FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

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

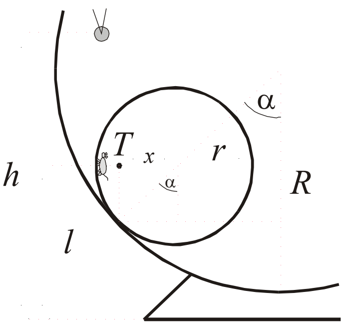
www.fks.sk

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

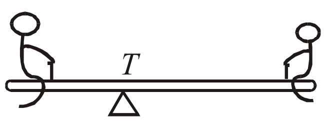
B – 3.1 Myš(ka) (opravoval Stano)

Vo vnútri upevneného valca je menší valec (so zanedbateľnou hmotnosťou) a v ňom Myš(ka). Ako každá myš, aj tá naša vie veľmi rýchlo utekať. Vďaka jej ostrým pazúrikom dokáže roztočiť malý valec, ktorý sa potom pohybuje po stene väčšieho. Šmykové trenie medzi valcami je veľmi veľké. Jej dobrí priatelia zvyknú do valca zavesiť nejaké to papanie (niekam do výšky h = R/5). Zistite, akú najmenšiu hodnotu musí mať hmotnosť vnútorného valca m, aby mala Myš(ka) šancu najesť sa – teda dostať sa do výšky h nad podložkou. Polomer vnútorného valca je R/3. Hmotnosť Myšky je M, na stene malého valca sa pritom dokáže udržať maximálne vo zvislej polohe (nevie teda sedieť na jeho hornej polovici).

Mnohým z vás sa nepozdávalo zadanie tohto príkladu a svoju nespokojnosť ste aj patrične vyjadrili vo svojich riešeniach. Keď sa naň však človek pozrie bližšie zistí, ... že tomu naozaj tak je. Toto zadanie bolo naozaj zlé. Hmotnosť malého valca ste skutočne nemali zanedbávať (na čo väčšina z vás prišla), ale čo je najhoršie jedlo nemalo byť vo výške 1/5 *R* ale vo výške 6/5 *R* (vskutku nešťastný preklep ☹). Riešenie úlohy sa potom rapídne zmení, čo nakoniec uznáte sami. Čo sa týka obrázku ani ten nie je na tom najlepšie, nesedí ani jeden pomer výšok. Prihliadnuc na toto všetko sa vám všetkým ospravedlňujeme. Hlavne tým čo strávili bezsenné noci nad naším „nie príliš podareným“ zadaním ☺. Čo dodať. Snáď už len vzorové riešenie, ak nezanedbávame hmotnosť malého valca, ak je jedlo vo výške h = 6/5 R a ak sa nenecháme obalamutiť obrázkom.



Na celý problém sa dá pozerať dvomi spôsobmi. Prvý spôsob vychádza z toho, že máme lenivú dobre kŕmenú a tým pádom aj málo pohyblivú myšku. Naša myška (ako bolo v zadaní správne napísané), sa môže udržať nanajvýš na kolmej stene, teda v malom valci sa dostane najviac do výšky jeho polomeru. Takže keď sa myška presunie ku kraju valca, ten sa pod jej váhou otočí vo veľkom valci tak, aby spoločné ťažisko *T* malého valca a myšky bolo presne nad bodom dotyku malého a veľkého valca (pozri obr.).



Je to presne analogická situácia ako s hojdačkou. Ťažší Jano si sadne na jeden koniec a ľahší Janko na druhý, ak chceme aby sa hojdačka nenakláňala, musíme ju podoprieť bližšie k Janovi. Presnejšie pod ich spoločné ťažisko.

S našou myškou je to teda to isté. Ak je myš veľmi ťažká, alebo malý valec veľmi ľahký, bude ich ťažisko takmer v ťažisku myšky. A tým akoby myška malý valec vôbec necítila. Naopak ak bude myška veľmi ľahká, alebo malý valec veľmi ťažký, bude ich ťažisko takmer v ťažisku malého valca. A nech sa naša myška snaží akokoľvek, s malým valcom to nepohne.

Pozrime sa teraz do akej výšky l sa dostane naša myška. Ak si dobre pozriete obrázok, hneď zistíte, že to je: $(R - R \cos \alpha) + r \cos \alpha = l$. Ak uvážime, že $r = R/3$, tak po malom trápení dostaneme: $3/2\ (1 - l/R) = \cos \alpha$.

