



Fyzikálny korešpondenčný seminár

29. ročník, 2013/2014

FKS, KTFDF FMFI UK, Mlynská dolina, 84248 Bratislava
 e-mail: otazky@fks.sk web: http://fks.sk

Zadania 3. kola letnej časti 2013/2014

Termín: 19. 05. 2014

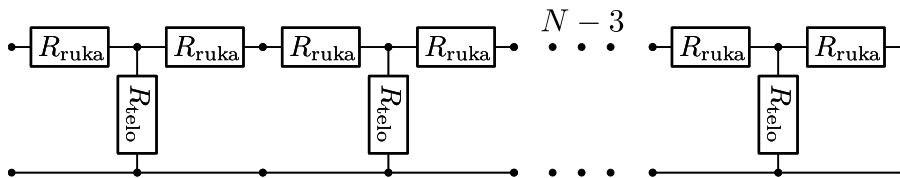
B0 – Lungern... (9 bodov)

Kdesi ďaleko na jazere Lungernersee sa plaví loďka, na ktorej stojí Samko, pričom vezie so sebou pomerne dosť ťažkých tehál. Krása stredošvajčiarskych jazier ho natoľko dojímala, že počas plavby omylom vysypal skoro všetky tehly do jazera. Namiesto toho, aby ich išiel vyloviť, sa zamyslel nad otázkou, čo sa stalo s výškou vodnej hladiny vzhľadom na loďku a brehy jazera. Zdvihla sa? Klesla? Nezmenila sa? Pomôžte Samkovi vyriešiť túto dilemu.

B1 – Za ruky sa pochyťáme, raz, dva, tri! (9 bodov)

Andrejovi mama od malička zakazovala strkať pazúre do zástrčky. Andrej sa ale nenechal zastrašiť, tak si zavolať všetkých svojich kamarátov z FKS. Nuž, všetci sa pekne pochytili za rúčky a posledný člen (Andrej) sa napojil do zástrčky.

Celé toto „pochyťanie sa“ si môžeme nasimulovať asi takto:



Obr. 1: Zapojenie Andrejových kamarátov

Za jedného Andrejovho kamaráta považujeme pre jednoduchosť trojicu odporov R_{ruka} , R_{telo} a R_{ruka} , pričom $R_{ruka} = 0,5 \text{ M}\Omega$ a $R_{telo} = 2,5 \text{ M}\Omega$. V zástrčke je napätie $U = 220 \text{ V}$.

Kolko ľudí z FKS musí minimálne prísť Andrejovi pomôcť, aby sa nikomu nič nestalo? Teda žiadnou časťou tela kohokoľvek netiekol prúd väčší než $I_{\text{max}} = 0,1 \text{ A}$?

Týmto vás upozorňujeme, že tento pokus je životu nebezpečný a vyslovene zakazujeme úlohu riešiť experimentálne!

B2 – Potrhaná palička (9 bodov)

Keď si Vlejd išiel do FKS obchodu kúpiť nejaké nové kladky, tak si neďaleko na stene všimol paličku pribitú klincom za jeden jej koniec. Vlejdovi prišlo ľúto smutne visiacej paličky, tak ju otočil okolo osi klinca o 180° tak, že ostala v labilnej rovnovážnej polohe. Aby toho nebolo málo, tak na jej horný koniec ešte upevnil svoj dvojkilový hmotný bod, ktorý nosí bežne po

kapsách, a jemne doňho šťuchol. Vlejd samozrejme rátal s tým, že hmotný bod aj s paličkou začnú vykonávať rotačný pohyb okolo osi klinca. Čo ale nečakal bolo to, že sa palička roztrhla už po tom, ako opísala uhol α . Vlejd zostal v nemom úžase.

- Čo spôsobilo, že sa palička roztrhla?
- Palička toho zrejme neudrží nekonečne veľa. Aké najťažšie závažie by sme na ňu pôvodne (ešte predtým, než Vlejd vkročil do obchodu) mohli zavesiť, aby sa neroztrhla?

Úlohu riešte pre dva rôzne uhly $\alpha_1 = 45^\circ$ a $\alpha_2 = 135^\circ$, pričom celú dobu predpokladajte, že palička má zanedbateľnú hmotnosť a trenie okolo klinca je nulové.

B3/A1 – Podchladená voda (9 bodov)

Podchladená voda je stav vody, v ktorom má síce teplotu menšiu, než je jej teplota mrznutia, no je stále kvapalná. Tento stav nie je stabilný, po narušení voda začne mrznúť.

Vyrobte podchladenú vodu vo fľaši a namerajte, akou približnou rýchlosťou sa bude pohybovať rozhranie voda-zmrznutá voda, keď po vrchu fľaše udriete (vtedy začne voda zhora mrznúť).

Toto meranie opakovať nemusíte, pretože je možné, že budete mať problém urobiť čo i len jedno. Podarený experiment však musí byť riadne zdokumentovaný (foto, video)! Odporúčame nechať vodu pred vložením do mrazničky nejakú dobu odstáť a nechať mraziť niekoľko fliaš súčasne.

