FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

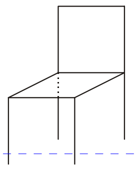
vzorové riešenia 2. série
B – kategória (mladší)
20. ročník
letný semester
školský rok 2004/2005

www. fks .sk

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

B–2.1 Stolička (opravoval Miro)

Justína sedí v škole na stoličke, ktorá je pozváraná z jedenástich rovnakých železných trubiek dĺžky L = *30 cm (pozri obrázok). Celková hmotnosť stoličky je* m = *5 kg (hmotnosť opierky a dosky, na ktorej sa sedí, je zanedbateľná). Justína si všimla, že zatiaľ čo prázdna stolička sa dá dozadu vychýliť o istý uhol α (tak, aby sa po pustení vrátila do pôvodnej polohy), keď sa na nej hojdá ona sama, môže sa vychýliť najviac o 11°. Zistite, aká je veľkosť uhla α. Koľko váži Justína? Pri výpočte predpokladajte, že pri sedení sa Justínino ťažisko nachádza presne nad ťažiskom stoličky vo vzdialenosti* h *= 30 cm od neho. Pri nakláňaní sa poloha Justíny a stoličky vôbec nemení, t.j. „sedí ako pribitá“.*



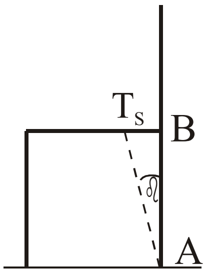
Komentár: vzdialenosti

Poďme najprv nájsť ťažisko prázdnej stoličky. Existuje na to viac spôsobov. Zvolíme ten najjednoduchší – keďže všetky trúbky, z ktorých je stolička, sú rovnaké, ťažisko sa nachádza v aritmetickom priemere stredov (ťažísk) všetkých trubiek. Špeciálne, pre výšku ťažiska h_T máme:

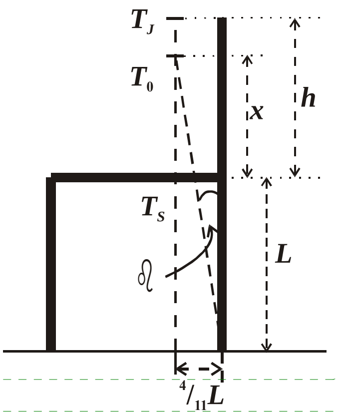
$h_T = L(1/2+1/2+1/2+1/2\ _{(\text{nohy})} + 1+1+1+1\ _{(\text{sedačka})} + 3/2+3/2\ _{(\text{operadlo zvislé})} + 2\ _{(\text{horná tyč})})/11 = L$,

pre vzdialenosť ťažiska od zadnej roviny stoličky (rovina zadných nôh a operadla) podobne máme:

$L.(0+0+0+0+0+0+1/2+1/2+1+1+1) / 11 = 4L/11.$



Pozrime sa na pravouhlý ΔABT. Naklonená stolička je v labilnej rovnovážnej polohe ak je T na zvislici nad A (okolo A sa stolička otáča) keby sme ju naklonili viac, tak už spadne, ak menej, tak sa ešte vráti naspäť. Preto hľadaný uhol α je uhol TAB, ktorý má veľkosť $\arctan(^4/_{11}) \approx 19°59'$.



Justína sedí na stoličke a jej ťažisko T_J je $h = 30$ cm nad ťažiskom stoličky T_S. A teraz už len určiť kde je výsledné ťažisko Justíny a stoličky T_0. To sa musí nachádzať na úsečke T_ST_J, povedzme vo vzdialenosti x od T_S. Pretože T_0 je ťažiskom celej sústavy, musí byť moment sily v T_S rovný momentu sily v T_J (je to vlastne rovnováha na páke). Čiže platí:

Komentár: toto je dosť nahovno formulácia

Komentár: kokos tu by to chcelo nejaky pokec o tych momentoch

$$m_J g(h-x) = mgx\,,$$

kde m_J je hmotnosť Justíny. Justína sa môže nahnúť o uhol $\beta = 11°$ aby nepadla, potom

$$\tan\beta = \frac{4L}{11(L+x)}\,,$$

z čoho dostaneme $x \approx 26{,}12$ cm, po dosadení dostaneme hmotnosť Justíny $m_J \approx 33{,}68$ kg.

No a z toho môžeme usúdiť, že Justína má buď okolo 12 rokov, alebo je anorektička. Osobne sa prikláňam k možnosti 1, keďže jej stačí 60 centimetrová stolička… Keď si sa do(po)čítal(a) až sem, tak gratulujem.

