



Fyzikálny korešpondenčný seminár

30. ročník, 2014/2015

FKS, KTFDF FMFI UK, Mlynská dolina, 84248 Bratislava

e-mail: otazky@fks.sk

web: <http://fks.sk>

Zadania 3. kola letnej časti 2014/2015

Termín: 27. 04. 2015

B0 – Lenivé rána (9 bodov)

Kaja je lenivá si každé ráno robiť raňajky. Preto má vždy na polici v dóze zásobu zapekaného müsli. Z dlhoročných skúseností vie, že keď ho do dózy nasype a potom ňou zatrasie, trocha miesta sa uvoľní a môže dosypať zvyšok sáčku. Viete to vysvetliť?

Ďalej vie, že keď to s tým trasením preženie, najväčšie hrudy sa usadia na vrchu a najmenšie naspodku. Prečo sa to deje? Nemali by najväčšie, a teda najťažšie hrudy klesať nadol?

B1 – Kazisvet (9 bodov)

V Číne v provincii Fei Kai Sen sa počas dynastie A Du Schik mladý úderník Du Schan jedného dňa rozhodol, že sa vydá na pravidelný večerný trh. Do oka mu padol tzv. „Čínsky kompas“¹. Ten funguje nasledovne. Ide o dvojkolesový vozík, ktorý človek môže ťahať, prípadne tlačiť. Na vrchu vozíka sa nachádza socha čínskeho mysliteľa Ju La, ktorá udáva smer na juh.



Obr. 1: Ju Lo - vždy ukazujúci na juh.

Kolesá vozíka sú spojené komplikovaným systémom prevodov², ktoré zabezpečujú, že Ju Lo vždy ukazuje na juh. Du Schan celý natešený, že práve tento vynález mu zmení život, sa

¹http://en.wikipedia.org/wiki/South-pointing_chariot

²<http://goo.gl/eKo64s>

Generálny partner



Partneri



PosAm



Mediálny partner



rozhodol u obchodníka Lu Kafa tento vozík kúpiť. O niekoľko mesiacov neskôr ho však prišiel reklamovať, pretože Ju Lo už neukazoval na juh. Akými spôsobmi mohol mladý úderník Du Schan pokaziť vozík obchodníka Lu Kafa tak, aby už neukazoval na juh? Vymyslite aspoň tri rôzne spôsoby.

B2 – Zakúrme si (9 bodov)

Čajka s Dušanom si na zimnej lyžovačke chcú zakúriť v horskej chate. Dušan však začal tvrdiť, že by nemali kúriť a mŕňať tak zbytočne drevo. Odôvodňoval to tak, že vnútorná energia plynu v chate sa aj tak zmeniť nemôže. (Vnútorná energia plynu závisí od teploty a počtu častíc ako $U = \frac{3}{2}NkT$.) Čajka naňho začala namrzene kričať, že ona zmrznúť nechce. Odvolávala sa na zdravý rozum. Veď kúriť sa určite oplatí, lebo tým zvýšime teplotu v miestnosti. Prečo inak by to robili?

Rozhodnite, kto a prečo má pravdu, resp. vysvetlite v čom je situácia paradoxná. Môžete predpokladať, že pre vzduch platí stavová rovnica $pV = NkT$, kde p je tlak vzduchu v miestnosti, V je objem miestnosti, N je počet častíc plynu, T je teplota a k je tzv. Boltzmanova konštanta. Nebojte sa rozmýšľať nad príkladom skôr ako v deň série. Potom ho zvládnete vyriešiť, aj keď ste sa s termodynamikou v škole ešte nestretli :).

B3/A1 – Dokonalé osvetlenie (9 bodov)

Zuzka si nedávno vymenila na intráku starú žiarovku za nový, ekologickejší, zdroj osvetlenia. Akosi sa jej však nepozdávala „farba“ osvetlenia, a preto poprosila vás, aby ste jej pomohli určiť, ako vyzerá spektrum rôznych zdrojov svetla. Áno, toto je experimentálka! Na tejto adrese³ nájdete návod, ako si doma postaviť spektrometer. Urobte tak! Následne sa pokúste odfotiť spektrum čo najväčšieho množstva rôznych druhov zdrojov osvetlenia (klasická žiarovka, žiarivka, LED lampa, atď.)⁴. Spolu s odfotenými spektrami nám pošlite aj základné informácie o zdrojoch osvetlenia, ktoré ste skúmali. Pozor, to nie je všetko! Na tejto adrese⁵ si môžete vami získané spektrá nechať zanalyzovať. Ako kalibráciu môžete použiť napríklad sodíkovú výbojku, ktorá má presne určenú typickú spektrálnu čiaru. Pomocou tohto nástroja sa pokúste vytvoriť závislosť relatívnej intenzity od vlnovej dĺžky pre vaše zdroje osvetlenia. Pokúste sa aj (kvantitatívne) odhadnúť chyby merania. Najkrajšie spektrá budú odmenené špeciálnou cenou!