Uhol α závisí od hmotností malého valca a myšky. Ak sa však lepšie pozrieme na posledný vzťah, zistíme, že výška l, do ktorej sa naša myška dostane, nemôže byť väčšia ako polomer veľkého valca, lebo kosínus uhla α nemôže byť záporný, ak je α od 0 do 90 stupňov. Teda ak zavesíme jedlo do výšky 6/5 R, myška ho nemôže dosiahnuť.

To je však len v prípade, že je veľmi málo pohyblivá. Ak je vyšportovaná a vie rýchlo utekať, môže sa jej to podariť. Tu sa dostávame k druhému pohľadu na celé riešenie. Myška sa môže vyštverať do nejakej výšky horeuvedeným spôsobom a potom môže rýchlo utekať na opačný koniec veľkého valca. Tým dodá valcu nejakú dodatočnú energiu, pomocou ktorej sa valec dostane do väčšej výšky ako v statickom prípade. Ak má myška dostatočný výkon, môže dostať valec do ľubovolnej výšky. V podstate môže šikovná myška valček rozkmitať až k úplnému loopingu. Tu treba dodať, že vďaka veľkému šmykovému treniu sa môže malý valec točiť ľubovoľne rýchlo, bez prešmykovania.

Niektorí z vás sa pozastavovali nad faktom, že nie je jedno, či bude jedlo zavesené vo výške h pri kraji veľkého valca alebo bližšie ku stredu. Na to sme pravdaže pri zadávaní nemysleli. Ak však berieme do úvahy aj túto možnosť, je zjavné, že v prípade málo pohyblivej myšky sa môže stať, že sa síce myška dostane do požadovanej výšky, ale k jedlu ešte nie. Ak je však dostatočne pohyblivá, môže sa dostať na ľubovolné miesto. Stačí ak rozhýbe malý valec správnou rýchlosťou a potom sa šikmým vrhom dostane kam chce. To sú však už veľmi extrémne úvahy.

Nakoniec už len pár slov k bodovaniu. Bodovala sa v podstate každá dobrá myšlienka. Ak ste teda nejako pochopili zadanie a potom ste ho vyriešili, zobral som to ako dobré riešenie. Jediné čo som nebral do úvahy, je odpoveď typu: *V zadaní je napísané, že hmotnosť valca je zanedbateľná, a teda niet čo počítať.* Ste predsa dostatočne inteligentní na to, aby ste pochopili, že sa niekto pomýlil a že to tak nemohlo byť myslené. Celkovo však riešenia dopadli dobre. Ak sa už niekto pustil do riešenia (nech pochopil zadanie ľubovoľným spôsobom), viac či menej ho vyriešil správne.

B – 3.2 Ďalekohľad (opravoval Cyril)

Ak pri ceste autom na mieste spolujazdca pozorujete cestu pred sebou ďalekohľadom, zdá sa vám, že cesta pred vami ubieha oveľa pomalšie. Vypočítajte, koľkokrát sa cesta „spomalí“ v závislosti od parametrov ďalekohľadu.

Tento príklad vám celkom išiel, aj keď som to veľmi nečakal. Aby však zostal vlk sýty aj koza celá, uvediem dve riešenia tohto príkladu. Pri jednom využijem svoj sedliacky rozum a pri druhom fyziku (optiku). Keďže som sedliak už od pätnástich a sedliacky rozum mám fajne vyvinutý, vyjde to dobre oboma riešeniami. Ta podzme na to:

Sedliacky:

Majme ďalekohľad, ktorý zväčšuje obraz napr. 10-krát. Je to v podstate to isté, ako keby sa obraz 10-krát priblížil a nezmenil svoju veľkosť. Možno sa vám to nezdá, ale váš mozog to tak vyhodnotí. Takže ak ideme v aute a sledujeme napríklad strom, ktorý je 100 metrov ďaleko, nám sa vidí, že je len 10 metrov ďaleko. Pri bežných rýchlostiach auta (okolo 20 ms^{-1}, teda 72 $km.h^{-1}$) minieme strom za 5 s. Všetko sa zdá v poriadku až na to, že pri pohľade ďalekohľadom sme “prešli” len 10 m a teda naša rýchlosť “je” 2 ms^{-1} (10/5) teda 7,2 $km.h^{-1}$, čo je rýchlosť takej rýchlejšej chôdze a z pochopiteľných dôvodov je to presne 10-krát menej ako skutočná rýchlosť. Teda ak ďalekohľad zväčšuje n-krát, všetky rýchlosti, ktoré majú smer nášho pohľadu (alebo opačný, t.j. idú priamo k nám alebo priamo od nás) sú n-krát menšie. Samozrejme, že tento výsledok nezávisí od konkrétnej vzdialenosti stromu alebo rýchlosti auta. To sme len využili, že sedliacky rozum pracuje vždy s konkrétnymi číslami a všeobecné výsledky dosiahne sedliackou indukciou, ktorú snáď každý sedliak volá nesprávne *dedukcia*.