B–2.2 Presýpacie hodiny (opravoval Čermo)

Asi všetci poznáte presýpacie hodiny, dva spojené duté kužele, piesok vnútri. Položme ich na váhy, pričom piesok je v hornej časti a je nejakým spôsobom zastavený, t.j. nesype sa. Popíšte, čo budú váhy ukazovať, ak piesok pustíme. Zaujíma nás všetko, čo sa s váhami bude diať od okamihu, keď piesok uvoľníme, až do okamihu, keď do dolnej časti hodín dopadne posledné zrnko piesku.

Aby sme sa vyhli zbytočným komplikáciám, uvažujme hodiny, v ktorých je len toľko piesku, že po presypaní bude výška kopy piesku na dne zanedbateľná oproti výške hodín. Ďalej predpokladajme, že hodiny sa sypú konštantne rýchlo, teda okrem začiatku a konca v hodinách v danom okamihu padá konštantné množstvo piesku.

Rozoberme si práve takýto ustálený režim. Ak sa pozrieme na hodiny, vidíme, že piesok v hornej polovici (pred „padaním“) alebo na dne (po „dopade“) pôsobí na hodiny celou svojou tiažou (či už priamo alebo prostredníctvom iného piesku).

Potom jediné, čo môže vplývať na hmotnosť meranú váhami je piesok, ktorý padá. Jeho pôsobenie bude dvojakého charakteru, počas voľného pádu a pri dopade. V prvom prípade, pretože piesok nie je v kontakte s hodinami, pozorujeme „úbytok“ z celkovej tiaže piesku o padajúci piesok. Presnejšie ak N je počet zrniek piesku, ktoré začnú padať za 1 s, T je doba pádu zrnka a m_z jeho hmotnosť, je úbytok rovný:

$$F_- = m_z NgT$$

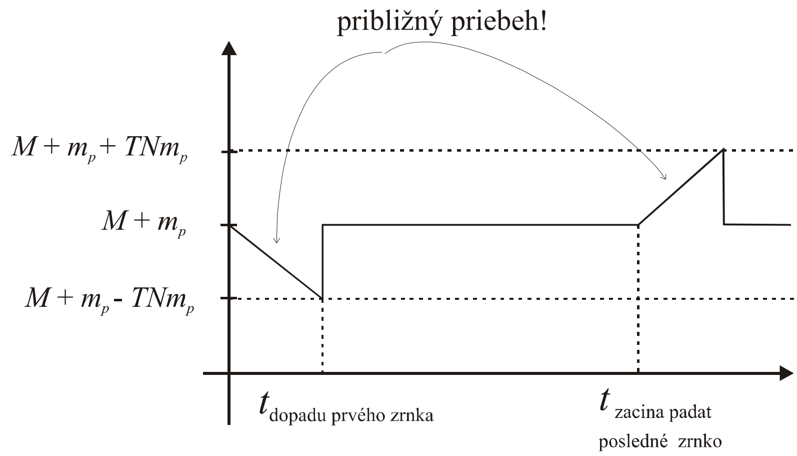
Pri dopade sa musí každé zrnko zastaviť o dno hodín. Tie teda musia naňho pôsobiť silou, ktorú by sme pozorovali ako „prírastok“ celkovej tiaže piesku. Podľa druhého Newtonovho pohybového zákona (*„Sila je rovná podielu zmeny hybnosti a času za ktorý táto zmena nastala.“)* môžeme napísať

$$F_+ = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m_z v(\Delta t N)}{\Delta t},$$

kde $(N\Delta t)$ je počet zrniek piesku, ktoré dopadnú za čas Δt. v je ich rýchlosť, ktorú môžeme vypočítať z informácie, že zrnká padajú voľným pádom, $v = gT$. Následne:

$$F_+ = m_z NgT\ ,$$

čo je presne rovnaký výsledok ako pri „úbytku“. Z toho vyplýva, že pri ustálenom stave na váhach nebudeme pozorovať žiadne výchylky.



Ohľadom začiatku a konca si stačí uvedomiť, že sily F_+, F_- v tomto prípade nebudú rovnaké (skúste si premyslieť kedy ako). Nakoniec môžeme nakresliť priebeh:

Pre fanúšikov fyzikálnych úvah ponúkame riešenie aj tohto typu (samozrejme s rovnakým koncom). Počas rovnomerného sypania sa ťažisko sústavy hodiny + piesok sa rovnomerne posúva nadol. Pretože ťažisko sa hýbe rovnomerne priamočiaro, je výsledná sila naňho pôsobiaca nulová → hmotnosť na váhach sa nezmení. Iba pri „začiatku“ a „konci“ ťažisko zrýchľuje a spomaľuje, pozorujeme pokles, respektíve nárast hmotnosti.

