup hladiny a dostaneme vzostup asi 10 cm.

Tak a teraz trochu meditácie bez výpočtov na záver. Najprv k vlhkosti vzduchu. Väčší objem vodných pár vo vzduchu znamená vyššie úhrny zrážok. Tie spadnú kade kde, ale aj na neroztopené zvyšky ľadovcov, takže je možná situácia (ako predpovedajú niektoré zdroje), že oteplením sa zmenší plocha ľadovcov, ale ich celkový objem môže dokonca vzrásť. Každopádne, zvýšené zrážky majú tendenciu znižovať obsah vodnej pary v ovzduší, ten však (keďže teplota je vysoká) klesať nemôže. Preto bude odparovanie pokračovať a vo väčšej miere než sme to vypočítali znižovať hladinu oceánov. Odhadnúť celkovú zmenu klímy, vodných prúdov a podobne je však veľmi ťažké, pre nás nemožné. Preto našim výsledkom netreba veriť doslovne – dôležité sú iba procesy, ktorých vplyvy sme odhadovali. Inak, vplyv má aj gravitačné priťahovanie vodných mäs ľadovcami v Antarktíde (pozrite si stránku <http://www.ekoskola.sk/energia.htm>), ale na tom už fakt nič nezrátame...

Inak, možno to tak podľa tých číselných výsledkov nevyzerá, ale to oteplenie by nám rozhodne neprosperovalo (i keď zďaleka by nebolo nešťastím pre Zem, tej môže byť nejakých pár stupňov ukradnutých). Vyšlo nám zvýšenie hladiny o cca 7 metrov. Tých pár metrov, čo takto stratíme, nám snáď nemôže chýbať. Je to však trochu inak, najúrodnejšie oblasti (deltá riek) sú napospol nie priemernými pobrežiami a zatopenie by ich rozhodne postihlo. A úrodné oblasti majú ľudia radi – v páse šírky 50 km popri pobreží žije viac než 30% všetkých ľudí!

Navyše, väčšie množstvo vodných pár vo vzduchu znamená silnejšie dažde i silnejšie vetry, čo asi poteší málokoho, kto sa nevyžíva v katastrofických filmoch. Dovtedy sa však tešme z prvého snehu, ktorý snáď nie je i snehom posledným...

A – 3.3 Kozmický seriál (opravoval Roman Kováčik)

Odmyslite si na chvíľu zemskú atmosféru a predstavte si, že stojíte na rovníku. Zvislo nahor vyhodíte prvou kozmickou rýchlosťou kameň. Do akej výšky nad povrchom Zeme sa dostane? Pri riešení úlohy otáčanie Zeme: a) neuvažujte, b) uvažujte.

i) V prvom prípade neuvažujeme rotáciu Zeme. Zoberme si teda na pomoc zákon zachovania energie (ďalej ZZE) v tvare

$$E_{KR} + E_{PR} = E_{PX} + E_{KX},$$

kde E_{KR} a E_{PR} sú kinetická a potenciálna energia nášho kameňa na povrchu Zeme, teda vo vzdialenosti R (polomer Zeme) od stredu Zeme a E_{PX} a E_{KX} sú potenciálna a kinetická energia v maximálnej výške $H = X - R$, do ktorej kameň doletí. Teraz prichádza zásadné rozhodnutie, ako má vyzeráť taká správna potenciálna energia? Keďže vyhadzujeme kameň prvou kozmickou rýchlosťou, výška do ktorej sa dostane, bude tiež asi kozmická a nie taká všedná, napr. 150 m. Použijeme preto vyjadrenie potenciálnej energie v radiálnom gravitačnom poli

$$E_P = -\kappa Mm/r,$$

kde M je hmotnosť centrálného telesa, m je hmotnosť napr. kameňa a r je momentálna vzdialenosť od stredu centrálného telesa. ZZE potom bude vyzeráť

$$\frac{1}{2}mv_R^2 - \frac{\kappa Mm}{R} = -\frac{\kappa Mm}{X}.$$

V našom prípade je v_R 1. kozmická rýchlosť, pre ktorú platí $v_{1K} = \sqrt{\kappa M / R}$ a kinetická energia $E_{KX} = 0$ v maximálnej výške X . Po dosadení v_{1K} do rovnice ZZE dostávame pre výšku doletu kameňa

