



# Fyzikálny korešpondenčný seminár 30. ročník, 2014/2015

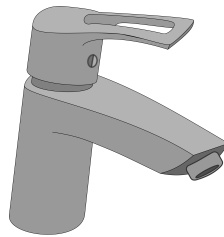
FKS, KTFDF FMFI UK, Mlynská dolina, 84248 Bratislava  
e-mail: [otazky@fks.sk](mailto:otazky@fks.sk) web: <http://fks.sk>

## Zadania 2. kola zimnej časti 2014/2015

Termín: 27. 10. 2014

### B0 – Vodovodná (9 bodov)

Keď si Samo išiel umyť ruky po tom, čo sa chytil špinavých trubiek v MHD, zamyslel sa nad kúpeľňovým kohútikom v ich dome. Bola to taká tá klasická, v Európe štandardizovaná zmiešavacia vodovodná batéria, ktorá určuje pomer prítokov teplej a studenej vody podľa toho, ako veľmi ju určitým smerom natočíme. Predpokladajte, že pomer teplej a studenej vody je priamo úmerný natočenému uhlu.



Obr. 1: Vodovodná batéria

O koľko stupňov a ktorým smerom musí Samo natočiť batériu a pustiť vodu tak, aby mala príjemnú teplotu  $t = 30^\circ\text{C}$ ?

Predpokladajte ideálne zmiešavanie studenej vody s teplotou  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  a teplej vody s teplotou  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Batéria sa dá natočiť maximálne o  $90^\circ$  doľava (kedy tečie len teplá voda) alebo o  $90^\circ$  doprava (vtedy tečie len studená voda).

### B1 – Vytlačač mydla (9 bodov)

Keď si už Samo konečne namiešal vodu správnej teploty, chcel zničiť baktérie na svojich rukách tekutým mydlom. Rýchlym šmahnutím ruky tresol po hlave pumpičky,

Seminár podporujú:

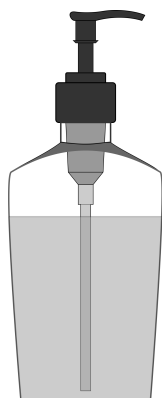


iuventa



Mediálny partner:



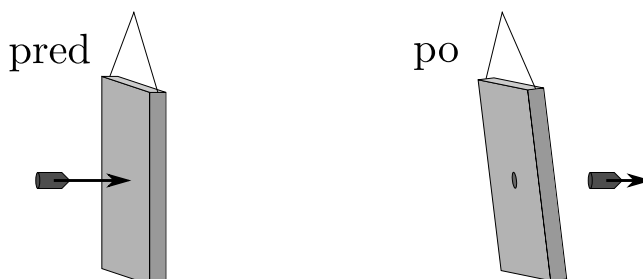


Obr. 2: Pumpička na tekuté mydlo

a mydlo vystreklo von. Popíšte uvedené zariadenie a vysvetlite, prečo je Samo vďaka nemu schopný dostať mydlo mimo nádobu.

### B2 – Nabitá doska (9 bodov)

Veľkolepá súťaž NÁBOJ sa blíži a treba byť dobre pripravený. Nechajme teda jeden náboj letieť rýchlosťou  $v_1 = 400$  m/s smerom kolmo na zavesenú drevenú dosku. Náboj dosku prestrelí a pokračuje ďalej vo svojom pôvodnom smere s o niečo menšou rýchlosťou  $v_2 = 100$  m/s. Doska sa samozrejme v dôsledku mierne vychýli, pozri obrázok. Koľko energie sa stratí na deformáciu a teplo počas samotného priestreľu? Predpokladajte hmotnosť náboja  $m = 8$  g a dosky  $M = 2$  kg.



Obr. 3: Prestrelenie dosky

### B3/A1 Nabitý balón (9 bodov)

Keď Juraj konečne dokončil experimentálku z predošlej série, kde elektrostaticky pricapil balón ku stropu, tak si povedal, že mu to nestačí. Urobil ďalší experiment, kde sa mu podarilo zistiť približnú hodnotu náboja, ktorý sa nachádzal na zelektrozovanom balóne.

Vykonajte (a zdokumentujte) tento experiment aj vy a zistite, na koľko coulombov viete nabiť svoj balón!