Fyzikálne:

V skutočnosti ďalekohľad veci n-krát zmenšuje a n^2-krát približuje, čo v konečnom dôsledku zväčší n-krát uhol, pod ktorým predmety pozorujeme (teda tangens tohto uhla, ale rátame s malými uhlami, takže je to jedno). Toto uhlové zväčšenie, ktoré sa udáva na ďalekohľade ako prvé z dvoch čísel (napr. 8×22), náš mozog vníma ako priblíženie predmetu n-krát. Teda predmet, ktorý je vo vzdialenosti s my vnímame vo vzdialenosti s/n. A ak sa k tomuto predmetu približujeme rýchlosťou v minieme ho za čas

$$t = \frac{s}{v},$$

ale pri pohľade ďalekohľadom sa nám zdá, že dráha je len s/n, čas sa nezmenil, teda rýchlosť sa nám musí zdať

$$v = \frac{s}{nt} = \frac{v}{n}.$$

Teda rýchlosť auta sa pri pohľade ďalekohľadom „spomalí“ n-krát. Vyšlo to rovnako, koniec!

B – 3.3 Jupiter (opravovala Rebro)

Verte – neverte, v okamihu, keď sa Jupiter pri pohľade zo Zeme na oblohe bude javiť presne oproti Slnku, sa stane strašná vec. Zmizne Slnko i všetky planéty okrem Zeme a Jupitera. Zem si bude musieť nájsť novú dráhu, po ktorej môže obiehať. V ohnisku tejto novej dráhy bude Jupiter. Aký dlhý bude náš „nový rok“?

Tak milí moji, tu je vzorák, ktorý som väčšine z vás spomínala v ich riešení. Na úvod, pre niektorých z vás bol trošku problém určiť postavenie planét v tom osudnom okamihu. Predstavte si, že ste Malý princ a stojíte na svojej maličkej planéte, pozriete sa doľava a tam uvidíte Jupiter, pozriete doprava a tam Slnko. A teda okamih spomínaný v zadaní nastane, keď Jupiter, Zem a Slnko bude v jednej priamke, v tomto poradí.

Popíšme si teraz, čo všetko vieme vyčítať z tabuliek. Poznáme hmotnosti Slnka, Jupitera i Zeme. Vieme, že priemerná vzdialenosť Zeme od Slnka je 1 AU = 149597870 km, priemerná vzdialenosť Jupitera od Slnka je 5,2 AU, a teda vzdialenosť Zeme od Jupitera v tom našom osudnom okamihu bude 5,2 AU – 1 AU = 4,2 AU. Priemerná obežná rýchlosť Zeme okolo Slnka je 30 km/s. Priemerná obežná rýchlosť Jupitera okolo Slnka je 13 km/s. Tieto si môžeme vypočítať napríklad takto: planéty obiehajú okolo Slnka po elipsách málo odlišných od kružníc, v podstate môžeme ich dráhy považovať za kružnice. Vieme polomer kružnice, obežnú dobu (z tabuliek), $v = 2\pi r / T$.

Tak a teraz necháme Slnko zmiznúť, čáry, máry a už ho niet. Máme len Jupiter a Zem. V tom okamihu bude rýchlosť Zeme i Jupitera mať rovnaký smer, prenesieme sa do sústavy Jupitera, Jupiter bude akokeby stáť a Zem sa vzhľadom naň bude pohybovať rýchlosťou v_1 = 30 km/s – 13 km/s = 17 km/s. Väčšina z vás si povedala: „Nuž platí prvý Keplerov zákon, ktorý som už vyššie spomínala, tak si poviem, nejak sa to utrasie a Zem začne krúžiť okolo Jupitera.“ Ale vo vesmíre sa nič len tak samo od seba neutriasa. Prečo by inak kozmonauti v beztiažovom stave len tak poletovali a každá vec, do ktorej len jemne ťuknú, letela pekne krásne v danom smere a nezastavila sa? Ak by sa teraz Zem mala pohybovať okolo Jupitera po kruhovej dráhe muselo by platiť:

$$F_{od} = F_G \quad \text{t.j.} \quad \frac{M_Z v_1^2}{r_{ZJ}} = \mathrm{G}\frac{M_Z M_J}{r_{ZJ}^2}, \tag{1}$$

kde r_{ZJ} je vzdialenosť Zeme od Jupiter a G je gravitačná konštanta, známa ako kapa. Ale ak si dosadíme číselné hodnoty, zistíme, že rovnať sa to určite nerovná. Mnohí z vás rýchlosť nemenili, ale povedali si, že tá vzdialenosť Jupiter-Zem sa časom upraví, tak vyššie spomínaný vzorec platil. Ale to nemožno, vo vesmíre sa nič neutriasa.