$$H = 2R - R = R = 6380 \text{ km.}$$

ii) Keď uvažujeme rotáciu Zeme, tak sa čosi zmení. Kameň bude mať pri štarte nielen rýchlosť kolmo hore, ale aj vodorovnú zložku rýchlosti. Čo s tým? Tu pomôže druhý štandardne využívaný zákon pri pohybe nebeských telies, a to zákon zachovania momentu hybnosti (ďalej ZZMH). Moment hybnosti bude rovnaký či už na povrchu Zeme alebo v najvyššej dosiahnutej výške. Dá sa vyjadriť ako napr. $L = mv_{\perp}r$ kde v_{\perp} je zložka rýchlosti kolmá na polohový vektor r . Na povrchu Zeme je táto zložka rýchlosti rovná práve rýchlosti rotácie Zeme a pre výšku X platí podľa ZZMH

$$m v_{\perp}R = mv_X X.$$

Taktiež platí ZZE v tvare, kde rýchlosť na povrchu Zeme má dve zložky: $v_R = \sqrt{v_{1K}^2 + v_{\perp}^2}$ a $v_{\perp} = 2\pi R/T$, kde T je čas jedného otočenia Zeme okolo svojej osi.

$$\frac{1}{2}m(v_{1K}^2 + v_{\perp}^2) - \frac{\kappa M m}{R} = \frac{1}{2}mv_X^2 - \frac{\kappa M m}{X}.$$

Po dosadení v_X zo ZZMH do ZZE dostaneme pre maximálnu výšku X výraz

$$X = \frac{\kappa M \pm \sqrt{(\kappa M)^2 - v_{\perp}^2 R^2 (\kappa M / R - v_{\perp}^2)}}{\kappa M / R - v_{\perp}^2},$$

do ktorého môžeme dosadiť známe hodnoty. Keď uvážime, že rýchlosť pre rýchlosť v_{1K} platí vzťah $v_{1K} = \sqrt{\kappa M / R}$, výška $H = X - R$ a pomer v_{1K} / v_{\perp} označíme ako η , predošlý vzťah sa po drobných úpravách zjednoduší do tvaru

$$H = R \frac{1 \pm \sqrt{\eta^4 - \eta^2 + 1}}{\eta^2 - 1}.$$

A prečo dve riešenia? No predsa „+“ riešenie zodpovedá apogeu, teda najvzdialenejšiemu bodu dráhy a „-“ riešenie zodpovedá perigeu, ktoré ale v tomto prípade leží vnútri Zeme.

Teraz je vhodná chvíľa na takú malú myšlienkovú predkontrolu výsledku. Zamyslime sa. Na začiatku má kameň o niečo väčšiu rýchlosť ako v prvom prípade. Po svojom vyletení do výšky max. X mu ešte nejaká ostane, ale podľa ZZMH bude táto rýchlosť menšia ako kolmá zložka na povrchu zeme. K dispozícii teda máme viac kinetickej energie a to sa prejaví ako väčšia výška doletu.

Po dosadení číselných hodnôt ($v_{1K} = 7907$ m/s, $v_{\perp} = (2\pi \cdot 6380 \cdot 10^3 / 86164)$ m/s = 465 m/s a $R = 6380$ km) dostaneme pre dlho hľadanú výšku

$$H = 6413 \text{ km.}$$

Bodoval som takto:

i) ZZE 1 b, prvá kozmická rýchlosť 0,5 b, výsledok 0,5 b.

ii) ZZE 1 b, ZZMH 1 b, rýchlosť otáčania Zeme 0,5 b, výsledok 0,5 b.

Pár slov na záver. Keď používame nejaké vzťahy, zamýšľajme sa, či naozaj platia pre také podmienky, pre aké ich chceme použiť. Napríklad pohybové rovnice platiace pre rovnomerne zrýchlený pohyb, keď zrýchlenie je konštantné. To zrejme neplatí vo výške rovnajúcej sa polomeru Zeme, ale ani v polovičnej, ktorá vyjde po použití takýchto vzťahov. Rýchlosť rotácie Zeme je dôležitá a využíva sa pri vypúšťaní rakiet. Aj kozmodrómy sa stavajú čo najbližšie k rovníku, aby sa táto rýchlosť využila.

A – 3.4 Celaskon (opravoval Nagi)

Odmerajte, aký objem plynu (bubliniek) sa uvoľní z jednej tablety „šumivého celaskonu“.