Cestu piesku v presýpacích hodinách môžeme podľa jeho polohy rozdeliť do štyroch etáp. Na začiatku sa piesok nachádza v hornej polovici hodín a pomaly sa zosúva ku otvoru, potom chvíľku padá voľným pádom, nasleduje okamih dopadu na dno a nakoniec sa povaľuje niekde na dne.

V každej etape pritom nejako (ne)pôsobí na hodiny a pre výslednú silu na váhe platí:

$$F_{výsl.} = F_{hodiny} + F_{piesku\ hore} + F_{padajúceho\ piesku} + F_{dopadajúceho\ piesku} + F_{piesku\ dole} \quad (1)$$

Pozrime sa podrobnejšie na každý stav. Väčšina z vás prišla na to, že ak je piesok v hornej polovici (pred „padaním“) alebo na dne (po „dopade“) pôsobí na hodiny celou svojou tiažou (či už priamo alebo prostredníctvom iného piesku),

$$F_{piesku\ hore} = gm_{piesku\ hore} \qquad \text{a} \qquad F_{piesku\ dole} = gm_{piesku\ dole}.$$

Padajúci piesok nám nerobí problémy, pretože nie je v kontakte s hodinami (uvažujeme vzduchoprázdne hodiny), takže $F_{padajúceho\ piesku} = 0$.

Ostala nám posledná časť, ktorá by sa podľa väčšiny z vás nemala nijako líšiť od prvej a štvrtej etapy, piesok by mal na hodiny pôsobiť len svojou hmotnosťou. No ale to nie je všetko! Treba si uvedomiť čo sa vlastne v momente dopadu deje. Ide vlastne o to, že sa piesok zabrzdí o dno hodín, čím zmení svoj pohybový stav. Na to aby takéto niečo nastalo je treba nejakej sily (presne tej, ktorá vám v riešeniach chýbala). Je jasné, že na piesok musia pôsobiť v protismere jeho pádu práve hodiny (o ne sa piesok „zastavuje“). Jej veľkosť určíme z druhého Newtonovho pohybového zákona, ktorý hovorí: *„Sila je rovná podielu zmeny hybnosti a času za ktorý táto zmena nastala.“*. Označíme v_h rýchlosť padajúceho piesku tesne nad dnom (po voľnom páde dĺžky h), potom:

$$F_{dopadajúceho\ piesku} = m_{dopadajúceho\ piesku} \cdot v_h / \Delta t. \quad (2)$$

Teraz si asi poviete, že ako chceme z toho niečo rozumné dostať, veď čas dopadu je veľmi malý (je to len okamih), a to by znamenalo hrozne veľkú silu a to je akési divné... Pointa je v tom, že hmotnosť dopadajúceho piesku je naopak veľmi malá, ako si hneď ukážeme, a pomer dvoch malých vecí môže dať „rozumný“ výsledok.

Za čas Δt dopadne na dno hodín všetok piesok, ktorý sa nachádza do vzdialenosti $\Delta t v_h$ od dna. Hustotu dopadajúceho piesku označíme ρ_d a plochu dopadu (~ ploche otvoru v strede hodín) S. Potom hmotnosť piesku dopadnutého za čas Δt bude:

$$m_{dopadajúceho\ piesku} = \rho_d S \Delta t v_h. \quad (3)$$

Po dosadení do rovnice (2) máme:

$$F_{dopadajúceho\ piesku} = S\rho_d v_h^2 \quad (4)$$

Ak teraz všetky získané informácie použijeme, rovnice (1) bude mať tvar:

$$F_{výsl.} = gm_{hodiny} + g(m_{piesku\ hore} + m_{piesku\ dole}) - S\rho_d v_h^2 \quad (5)$$

Aby sme vedeli obidva „pieskové“ príspevky porovnať je vhodné ich vyjadriť pomocou hmotnosti padajúceho piesku, pričom

$$m_{piesku} = m_{piesku\ dole} + m_{piesku\ hore} + m_{padajúceho\ piesku}$$

(tu môžem hmotnosť dopadajúceho piesku zanedbať) a

$$m_{padajúceho\ piesku} = Sh\rho_p$$

(ρ_p predstavuje priemernú hustotu padajúceho piesku).