B4/A2 – Svetelná komunikácia (9 bodov)

Vladko má kamarátov po celom sídlisku. A keďže býva v paneláku na kopci, mnohým z nich vidí do okien. V rámci dobrých susedských vzťahov sa po nociach baví „svetelnou komunikáciou“. Z bežného domáceho haraburdia vyhrabal zelené laserové ukazovadlo s výkonom 5 mW, výstupným priemerom lúča 1 mm a rozbiehavosťou 1 mrad. Z akej najväčšej vzdialenosti môže vidieť bodku svetla na matnom bielom povrchu? A v akej najväčšej vzdialenosti uvidí kamarát svetielko, keď mu Vladko zasvieti do oka⁶?

³<http://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf>

⁴Pozor, nepozerajte sa spektroskopom priamo do Slnka!

⁵<http://spectralworkbench.org/>

⁶Toto vážne NIE JE experimentálka. Ak to silou-mocou chcete vyskúšať, 200 metrov je minimálna rozumná vzdialenosť.

A3 – Záhadne rakety (9 bodov)

Náš Fest Kozmický Superprogram má veľký problém. Chystali sme sa totiž vypustiť do vesmíru raketu. Lenže pri prerátaní spotreby paliva nám vyšlo, že by sme porušili niektoré všeobecne záväzné nariadenia. Konkrétne zákon zachovania energie.

Uvažovali sme nejako takto. Termodynamický výkon je definovaný ako množstvo energie uvoľnenej v chemickej reakcii za jednotku času. Mechanický výkon je časová zmena celkovej mechanickej energie, alebo tiež sila násobená rýchlosťou. Náš raketový motor spaľuje palivo stálym tempom, takže jeho ťah musí byť určite konštantný. Zato rýchlosť rakety neustále narastá – ak teda pôsobíme rovnakou silou pri čoraz väčšej rýchlosti, po nejakom čase môže dôjsť k tomu, že mechanický výkon rakety presiahne termodynamický. Je to naozaj možné, alebo sme niekde v úvahe spravili chybu?

Žiadne iné sily (odpor vzduchu, Coriolisova sila, zlomyseľní mimozemšťania s veľkým magnetom...) na raketu nepôsobia. Pre jednoduchosť uvažujeme homogénne tiažové pole.

A4 – Interstelárna (9 bodov)

Andrej si v zime, mimo práce na novom urýchľovači okolo Matfyzu, krátil dlhé večery pozorovaním nočnej oblohy. Kde tu znenazdajky objavil dvojhviezdu.⁷ Andrejovi sa podarilo o dvojhviezde s pracovným názvom “Jajko” získať pomerne dosť informácií, no bohato by mu stačilo vedieť, ako ďaleko sa “Jajko” nachádza od jeho maličkosti.

Andrej zistil nasledujúce údaje. Perióda obehu hviezd okolo spoločného ťažiska $T = 86\,400$ s, $m_1 = 4,45$ a $m_2 = 12,5$ sú zdanlivé hviezdne veľkosti⁸ a taktiež si odmeral, že dvojhviezdu vytína na oblohe maximálny uhol $\alpha = 7,76 \times 10^{-6}$ rad. Pre jednoduchosť môžete predpokladať, že hviezdy obiehajú okolo svojho spoločného ťažiska po kruhových dráhach.

Andrej si na určenie vzdialenosti dvojhviezd našiel v jednej múdrej knižke nasledujúci algoritmus:

- (i) Najprv hmotnosti oboch hviezd položíme rovné hmotnostiam Slnka.
- (ii) Z hmotností hviezd a periódy obehu na základe Newtonových zákonov určíme maximálnu vzdialenosť a hviezd medzi sebou.
- (iii) Na základe vzdialenosti a a uhlu α si vypočítame vzdialenosť dvojhviezdy d od Andreja.
- (iv) Túto vzdialenosť d následne použijeme na nový odhad hmotnosti hviezd, a to tak, že si z relatívnych hviezdnych veľkostí vypočítame ich svietivosť. Na tento výpočet môžete použiť tento vzorec⁹.
- (v) Zo svietivosti hviezdy použitím vzťahu medzi hmotnosťou hviezdy a jej svietivosťou¹⁰ získame lepší odhad ich hmotností a vrátime sa k bodu 2.

Tento postup opakujeme, kým rozdiel v hodnote d je medzi dvomi iteráciami vyšší ako jedno percento. Pri riešení tejto úlohy vysoko odporúčame využiť nejaký tabuľkový procesor alebo vaše programátorské schopnosti.

⁷“Dvojhviezda” je systém, kde dvojica hviezd obieha okolo spoločného ťažiska.

⁸http://en.wikipedia.org/wiki/Apparent_magnitude

⁹http://en.wikipedia.org/wiki/Luminosity#Magnitude_formulae

¹⁰http://en.wikipedia.org/wiki/Mass%E2%80%93luminosity_relation