Tak, po kružnici to nebude. Pozrime sa bližšie na ďalšie Keplerove zákony. Prvý zákon hovorí, že planéty sa pohybujú po elipsách, málo odlišných od kružníc. Ale tie kružnice súvisia s tým, že Slnko je oveľa, oveľa hmotnejšie ako ostatné planéty. Jupiter je len 317,9-krát hmotnejší ako Zem, a tým pádom elipsa prestane byť celkom slušná kružnica a stane sa obyčajnou elipsou. Druhý Keplerov zákon hovorí, že tzv. plošná rýchlosť je konštantná, resp. plocha opísaná sprievodičom za jednotkový čas je konštantná. Zvolím si dva význačné body, analogicky s pohybom Zeme okolo Slnka ich nazvem perijupiterium a aféjupiterium, t.j. najvzdialenejší a najbližší bod k Jupiteru, ktorý sa nachádza v ohnisku dráhy. Obrázok nenakreslím, veď ste ho určite už všetci videli. Sú tam dva skoro trojuholníky s rovnakým obsahom (nasledujúce vzorčeky by mali byť podelené dvojkou).

$$s_1 \cdot d_1 = s_2 \cdot d_2 \qquad \text{a} \qquad v_1 \cdot t \cdot d_1 = v_2 \cdot t \cdot d_2, \tag{2}$$

kde s_1, s_2 sú prejdené dráhy, d_1, d_2 sú vzdialenosti spomínaných bodov od ohniska, v ktorom je Jupiter, pričom $d_1 = r_{ZJ}$.

A ešte môžeme použiť zákon zachovania energie, lebo ani vo vesmíre sa energia nestráca. Celková energia Zeme v perijupiteriu sa rovná celkovej energii v aféjupiteriu. A teda:

$$\frac{1}{2} M_Z v_1^2 - \mathrm{G}\frac{M_Z M_J}{d_1} = \frac{1}{2} M_Z v_2^2 - \mathrm{G}\frac{M_Z M_J}{d_2}. \tag{3}$$

Keď si z 2. Keplerovho zákona vyjadrím, že $v_2 = v_1 \cdot d_1 / d_2$ a dosadím do Zz energie a trocha sa pohrám, čo nechám na vás, dostanem dva korene, t.j. dva body na elipse. Jedným je $d_1 = d_2$ (bod, v ktorom sa nachádza Zem v osudnom okamihu) a druhý bude

$$d_2 = \frac{d_1}{\frac{2\mathrm{G}M_J}{d_1 v_1^2} - 1}. \tag{4}$$

Dosaďte si číselné hodnoty a zistíte, že menovateľ v zlomku je záporný. Tým pádom d_2 je záporné a to je divné, vzdialenosti poznáme len kladné. Čo teraz? Kdesi je zrada. Nevyzerá to ani na elipsu.

Poďme sa pozrieť na to kdesi. Vypočítajme si kinetickú a potenciálnu energiu Zeme v sústave Jupitera v osudnom okamihu, keď Slnko zmizne.

$$E_k = \frac{1}{2} M_Z v_1^2 = 8.6 \cdot 10^{32} \qquad\qquad E_p = \mathrm{G}\frac{M_Z M_J}{r_{ZJ}} = 1.2 \cdot 10^{30}$$

Zem má teda stokrát väčšiu energiu kinetickú než energiu potenciálnu. Čo to znamená ? Nuž ak má teleso v radiálnom gravitačnom poli iného (väčšieho) telesa (nazvime ho tyran) $E_p > E_k$ a kinetická energia nie je nulová, bude teleso obiehať okolo väčšieho po kružnici abo elipse. Ak sa energie rovnajú bude sa naše teleso od tyrana vzďaľovať po parabolickej dráhe až nakoniec zastane a zostane stáť, ak samozrejme cestou nenatrafí na nového tyrana. No a keď je $E_p < E_k$, teleso od tyrana uletí po hyperbolickej dráhe až.....to slovo znie hrozne, ale až do nekonečna. A to je náš prípad. Rýchlosť Zeme, t.j. jej kinetická energia je príliš veľká vzhľadom na potenciálnu energiu, resp. silu akou ju môže pútať Jupiter. Mnohí z vás si povedali, že Zem si ponechá svoju rýchlosť, zmení len nejako vzdialenosť od Jupitera, tak aby sedel vzťah (1). Ale to nejako nefunguje, Zem sa nezastaví, neporozmýšľa, čo teraz, proste si to namieri kam ju srdce ťahá, či skôr kam ju fyzikálne zákony ťahajú.