Zdravím tých, ktorým celaskon pomohol ku zdraviu. Mne ani nie, ale to neprekáža tomu, aby sme si s ním čosi odmerali. Veľmi vás chválím za mnoho rozpustených celaskonov a verím, že nevyšli nazmar (teda že ste vymysleli postupy, po ktorých sa dá vypiť to, čo ostalo).

Na čo sú dobré šumivé tablety? Na stránke <http://www.naturalescience.com/more.htm> sa dozviete o tom, že sú naozaj *dobré*. Dôležité je čosi iné. Pri šumení celaskonu sa uvoľňuje CO₂, to reaguje kyselina citrónová s hydrogenuhličitanom sodným. Je to reakcia exotermická, prebieha vcelku búrlivo a už viete (aj mňa to prekvapilo a kadička bola primalá), že z jednej tablety sa uvoľní asi 100 ml plynu. Našou úlohou bolo čo najpresnejšie to odmerať.

Väčšina z vás nechala celaskon bublať pod nejakým odmerným valcom a merala objem plynu, ktorý sa uvoľnil. Druhá časť skúšala vážiť celaskony pred a po vyšumení (samozrejme aj s vodou a pohárom, či balónikmi). Oba spôsoby sú fajn, umožňujú celkom slušne odmerať výsledný objem. Keďže nám prvý pokus dá zhruba tých 100 ml, vieme zo stavovej rovnice

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

zistiť, že hmotnosť uvoľneného plynu bude (pri normálnom tlaku 101 kPa, molová hmotnosť $M = 12 + 2 \times 16 = 46$, teplota v miestnosti je tak 20±C)

$$m = M \frac{pV}{RT} \approx 46 \times \frac{1,01 \cdot 10^5 \times 1 \cdot 10^{-4}}{8,3 \cdot 10^3 \times 293} \text{ kg} \approx 200 \text{ mg.}$$

To sa dá slušne odvážiť, hlavne keď necháte tabliet vyšumieť viac. Takže si poďme skomentovať vaše experimentálne metódy. Prvá skupina – tzv. *podvodníci*. Bublínky ste veľmi sofistikovane zachytávali do odmerných valcov, kadičiek, skúmaviek, trubičiek, balónikov, sáčkov aj prezervatívov. Vaše hodnoty sa pohybovali vo veľkom rozsahu, zhruba od 25 až do 180 ml. Bolo to spôsobené rôznymi metódami, celaskonmi aj chybami, ktoré čochvíľa spomeniem. Druhá skupina – tzv. *odvážlivci*. Nemnohí majú prístup k elektronickým váham, a tak bolo potrebné vyšumieť viac celaskonov, aby sa dalo spoľahnúť na výsledok merania. Ale niektorým sa to celkom podarilo.

Základný komentár k výsledkom akéhokoľvek experimentu. Keď nameriam (v troch meraniach s presnosťou na 5ml) 83, 91 a 95, *nemôžem* napísať, že mi vyšlo 89,666. Veď vidíte, že samotné vaše merania sa líšia aj o 12 ml. Preto nemá zmysel napísať výsledok na 4 platné číslice. Správnejšie by bolo napísať 90 ± 10 a okomentovať, že z tabliet sa uvoľňuje okolo 90 ml a rozdiel vo výsledkoch zdôvodniť rôznosťou tabliet, alebo zostavením pokusu.

Kde sa totižto mohla stať chyba? CO₂ sa rozpúšťa vo vode! Ak ste teda pokusy robili v tej istej vode, plyn z neskôr rozpúšťaných celaskonov sa už vo vode ťažšie zachytával. Málomomu napadlo poriadne potriasť kadičkou, v ktorej rozpúšťal. Ja som mal nádobu uzavretú zhora rukou a po zatrasení sa tlak poriadne zväčšil (voda nestíhala otvorom na spodku odtekať a moja ruka mala čo robiť, aby udržala nádobu zavretú)! Veď to poznáte pri minerálkach. (Koľko je plynu tam?) Rozpustnosť CO₂ v 20±C vode je totižto skoro 200 mg/100 ml, čiže vo vode sa kľudne mohlo skryť CO₂ aj párkrát toľko, ako vychádzalo nám. Vyriešiť sa tento problém dal buď trasením, alebo zohriatím vody, to by však ale poriadne zväčšilo aj objem uvoľneného plynu. Takže – kto vôbec nespomenul teplotu vody a rozpustnosť CO₂ vo vode, má o niečo málo menej bodov.