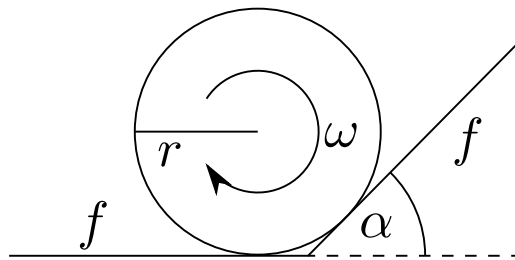
Experiment si samozrejme skúsila aj Kaja a na konci sa zamyslela nad otázkou: Aké bude zloženie výslednej zmesi, ak predpokladáme, že cez fľašu žiadne teplo neuniká? (Nedeje sa nič iné, než že voda zamrzne na ľad a ustáli sa teplota v nádobe.) Pri tomto teoretickom výpočte predpokladajte, že si Kaja vyrobila fľašu s 1,5 litrom podchladenej vody a teplotou -4°C .

Merné skupenské teplo vody (aj podchladenej) je $c = 4,180 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ a skupenské teplo mrznutia je

$$l = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

B4/A2 – Šplhúň (9 bodov)

Jakub s Kubom hrali biliard. Po istom neprimeranom údere jedného z hráčov zletela biela guľa zo stola na zem a zrazu sa ocitla na úpäť strmého svahu so sklonom α . Biliardová guľa sa otáčala okolo vodorovnej osi uhlovou rýchlosťou ω tak, že sa snažila vyšplhať hore kopcom. Jakubovia to s úžasom sledovali a hneď sa navzájom spýtali:



Obr. 2: Rotujúca biliardová guľa

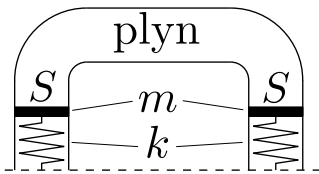
- a) Aký minimálny koeficient trenia f_{\min} musia mať podložky, aby sa guľa začala šplhať nahor?
- b) Majme koeficient trenia $f > f_{\min}$, pri ktorom sa guľa šplhá nahor naklonenou rovinou. Do akej najväčšej výšky sa guľa môže dostať?

Pomôžte Jakubom s ich ťažkými otázkami! Pri počítaní uvažujte štandardnú bielu homogénnu biliardovú guľu, ktorá má polomer r a hmotnosť m .

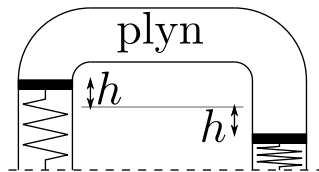
A3 – Hračka (9 bodov)

Dušan si v jedno nudné popoludnie povedal, že si vyrobí šialene zložitú hračku. Povyťahoval teda zo šuflíkov pružiny, piesty, nádoby, plyny...

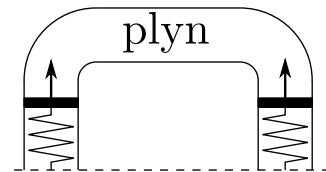
Po niekoľkých hodinách práce nová hračka uzrela svetlo sveta. Skladala sa z dvoch identických pružín o tuhostiach k , ktorých jeden koniec bol pripevnený ku podlahe a na druhom boli pripevnené piesty s hmotnosťami m a plochami S . Tieto piesty uzatvárala sklenená U-trubica so vzduchom, ktorá neprepúšťala žiadne častice ani teplo. V rovnovážnom stave mal vzduch v trubici rovnaký atmosferický tlak p_a ako bol tlak okolia, objem V a termodynamickú teplotu T . A teraz to príde... Ako vyzerá všeobecná rovnica malých kmitov jedného piestu, keď ho trochu vychýlime?



Obr. 3: Rovnovážny stav



Obr. 4: Piesty kmitajú, no objem plynu sa nemení



Obr. 5: Plyn sa stláča, piesty sa hýbu súbežne

Hint: Takáto hračka má dve vlastné frekvencie kmitania a to také, že pri jednej z nich kmitajú piesty súčasne vo fáze a pri druhej v protifáze.

A4 – Tancujúci pozitron (9 bodov)

Predstavme si vesmír, v ktorom sa nachádza len jeden jediný pozitron stojaci uprostred prázdna. Preto jeho polohu prehlásime za počiatok súradnicového systému. Aby mu nebolo smutno, zapneme mu elektrické pole v smere osi y s veľkosťou $E = 100 \text{ V/m}$ a magnetické pole v smere osi z s veľkosťou $B = 0,1 \text{ T}$. Pozitron začne vykonávať čarovné pohyby. Nás by však zaujímalo:

- Akú najmenšiu y -ovú súradnicu pozitron dosiahne? Zdôvodnite aj, akú bude mať v tomto bode pozitron rýchlosť a prečo nemôže dosiahnuť menšiu y -ovú súradnicu.
- Akú najväčšiu y -ovú súradnicu pozitron dosiahne?
- Aká je perióda pohybu pozitronu?

Motivačný list (pre maturantov)

Chystáš sa na výšku a rozmýšľal/a si o tom, že by si sa stal/a súčasťou FKS ako vedúci/a? To je ale skvelý nápad, pretože FKS ťa chce!

Pošli nám prosím s treťou sériou aj motivačný list, v ktorom bude aspoň stručne uvedené:

- čo chceš ísť študovať a kam presne ideš (ak už vieš) na vysokú,
- či sa chystáš fungovať ako vedúci/a aj v nejakých iných seminároch,
- akou formou by si chcel/a byť prínosom pre FKS alebo s čím by si vedel/a pomôcť,
- čo od FKS očakávaš (alebo vyžaduješ),

A určite sa nám neboj ozvať, aj keď nie si úplne rozhodnutý/á. My ťa radi presvedčíme o opakovaní :-) Tešíme sa!