A ešte pár slov k 3. Keplerovmu zákonu. T^2 / a^3 je konštanta len dovtedy, kým sa nezmení centrálne teleso, okolo ktorého všetci ostatní obiehajú. Keď si dáte dokopy vzťah (1), zanedbáte, že pohyb telies je eliptický a budete sa tváriť, že je kruhový, t.j. veľkosť hlavnej poloosi je vlastne veľkosť polomeru kružnice $a = r$ a obežná doba bude $T = 2\pi r / v$ kde v je obežná rýchlosť, dostaneme 3. Keplerov zákon

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{\mathrm{G}M_c},$$

kde M_c je hmotnosť centrálneho telesa, nie vždy je to naše Slniečko.

A nakoniec – trojčlenka je *fajn*, ale spústa vecí vo fyzike nezávisí od seba lineárne, a teda nedá sa počítať trojčlenkou.

B – 3.4 Hrebeň (opravovala Lucia)

Nejakým vhodným spôsobom zelektrizujte hrebeň. Ak si teraz pustíte vodu (tak aby tiekla čo najtenším súvislým prúdom) a priblížite k nej už zelektrizovaný hrebeň, prúd vody sa vychýli. Napíšte prečo, a ktorým smerom. Aké problémy by vznikli, keby ste chceli z odklonenia prúdu vypočítať náboj na hrebeni? Ako by sa dali tieto problémy odstrániť?

Na začiatok by som spomenula pár slov smerom k vašim riešeniam. Páčilo sa mi, že ste sa pokúšali experimentovať s hrebeňom a vlasmi. A naozaj ste písali to, čo sa vám podarilo vidieť. Avšak trošku ma mrzí, že tých nameraných údajov až tak veľa nebolo. Napríklad ste písali o tom, ako ťažko je vzdialenosť hrebeňa od prúdu vody zmerať. Ja som to skúšala s trojuholníkovým pravítkom a celkom sa mi darilo. Bolo pekné, že ste sa zamýšľali aj nad vecami, ktoré mohli mať vplyv na vychýlenie tečúcej vody. Príkladom sú začiatočná rýchlosť vody z kohútika alebo rôzne prímesi (napríklad chlór), ktoré voda obsahuje. Poďme sa teda na všetko pozrieť spolu.

Aby sme vedeli, čo s čím súvisí, rozoberme si najprv to tajuplné pôsobenie voda – hrebeň. Aj ja som si na začiatok pekne učesala vlasy. Tým som z nich vlastne nejaké elektróny preniesla na hrebeň a nabila ho záporne. Voľný záporný náboj sa po ňom mohol voľne hýbať. A ako to bolo s vodou? Vodu si môžeme predstaviť ako molekulu H_2O, kde kyslík má z dvoch strán naviazaný vodík, vodíky medzi sebou zvierajú uhol cca 104°, v priestore. (Údaj beriem od jedného riešiteľa, Janka.) Nakreslite si molekulu ako tri guličky pri sebe, jednu väčšiu a dve menšie. Určite si všimnete, že molekula má časť, v ktorej prevažuje kyslík a časť, v ktorej vyčnievajú vodíky. Vodíky svoj jediný elektrón poskytujú kyslíku, preto na tej vyčnievajúcej časti majú prevažne kladný náboj (od jadra). Kyslík elektróny od vodíkov prijíma, preto má náboj záporný. Keď je molekula ďaleko od hrebeňa, pôsobenie od oboch nábojov v nej sa vyrovná a navonok sa javí ako neutrálna. Keď však priblížime hrebeň k vode, molekuly vody sa natočia tak, že ich kladná časť (a teda vodíky) budú smerovať k záporne nabitému hrebeňu. Ako už iste tušíte, dve nesúhlasne nabité telesá sa priťahujú. A preto sa aj prúd vody natáča smerom k hrebeňu. Javu natáčaniu sa molekuly v elektrickom poli hovoríme polarizácia.