Tu si treba dať pozor, pretože ρ_p sa nerovná ρ_d! Počas voľného pádu sa dĺžky „naťahujú“ a preto aj hustota zmenšuje. My použijeme taký zjednodušenú úvahu, že je to lineárna závislosť, takže potom vzťah medzi priemernou hustotou padajúceho piesku a hustotou pri dopade bude $\rho_p = 2\rho_d$. (To aby nám to pekne vyšlo☺).

Šupneme to do (5)-ky:

$$F_{výsl.} = g(m_{hodiny} + m_{piesku}) + 2\rho_d Shg - S\rho_d v_h^2 \qquad (6)$$

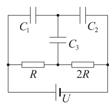
V prípade ak uvažujeme, že piesok padá stále rovnakú vzdialenosť (h) vieme si jeho rýchlosť vyjadriť: $v_h^2 = 2hg$ (voľný pád). Pozorné oko si určite všimne, že sa nám potom obidva posledné členy odčítajú a dostaneme výsledok:

$$F_{výsl.} = g(m_{hodiny} + m_{piesku}) \qquad (7)$$

Teda váhy budú ukazovať stále rovnakú - celkovú hmotnosť. To bude platiť ale len vtedy ak bude v hodinách ustálený stav. Skúste si doma premyslieť ako to bude vyzerať na začiatku a konci sypania (ktoré členy rovnice (6) budú nulové?).

Približné správanie váh potom ukazuje obrázok. HOWGH

B–2.3 Kondíky (opravoval Škrek)

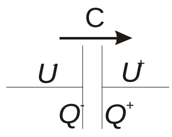


V schéme je zakreslený elektrický obvod, ktorým vďaka ideálnemu zdroju s napätím U preteká prúd. Aké veľké je pritom napätie na kondenzátore s kapacitou C_1?

Tvorivá kríza je hnusná vec. Predstavte si stvoriteľa, ten entuziazmus, tá vitalita, hen sem mrak, tu strom (há, krásne fraktály), frc sem slnko, trošku pokropiť nebo jasnými hviezdami a aby to nebolo nudné tak sa to bude meniť periodicky. No a potom bum prásk, stvoriteľ zdrvene sedí na dokonalom pníku, otázka v očiach, odpoveď nikde. Čo ďalej, kto to bude obdivovať? Predstavte si, za 5 dní stvoríte vesmír, zo všetkým čo k tomu patrí a potom strávite celý drahocenný deň vymýšľaním človeka! Aký nepomer! K večeru stvoriteľ vstane z pníka a povie si: Himlhergotkrucifixnakvadrát skopnem ho na svoj obraz a idem spať, sakramenský krám!

Tak a teraz vidíte, aké je to ťažké s úvodom ku vzoráku a teraz už kondíky. Na základe vašich riešení si najprv vysvetlíme nejaké pravdy o kondíkoch:

1. V ustálenom stave cez kondíky netečie prúd. Keďže náš zdroj napätia je jednosmerný a ustálená situácia sa dosahuje veľmi rýchlo, môžeme rátať, že cez kondíky netečie prúd.
2. na kondíkoch pod napätím sa indukuje náboj, ktorý sa snaží vyrovnať toto napätie, a teda na kondíkoch sa indukuje *indukované napätie* (má rovnakú veľkosť a opačnú orientáciu ako napätie, na ktoré sme kondík pripojili)
3. ak nad kondík nakreslíme šípku, ktorá bude znamenať smer napäťového spádu, označíme si potenciáli na oboch koncoch kondíka a indukované náboje (kde Q je ich absolútna veľkosť) ako na obr.1, potom platí že



obr. 1

$$Q = (U^+ - U^-)C. \qquad (0)$$

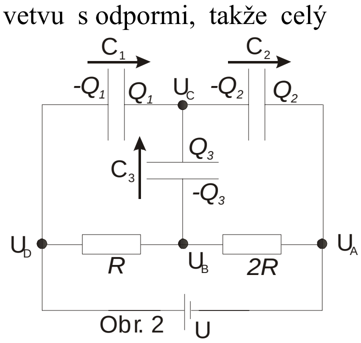
Tento výsledok je veľmi dôležitý kvôli znamienkam.

