



## Fyzikálny korešpondenčný seminár

26. ročník, 2010/2011

FKS, KTFDF FMFI UK, Mlynská dolina, 84248 Bratislava

e-mail: otazky@fks.sk

web: http://fks.sk

### Zadania 1. série letnej časti 2010/2011

Termín: 7. 3. 2011

#### 1.1 Budapest Keleti pályaudvar (9 bodov)

Tinka má úchylku, pozoruje vlaky. Zistila, že pri svojom štarte zo stanice sa vždy pohybujú rovnomerne zrýchleným pohybom a keďže koľajnice v staniách zvyknú byť rovné, tak aj priamočiario. Pri svojom pozorovaní sa vždy postaví k začiatku prvého vagóna. Všimla si, že za osem sekundy prejde okolo nej prvý vagón. Pomôžte Tinke zistiť, ako dlho okolo nej bude prechádzať trinásty vagón.

#### 1.2 Drevo (9 bodov)

Keď položíme drevo na dno nádoby s vodou, vystúpa na povrch a jeho potenciálna energia v gravitačnom poli Zeme sa zvýši. Nie je to v spore so zákonom zachovania energie? Odkiaľ sa vzala energia na zdvihnutie dreva? Bolo by možné na základe podobnej úvahy vysvetliť, prečo by ponorený kus železa nevyplával?

#### 1.3 Nepretečie (9 bodov)

Ako dieťa ma strašne fascinovalo, že pohár sa dá vodou naplniť viac než po okraj. Dnes rozumiem prečo a viem si spočítať maximálnu výšku, o ktorú môže voda cez pohár prečnievať. Zaujímá ma však, ako veľmi môj výsledok sedí so skutočnosťou. Vymyslite a zrealizujte experiment, ktorým túto výšku čo najpresnejšie odmeriate.

#### 1.4 Kocka (9 bodov)

V delta kvadrante sa nachádza obrovská homogénna borgská kocka s hustotou  $\rho$  a dĺžkou hrany  $a$ . Radi by sme vedeli, aká veľká sila pôsobí na hmotný bod Enterprise<sup>1</sup> hmotnosti  $m$  nachádzajúci sa mimo kocky na spojnici jedného vrcholu a stredu kocky, ak je vo vzdialenosti  $d$  od najbližšieho z vrcholov. Je niektorá z nasledovných možností správnym vyjadrením sily pôsobiacej na Enterprise mimo kocky?<sup>2</sup> Svoju odpoveď zdôvodnite! Gravitačná konštanta je  $G$

(i)  $\frac{2Gma^3\rho}{(a+d)^4}$

(vi)  $\frac{Gm\rho a^3}{(d+a)^3}[\frac{1}{8}a\pi + d]$

(ii)  $\pi Ga^4\rho^2$

(vii)  $Gmap$

(iii)  $\frac{Gm\rho a^3}{(d+a)^3}[d + 2a\pi/\sqrt{3}]$

(viii)  $\frac{Gma^2\rho}{d+a}$

(iv)  $\frac{Gma^3\rho \ln d}{(a+d)^2}$

(v)  $\frac{4Gm\rho a^3}{3(d+a)^2}$

(ix)  $\frac{Gma^3\rho}{d^2}$

<sup>1</sup>Voči borgskej kocke je všetko len hmotný bod. Seminár podporujú:

<sup>2</sup>Akonáhle bude Enterprise vnútri borgskej kocky, posádka bude viazaná veľkou gravitačnou silou a počet ostávajúcich minút života.



### 1.5 Cesta na Mesiac (9 bodov)

V knihe Cesta na Mesiac sa popisuje, ako sa skupinka bláznov nechá vystreliť delom v obrovskom projekte na Mesiac. Aby zmiernil obrovské sily pôsobiace pri zrýchľovaní, umiestnil autor na palubu dômyselné odpružovacie zariadenie. Pokúsme sa teraz (veľmi hrubo) odhadnúť, či je takýto spôsob cestovania reálny. Predpokladajme, že projektíl a hlaveň sú porovnateľne dlhé, Zem aj Mesiac sú nehybné homogénne gule stojace vo vesmíre, vplyv atmosféry ani ostatných planét neuvažujeme.

Z týchto predpokladov odhadnite:

- (i) najmenšiu rýchlosť, ktorou musí byť projektíl vystrelený;
- (ii) minimálnu dĺžku projektílu, pri ktorej majú cestujúci šancu na prežitie.

### 1.6 Bežky (9 bodov)

Pre potreby tejto úlohy budeme študovať zjednodušený model pohybu na bežkách. Tento si rozložíme do dvoch fáz, ktoré nasledujú okamžite po sebe. V prvej fáze jedna lyža stojí, stojíme na nej celou váhou a odrážame sa od nej. V okamihu, keď sa druhá lyža nachádza o  $d$  (zhruba dĺžka kroku) pred prvou (statickou), prejdeme do druhej fázy. V tejto fáze sa vezieme – táto sa nazýva sklz a je to tá fáza, ktorú majú bežkári radi nadovšetko. V rámci nej prenášame váhu z jednej lyže na druhú a obe lyže sa kĺžu po snehu kým nezastanú. Následne sa celý cyklus zopakuje. Urč priemernú rýchlosť bežkára a mieru spokojnosti bežkára (teda pomer dĺžky sklzu ku dĺžke odrazu), ak poznáš pomer statického a šmykového trenia!

### 1.7 Skackajúci valec (9 bodov)

Vo výške  $H$  nad podložkou je zavesený homogénny valec priemeru  $R$ , hmotnosti  $m$  rotujúci obrovskou uhlovou rýchlosťou  $\omega$  okolo osi rotačnej symetrie, ktorá je rovnobežná s podložkou. Po uvoľnení zo závesu valec padne na zem a odrazí sa do výšky  $h$ . Do akej vzdialenosti od prvého miesta odrazu valec dopadne druhý raz, ak je koeficient trenia  $f$ . Pri riešení predpokladajte, že valec aj dlážka sú vyrobené z veľmi tvrdého materiálu a trecia sila je priamo úmerná prítláčnej sile.