Poďme si teraz ukázať, aká veľká je asi elektrická sila, ktorá medzi hrebeňom a vodou pôsobí. Okrem príťažlivej sily medzi nábojom hrebeňa a vodíkmi pôsobí aj odpudivá sila medzi hrebeňom a kyslíkom, ktorá príťažlivé pôsobenie oslabuje! Preto výsledná elektrická sila pôsobiaca na jednu molekulu vody je

$$F_e = kQ\,(2e/r^2 - 2e/(r+d)^2)$$

Vo vzorci je Q náboj hrebeňa, r je vzdialenosť hrebeňa od vody, d je vzdialenosť, o ktorú je záporný náboj kyslíka posunutý oproti kladnému náboju vodíka, $d \approx 10^{-10}$ m (taká veľká je asi molekula), elementárny náboj $e = 1{,}6.10^{-19}$ C, $k = 9.10^9$ Nm^{2}C^{-2}. Na prúd vody pôsobí aj gravitačná sila. Tá na jednu molekulu s hmotnosťou $m_0 = 3{,}10^{-26}$ kg je

$$F_g = m_0 g.$$

Medzi oboma silami platí $F_e = F_g \operatorname{tg}\alpha$, kde α je uhol, pod ktorým tečie voda. Treba si ale dať pozor, že počiatočná rýchlosť vody z kohútika nemusí byť nulová. Preto na začiatku vidieť skôr oblúčik, pod ktorým sa stočí prúd.

Našim cieľom bolo odhadnúť náboj Q na hrebeni. Preň z predošlých vzťahov máme

$$Q = \frac{m_0 g}{2ek}\frac{r^2(r+d)^2}{d(2r+d)}\operatorname{tg}\alpha = \frac{m_0 g}{2ek}\frac{r^3}{2d}\operatorname{tg}\alpha = 5{,}1.10^{-7}\, r^3 \operatorname{tg}\alpha\,.$$

Použila som úpravu, $(r + d) = r$, pretože d je oproti r veľmi maličké. Pre určenie vzdialenosti r a uhlu α som si vyskúšala malý experiment. Trikrát som si prečesala vlasy a pri vychyľovaní vody zaznamenala:

	α_1	r_1[cm]	α_2	r_2[cm]	α_3	r_3[cm]
1.meranie	15°	5	20°	4	30°	3
2.meranie	5°	5	10°	4	20°	3
3.meranie	15°	5	25°	4	40°	3

(Hrebeň som ku vode približovala tak, že jeho zuby ležali kolmo na padajúci prúd.)

Potom som vypočítala priemerné hodnoty náboja Q pre každé meranie: $Q_1 = 1{,}2.10^{-11}$ C, $Q_2 = 0{,}5.10^{-11}$ C, $Q_3 = 1{,}5.10^{-11}$ C. Keby sme nepostupovali takto precízne, už len z toho, že sme si raz skúsili hrebeň k vode priblížiť, by sme mohli odhadnúť $r = 2$ cm a $\alpha = 20°$. Potom $Q = 0{,}2.10^{-11}$ C.

Je to dobre? Je to zle? Ako vidíme, náboj na hrebeni má hodnotu asi 10^{-11} C. A to je približne o dva rády menej, než by sa čakalo. Kde sa stala chyba? Na čo sme zabudli? V tenučkom prúde vody je veľa molekúl. (Koľko ich je asi v takom 1mm^3?) A tie pôsobia aj medzi sebou príťažlivými a odpudivými silami. Ak si predstavíme napríklad dve molekuly vody za sebou, obe natočené vodíkmi smerom k hrebeňu, zistíme, že príťažlivá sila nebude pôsobiť len medzi prvou molekulou (najbližšou molekulou k hrebeňu) a hrebeňom, ale aj medzi oboma susednými molekulami. Príťažlivý účinok hrebeňa sa tak zoslabí. Preto aj skutočný náboj, ktorý na hrebeni je, musí byť väčší. Aby sa nezmenila výchylka α. Môžete si skúsiť vypočítať, aký by bol náboj na hrebeni Q, keby sme elektrickú silu počítali ako $F_e - K$, kde K je konštanta. Nové Q bude oproti nášmu Q o niečo väčšie. Aké veľké je K závisí od vzájomného pôsobenia molekúl vody. Nedá sa presne určiť. Preto sa našim postupom nedá presne určiť ani náboj Q.