Takže čo sa deje s naším obvodom? No prúd ide iba cez vetvu s odpormi, takže celý napäťový spád U musí z U klesnúť na 0 iba skrz odpory R a $2R$, cez ktoré tečie prúd I. Z Kirchhoffových zákonov vieme:

$$U = U_1 + U_2,$$

$$U_1 = 2U_2 \text{ (lebo } U_1 = 2RI \text{ a } U_2 = IR),$$

kde U_1 je napäťový spád na odpore $2R$ a U_2 na odpore R. A čo na to kondíky? Označme si potenciály uzlov U_A, U_B, U_C a U_D (viď obr. 2 ktorý si o chvíľu nakreslíme). Napätie medzi dvoma uzlami je rovné rozdielu ich potenciálov. Vieme, že $U_A = U$ (potenciál pravej strany zdroja), $U_D = U - U_1 - U_2 = 0$



Obr. 2

(potenciál ľavej strany zdroja) a $U_B = U - U_1 = U/3$. (to vieme z vyššie napísaných rovníc). Ďalej si nakreslíme obr.2 a do neho náš obvod aj so šípočkami nad kondíkmi. Po obhliadke obr. č. 2 vieme, že na kondíkoch sa indukuje náboj ktorý zo spojeným z (0) dáva tieto rovnice:

$$(U_A - U_C)C_2 = Q_2$$
$$(U_C - U_D)C_1 = Q_1 \qquad (1)$$
$$(U_C - U_B)C_3 = Q_3,$$

kde Q_i je náboj indukovaný na i-tom kondenzátore (C_i). Dá sa to predstaviť aj tak, že ak máme doskový kondenzátor, tak na jednej platni sa indukuje náboj Q a na opačnej strane náboj $-Q$ a bude medzi nimi rovnako veľké, ale opačné napätie, než akým boli vyvolané. Treba si uvedomiť že to neovplyvní pôvodné napätie, ktorým bol náboj vyvolaný. Je to ako alergická reakcia, kondík sa vyhádže nábojom, kašle, kýcha, opuchne ale elektrická jar ide ďalej...

Zatiaľ máme tri rovnice o štyroch neznámych. Keď sa pozrieme na oblasť (viď obr. 2) spojenú s uzlom U_C, všimneme si že je prakticky oddelená od ostatného obvodu. Ak bola pred zapojením obvodu elektricky neutrálna (a predpokladáme že bola) tak musí ostať aj po zapojení a teda

$$Q_1 + (-Q_2) + Q_3 = 0. \qquad (2)$$

Z (1) a (2) máme

$$U_C = Q_1/C_1, \qquad Q_1 = Q_2 - Q_3, \qquad Q_1 = (U_A - U_C)C_2 + (U_B - U_C)C_3.$$

Z toho dostávame

$$U_C = \frac{(U - U_C)C_2 + \left(\frac{U}{3} - U_C\right)C_3}{C_1},$$

dobúšime do tvaru

$$U_C = \frac{U}{3}\left(\frac{C_3 + 3C_2}{C_1 + C_2 + C_3}\right).$$

Napätie na C_1 je $U_C - U_D = U_C$. Kondičke zdar, nech vás obchádza veľkým oblúkom tvorivá kríza.

Krásne riešenie ešte uviedol Michal Sudolský, tu je:
Vyjadríme si energiu obvodu

$$E = \frac{1}{2}\left[C_1(U_C - U_D)^2 + C_2(U_A - U_C)^2 + C_3(U_C - U_B)^2\right],$$

aby bol obvod stabilný, tak jeho energia musí byť vzhľadom na U_C minimálna(lebo U_C je premenná). Upravíme výraz pre energiu roznásobením a dosadením za U_B, U_A a U_D ktoré už poznáme z predošlého riešenia:

$$E = U_C^2 \frac{1}{2}(C_1 + C_2 + C_3) - U_C(3C_2 + C_3)U + \frac{1}{2}\left(C_3 U^2 + \frac{U^2}{9}\right).$$

Minimum pre parabolu v tvare $Ax^2 + Bx + C$ je v bode

$$x = -B/A,$$

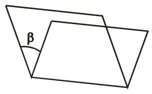
čo nám dá minimum pre energiu vzhľadom na U_C čuduj sa svete

$$U_C = \frac{U}{3}\left(\frac{C_3 + 3C_2}{C_1 + C_2 + C_3}\right),$$

a vôbec sa nemusíme paprať zo znamienkami!!!