Na koniec – moje prvé *Calcium effervescent (Slovakofarma)* uvoľnilo asi 100 ml. Bolo to ale vo veľkej nádobe, preto veľká časť CO₂ zostala vo vode. To druhé som rozpúšťal v neviemakosavolajúcom kuse chemického skla (vd'aka, Roman) s kohútikom na spodku a ryskami na boku. Nádobu som zhora zatváral rukou a vytlačenú vodu vypúšťal. Po poriadnom pretrasení som odčítal, že plynu sa uvoľnilo zhruba 130 ml. Tak na zdravie pri ďalšej experimentálke. Ešte jedna pochvala tým, čo to skúšali merať v ústach...

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

výsledková listina A – kategórie po 3. sérii zimného semestra 18. ročníka

Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	⊙	A-3.1	A-3.2	A-3.3	A-3.4	⊘	Σ
1. Závodný	Jakub	se.	G BA Grösslingova	36.5	5.0	3.5	5.0	4.5		55.08
2. Neilinger	Pavol	3 A	G Dunajská Streda	34.1	4.0	5.0	5.0	4.5		53.00
3. Batmendijnová	Zuzana	se.	G T. Vansovej	34.1	4.5	3.5	3.0	5.0		51.08
4. Smrek	Ján	ok. N	1SG BA Čapkova	33.0	3.5	5.0	5.0	4.5		51.00
5. Štolc	Miroslav	se.	G Nitra Párovská	34.3	3.5	3.0	3.0	4.5		49.59
6. Kvašnáková	Katka	3 E	G K2 Prešov	30.3	5.0	3.5	2.5	5.0		47.24
7. Baník	Dušan	3 A	G Poprad Popr. nábr.	32.5	3.5	3.0	2.3	4.5		47.13
8. Fialka	Vlado	3 E	G K2 Prešov	29.2	5.0	4.0	3.0	5.0		46.96
9. Brutovská	Eva	se.	G Kežmarok	28.6	5.0	4.0	3.0	4.0		45.56
10. Škorupa	Martin	3 D	G Liptovský Mikuláš	32.9	1.0	-	2.7	4.5		42.50
11. Zajac	Peter	3 B	G BA Grösslingova	31.0	1.5	2.0	2.0	4.0	-1	41.02
12. Tekel	Juraj	ok.	G M.M. Hodžu	30.5	1.0	-	3.7	5.0		40.20
	Svrček	se.	G Terézie Vansovej	29.2	2.5	1.5	1.0	4.5		40.20
14. Kysel	Róbert	3 A	G BB Š. Moyzesa	25.7	1.5	3.0	3.0	5.0		39.65
15. Zalom	Peter	4 G	G Poprad Tatarku	24.3	1.5	3.5	4.8	4.0		38.10
16. Mikulík	Andrej	3 B	G BA Grösslingova	24.9	1.3	2.0	2.0	4.5		36.24
17. Naď	Miroslav	3 A	G Veľké Kapušany	26.4	0.5	1.5	1.0	4.5	-1	34.31
18. Trubenová	Barbora	3 A	G BA J. Hronca	24.1	1.5	-	3.0	4.0		34.09
19. Šoltésová	Mária	3 B	G BA Grösslingova	20.4	2.5	1.0	2.7	4.5		32.60
20. Krššák	Martin	se.	G Piaristické Nitra	21.2	3.5	2.5	1.5	-		30.15
21. Maták	Peter	3 E	G VBN Prievdza	22.2	1.5	-	5.0	-		30.04
22. Potočková	Zuzana	se.	G Liptovský Mikuláš	21.7	3.5	1.0	3.0	-	-1	29.59
23. Dzurňák	Tomáš	1 E	G Spišská Nová Ves	22.9	-	-	1.5	4.0		29.56
24. Burger	Michal	se.	G BA Grösslingova	28.8						28.83
25. Molčány	Michal	3 E	SPŠE BA K.Adlera	22.6	1.5	-	1.5	2.0		28.76
26. Hornák	Rastislav	3 D	SPŠE Pieštany	17.9	2.5	1.0	0.5	2.0		25.19
27. Lakatoš	Pavol	3 A	G Veľké Kapušany	18.9	0.5	0.5	1.0	2.0		23.86
28. Čajka	Jozef	3 A	G Spišská Stará Ves	17.3	0.0	1.0	0.5	3.0		22.82
29. Dzetkulič	Michal	2 A	G PH Michalovce	20.1	1.5	-	-	-		22.06
30. Feketeová	Erika	3 A	G Veľké Kapušany	17.7	-	0.5	1.0	2.0	-1	21.06
31. Bukovina	Lukáš	3 A	G Spišská Stará Ves	14.5	0.0	0.5	0.5	3.5		20.05
32. Ferko	Tomáš	3 A	G Spišská Stará Ves	13.3	0.0	0.5	0.8	3.5		19.18
33. Struhár	Pavel	2 A	G BA J. Hronca	19.1						19.14
34. Putiš	Marián	4 B	G BB Sládkoviča	15.5	1.0	0.5	1.0	1.0	-1	18.00
35. Perešíni	Peter	1 F	G BB Tajovského	16.0						15.95
36. Staňák	Luboš	se.	G Dunajská Streda	15.8						15.81
37. Flak	Juraj	se.	G BA Vazovova	15.6						15.60
38. Ďurák	Michal	3	G BST Lučenec	15.5						15.52
39. Sčensný	Jozef	se. B	G Nitra	6.7	0.5	3.0	1.0	2.5		15.06
40. Mánik	Tomáš	3 C	G BST Lučenec	14.6						14.64
41. Salajka	Lukáš	3 A	SPŠ IG	13.7						13.72
42. Santusová	Iva	3 C	G VPT Martin	8.1	1.0	1.0	0.8	1.0		12.84
43. Dravecky	Pavol	3 IB	G BA J. Hronca	12.5						12.49
44. Kramarič	Michal	3 C	G BA I. Horvátha	12.1						12.08
45. Ploszek	Tomáš	3 D	SPŠE Pieštany	12.0						11.98
46. Majorošová	Gabriela	3 A	G Veľké Kapušany	9.4	-	0.5	0.5	1.5	-1	11.58
47. Galovič	Marián	4 B	G Kurzweise-Eisenstadt	11.5						11.50