Jedným z riešení, ako by sme sa takémuto problému mohli vyhnúť, by bolo zapísať si odchýlku α pri vzdialenosti r a určiť náboj hrebeňa napríklad elektrometrom. Z nášho nového vzorca pre Q by sme potom ľahko určili K. To sa pri tom istom prúde vody veľmi nemení, takže každé ďalšie meranie náboja hrebeňa by sa zaobišlo aj bez elektrometra. Jednoducho by sme náboj Q určili zo vzorca s našou, už známou, konštantou K. Vylepšenie samotného merania, napríklad ako odčítať čo najpresnejšie uhol α nechám na vás.

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

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

	Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	②	B-3.1	B-3.2	B-3.3	B-3.4	☠	Σ
1.	Imriška	Jakub	1 A	G BA J. Hronca	36.2	-	6.0	5.0	3.0		51.51
2.	Štolcová	Jana	kv.	G Nitra Párovská	36.2	5.0	4.0	3.0	1.5		50.97
3.	Škrovinová	Katarína	kv.	G Nitra Párovská	31.4	5.0	4.5	3.5	3.0		48.40
4.	Dzetkulič	Michal	2 A	G PH Michalovce	33.0	5.0	2.0	4.0	2.5		46.50
	Sasák	Róbert	2 D	SPŠE Piešťany	32.0	5.0	4.5	3.0	2.0		46.50
6.	Hrdá	Marcela	kv.	G Turčianske Teplice	28.2	4.5	6.0	3.0	3.5	-1	44.99
7.	Molnárová	Katarína	2 D	G KE Šrobárova	25.8	5.0	6.0	5.0	2.5		44.30
8.	Duník	Matej	1 B	G VOZA	28.5	5.0	6.0	-	3.0		43.72
9.	Pôbišová	Zuzana	1 F	G BB Tajovského	25.4	5.0	6.0	4.0	2.5		43.55
10.	Kováč	Adrián	2 A	G PH Michalovce	25.8	5.0	4.5	5.0	2.3		42.55
11.	Savincová	Katarína	2 E	G PH Michalovce	28.8	3.0	5.5	3.0	2.0		42.30
12.	Simančík	František	sx.	G BA Grösslingova	31.5	0.0	6.0	2.0	2.3		41.75
13.	Lalinský	Ján	sx. A	G Varšavská cesta	27.3	5.0	-	3.0	4.0		39.30
14.	Molčány	Dušan	1 B	SPŠS BA Fajnorovo nábr.	28.2	5.0	-	3.0	1.0		38.71
15.	Gašparík	Peter	2 B	G AV Levice	20.8	5.0	6.0	4.0	2.5		38.30
16.	Komorovský	Marek	kv.	G Dubnica nad Váhom	27.5	5.0	3.0	0.5	1.5	-1	38.04
17.	Chotváčová	Katarína	kv. B	G KE Alejová 1	26.4	-	5.0	3.0	2.0		37.86
18.	Foltin	Miroslav	1 C	G Jána Hollého	22.4	2.0	6.0	3.0	2.3		37.00
19.	Džunko	Ján	sx.	G Spišská Stará Ves	22.5	2.2	2.0	3.0	2.0		31.70
20.	Novák	Ľubomír	1 B	G BA J. Hronca	20.0	5.0	-	2.0	3.0	-1	30.49
21.	Demín	Michal	1 B	G Nitra Golianova	28.7						28.69
22.	Veselovská	Lenka	kv.	G Liptovský Mikuláš	22.5	-	-	2.0	2.0		27.41
23.	Trnovcová	Zuzana	2 C	G BA J. Hronca	20.3	2.0	-	3.0	3.0	-1	27.30
24.	Struhár	Pavel	2 A	G BA J. Hronca	27.0						27.00
25.	Pettyová	Silvia	kv. B	G KE Alejová	20.9	1.5	0.5	1.5	2.0	-1	26.57
26.	Czókolyová	Eva	1 A	G Piešťany	14.6	-	6.0	3.0	1.3		26.37
27.	Hergelová	Beáta	1 B	G BST Lučenec	15.6	5.0	0.5	3.0	1.5	-1	26.11
28.	Ďurčík	Miroslav	1 C	G BST Lučenec	21.5	-	1.0	3.0	0.5	-1	26.03
29.	Regec	Mário	1 A	G PH Michalovce	14.4	2.0	6.0	1.0	1.0		25.87
30.	Uhrin	Tomáš	2 E	G PH Michalovce	19.3	3.0	1.0	-	2.0		25.30
31.	Šomodiová	Kristína	1 A	G Piešťany	15.9	2.5	2.0	0.5	1.5		23.67
32.	Hlavačiková	Jana	2 A	G BA Einsteinova	23.3						23.30
33.	Vojtko	Andrej	sx. A	G Skalica	18.5	0.5	2.0	-	1.5		22.50
34.	Rubovič	Peter	sx. B	G KE Alejová	19.3	-	1.0	0.5	2.5	-1	22.30
35.		Milan	sx. A	G BA Pankúchova	22.0						22.00
36.	Rajniaková	Gabča	sx.	G Liptovský Mikuláš	21.5						21.50
37.	Sojáková	Stanka	2	G BA J. Hronca	21.0						21.00
38.	Gottweis	Martin	1 B	G BA J. Hronca	20.0						20.03
39.	Kažmér	Ladislav	1 A	G Veľké Kapušany	16.6	-	-	2.0	1.5	-1	19.98
40.	Pápayová	Zuzana	1 A	G Veľké Kapušany	16.0	0.3	0.0	2.0	1.5	-1	19.75
41.	Kravec	Martin	1 A	G PH Michalovce	19.7						19.70
42.	Kissová	Marcela	1 A	G Veľké Kapušany	14.8	0.3	0.0	2.0	1.5	-1	18.48
43.	Lampášová	Júlia	sx.	G Považská Bystrica	17.5						17.50
44.	Kulík	František	2 E	G Humenné	12.5	-	1.0	2.0	2.0	-1	16.50
45.	Rušin	Michal	sx.	G Spišská Stará Ves	10.0	2.2	-	3.0	1.5	-1	15.70