### B4/A2 – Prší, prší, len sa leje... (9 bodov)

Predstavte si, že stojíte vonku, do dverí domu to máte už len  $D$  metrov a tu zrazu začne hrozne pršať. Zo skúsenosti viete, že rýchlosť dážďa je  $v$  a že v rôznych fyzikálnych modeloch môžete

človeka aproximovať kvádom s hornou plochou o veľkosti  $S$  a bočnými plochami o veľkostiach  $4S$ . Akou rýchlosťou  $u$  musíte začať utekať domov, aby ste zmokli čo najmenej? Úlohu riešte pre viaceré situácie, kedy:

- Nefúka a teda dážď dopadá priamo zhora.
- Fúka protivietor a dážď teda padá pod uhlom  $\alpha$  (meraného od zeme).
- Fúka bočný vietor a dážď teda padá pod uhlom  $\alpha$ .
- Fúka zozadu a dážď teda padá pod uhlom  $\alpha$ .
- Neprší.

### A3 – Opité molekuly (9 bodov)

Dušan opäť upratoval šopu a tentoraz našiel veľmi dlhú dutú trubicu. Neváhal a jej stred si označil ako bod 0, do ktorého následne položil  $N$  molekúl. V dôsledku náhodných zrážok sa každá molekula pohla každú desatinu sekundy náhodne o 1 cm buď doľava alebo doprava. Dušan teda mohol sledovať krásne vyzerajúcu distribúciu.

Postupne pre počty  $N = \{10, 100, 1000\}$  molekúl nasimulujte ich pohyb v tabuľkovom kalkulátore alebo niektorom programovacím jazyku. To znamená, že vašou úlohou je:

- Vykresliť histogram polôh častíc pre jednotlivé časy  $t = \{1, 10, 100\}$  sekúnd.  
*Akú očakávate strednú hodnotu vzdialenosti molekuly od počiatku? Očakávate viac molekúl s kladnou hodnotou vzdialenosti alebo so zápornou hodnotou vzdialenosti? Zodpovedajú histogramy vašim očakávaniam?*
- Určiť strednú hodnotu druhej mocniny vzdialenosti molekúl od počiatku a skúsiť odhadnúť, o akú funkciu časového priebehu ide.  
*Tento výpočet urobte po všetkých troch časoch so všetkými tromi počtami molekúl a výsledky zapíšte do tabuľky. V ktorom prípade sa váš odhad najviac priblížil získanej hodnote?*

Pri všetkých výpočtoch považujte súradnice vľavo od bodu 0 za záporné a vpravo za kladné. Molekuly na seba nepôsobia žiadnymi silami a žiadne iné vonkajšie vplyvy neexistujú.

### A4 – Mravenisko (9 bodov+3 bonusové)

Keď Enka na svojej záhradke už po tretíkrát našla mravenisko, povedala si, že tentoraz s nimi riadne zatočí. A to doslova.

Celé mravenisko položila na stred veľkého diskového kolotoča a roztočila ho na uhlovú rýchlosť  $\omega$ . Mravce postrehli náhle fyzikálne zmeny, tak začali z mraveniska utekať von. Vyliezalo ich približne  $n$  za sekundu rýchlosťou  $v$  v radiálnom smere. Keďže koeficient trenia medzi ich nožičkami a kolotočom bol  $f$ , tak sa dokonca mohlo stať, že po prejdení istej vzdialenosti by začali mravčekovia odlietať preč.<sup>1</sup> Po akom čase mohla Enka vďaka mravcom pozorovať, že sa uhlová rýchlosť kolotoča zmenšila na polovicu?

<sup>1</sup>Nejedná sa o škaredé okřídlené mravce.

Moment zotrvačnosti kolotoča bez mraveniska je  $I$  a hmotnosť jedného mravca so zanedbateľnými rozmermi je  $m$ . Predpokladajte, že na začiatku boli všetky mravce centrované presne v strede kolotoča v mravenisku so zanedbateľnou hmotnosťou.

Úlohu riešiť pre všeobecné hodnoty parametrov je aj nad sily mnohých vedúcich, stačí teda ak ju vyriešite pre konkrétne hodnoty parametrov,  $g = 9,81ms^{-2}$ ,  $f = 0,5$ ,  $\omega = 1rads^{-1}$ ,  $v = 8cms^{-1}$ ,  $m = 5mg$ ,  $n = 100s^{-1}$ ,  $I = 5kgm^2$ . Navyše predpokladajte, že mravcom sa v uvedenom čase nepodarí prísť na okraj kolotoča.

Ďalšie 3 bonusové body môžete získať za vyriešenie prípadu, v ktorom by kolotoč Enka navoskovala, a teda koeficient trenia by klesol na 0,05. Hodnoty zvyšných parametrov zostávajú nezmenené.