48. Pikna	Peter	3 D	G BA Metodova	6.8	0.5	0.5	1.0	2.5	-1	11.38
49. Kuruc	Pavol		G Želiezovce	10.3						10.25
50. Kamenská	Katarína	3 C	G VPT Martin	8.1	0.5	1.5	0.5	-	-1	10.24
51. Makovníková	Zuzana	3 D	G Žilina Hlinská	10.0						10.00
52. Lauko	Martin	se. A	G JL Martin	10.0						9.97
53. Vavrovič	Juraj	3 A	G Piaristické Nitra	9.9						9.91
54. Žák	Vladimír	3 A	G LS Bardejov	7.9						7.91
55. Vontorčíková	Lenka	3 C	G VPT Martin	7.8						7.82
56. Haizer	Ľudovít	ok.	G BA sv. Uršule	7.5						7.50
57. Varga	Matej	2 B	Evanjelické gym. BA	7.3						7.26
58. Rybár	Jozef	ok. B	G BA sv. Uršule	7.0						7.00
59. Vančo	Tomáš	3		6.7						6.70
60. Boháčová	Iveta	3 C	G VPT Martin	6.6						6.61
61. Patáčík	Ivan	3 C	G Partizánske	6.3						6.34
62. Franček	Igor	3	G Žilina Hlinská	5.5	0.5	1.0	0.5	1.0	-3	6.22
63. Trtílek	Radovan	3 C	G VPT Martin	5.3						5.31
64. Oceľák	Michal	4 AB	G KE Šaca	2.0						2.00
65. Breuer	Tomáš	3 E	SPŠE Piešťany	0.0						0.00
66. Bellanová	Jana	3 E	G Žilina Hlinská	2.5	0.5	0.5	0.5		-5	-0.54

No a opäť sú tu Vianoce!

Tak sme to zase raz dotiahli do šťastného konca. Tretia séria je za nami, Vianoce, nový rok za dverami, i sústredenie za dverami. Užite si sviatky v zdraví, tešte sa z teplých ponožiek a papúč pod stromčekom, opadaného ihličia, snehuliaka na dvore. No a v novom roku Vám želáme všetko dobré. Napríklad lákavé a chutné zadania prvej série FKS (na našej stránke už v januári!), skvelé sústredenie na Dobrej Vode, ako aj všetky ostatné veci, ktoré stoja za to. Tak nech sa darí,

vaše **FKS**.