46.	Kováč	Michal	kv.	G BA Grösslingova	11.2	-	0.5	2.0	1.5	-1	15.15
47.	Lázár	Tomáš	1 A	G Veľké Kapušany	12.7	0.3	0.0	-	1.5		14.96
48.	Přikrylová	Veronika	kv. A	OG ZA Varšavská cesta	11.9	-	1.0	0.5	0.5		14.42
49.	Schlosáriková	Eva	2 B	G Piešťany	14.0						14.00
50.	Rochová	Alica	kv.	G Banská Štiavnica	11.0	-	-	-	1.8		13.25
51.	Karasová	Barbora	1 B	G Púchov	11.2	0.5	2.0	0.5	1.0	-3	13.14
52.	Dolejšia	Edita	sx.	OG ZA Varšavská cesta	13.0						13.00
53.	Bruncko	Milan	2 C	G V.P.Tótha	7.8	-	1.0	3.0	1.0		12.80
54.	Malčická	Martina	kv.	G Banská Štiavnica	10.0	-	-	-	1.8		12.25
55.	Kanovszký	Michal	2 A	OG Štúrovo	11.0	0.0	1.0	0.5	0.5	-1	12.00
56.	Pašuth	Ondrej	1 A	G PH Michalovce	11.7						11.70
57.	Perešíni	Peter	1 F	G BB Tajovského	11.5						11.50
58.	Beňuš	Ondrej	2 A	G Štúrovo	10.0	0.0	0.5	0.5	0.5	-1	10.50
59.	Holičková	Ivana	kv.	G Banská Štiavnica	7.9	-	-	-	1.8		10.12
60.	Jandošeková	Alexandra	2 A	OG Štúrovo	9.5						9.50
61.	Máčaiová	Zuzana	1 A	OG Štúrovo	8.6						8.58
62.	Leová	Iveta	4 G	G VPT Martin	8.1						8.13
63.	Kuchta	Miroslav	3 A	Evanjelické gym. BA	6.91						6.91
64.	Krajčírovič	Michal	kv. B	G Trnava Hollého	6.9						6.88
65.	Táborský	Roman	1 C	G BA J. Hronca	6.1						6.13
66.	Vasilová	Elena	kv.	G Sabinov	4.3						4.31
67.	Nagy	Jakub	8 C	ZŠ-Požiarnicka	2.8						2.77
68.	Kabát	Lukáš	1 D	SPŠE Piešťany	2.2						2.17
69.	Kubová	Miška	2 A	G Vrbové	3.5		0.5	0.5	0.5	-3	2.00
70.	Šaturová	Zuzana	2	G BA Einsteinova	2.0						2.00
71.	Molnárová	Zuzana	kv.	OG KE Alejová	0.8						0.77
72.	Machajdová	Katarína	2 C	G V.P.Tótha	0.5						0.50
73.	Taploová	Arikó	1 A	OG Štúrovo	-0.4						-0.35
74.	Melegová	Jazmína	1 A	OG Štúrovo	-5.5						-5.46

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**.