B–2.4 Žľab (opravoval Džony)

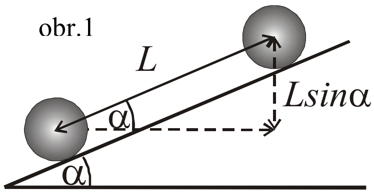
Ak vezmeme dva dlhé obdĺžniky a jednou stranou ich priložíme k sebe, dostaneme žľab, ako na obrázku. Predstavte si, že do takéhoto žľabu umiestnime plnú guličku (s hmotnosťou m *polomerom r a momentom zotrvačnosti I = 2/5mr*^{2}*). Žľab nahneme tak, aby úsečka, kde sa obdĺžniky spájajú, zvierala s vodorovnou rovinou uhol* α*. Pritom ho však držíme rovno, teda tak, aby obidva obdĺžniky zvierali so zvislicou rovnaký uhol. S akým zrýchlením sa bude pohybovať gulička? Predpokladajte, že nič neprešmykuje a gulička sa celá zmestí do žľabu.*



Ahoj,

Dosť ťažký príklad, však? Aj keď niektorí ho vyriešili bravúrne.

obr.1



Ochutnajme najprv jednoduchšiu situáciu, ako je zadaný žľab, a síce obyčajnú naklonenú rovinu, na ktorej sa gúľa guľa bez prešmykovania. Pozrime sa na obrázok 1: Keďže sa gulička na začiatku nepohybuje, potenciálna energia guličky sa mení na kinetickú. Celková kinetická energia je súčtom kinetickej energie posuvného a otáčavého pohybu. Teda:

$$mgL\sin\alpha = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \qquad (1)$$

Uhlová rýchlosť guličky sa dá vyjadriť ako:

$$\omega = v/r. \qquad (2)$$

Pričom v je práve posuvná rýchlosť (pretože nič neprešmykuje) a r je polomer, po ktorom sa gulička valí. V prípade naklonenej roviny je to práve polomer guličky. Keď dosadíme (2) do (1) a vyjadríme v, dostaneme:

$$v = \sqrt{\frac{2mgL\sin\alpha}{m + I/r^2}} \qquad (3)$$

Keďže ide o rovnomerne zrýchlený pohyb s nulovou počiatočnou rýchlosťou, vieme v vyjadriť aj inak, pomocou dráhy, ktorú gulička prešla, a zrýchlenia a. Vieme, že $L = 1/2at^2$ a $v = at$. Ak si z druhej rovnice vyjadrím čas a dosadím do prvej, platí že:

$$v = \sqrt{2aL} \qquad (4).$$

Porovnaním (3) a (4) už môžeme vyjadriť zrýchlenie:

$$a = \frac{mg\sin\alpha}{m + I/r^2} \qquad (5)$$

Keď teraz za I dosadíme $2/5mr^2$, dostávame:

$$a = 7/5g\sin\alpha.$$

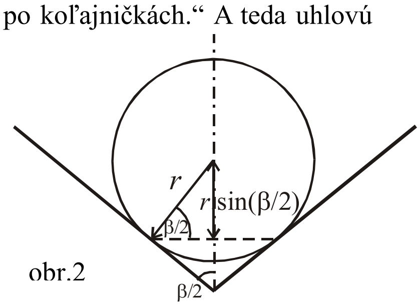
Pekný výsledok, len čo je pravda, ale ako to celé funguje v žľabe?

Pozrime sa na obrázok 2. Jediná zmena je to, že: citujem Stana Fecka: „Guľa sa nebude gúľať po celom svojom obvode, ale po menšom, ako keby po koľajničkách." A teda uhlovú rýchlosť (vzťah (2)) môžeme preformulovať ako:

$$\omega = v/(r\sin(\beta/2)) \qquad (6).$$

Zákon zachovania energie platí rovnako, či už je guľa v žľabe alebo na rovine. A teda keď dosadíme túto uhlovú rýchlosť do (1), dostaneme:

$$v = \sqrt{\frac{2mgL\sin\alpha}{m + I/(r\sin(\beta/2))^2}} \qquad (7)$$



obr.2

Samozrejme, vzťah (4) sa vôbec nezmení, pretože pre rovnomerne zrýchlený pohyb platia stále rovnaké rovnice, či už sa guľa valí po rovine alebo po žľabe. Ak teda porovnáme (4) a (7) dostaneme pre a:

$$a = \frac{mg\sin\alpha}{m + I/(r\sin(\beta/2))^2} \tag{8}$$

Opäť dosadíme za $I = 2/5mr^2$, čím sa nám vykráti hmotnosť aj polomer guličky a dostávame finálny výsledok zrýchlenia pre žľab:

$$a = \frac{5g\sin\alpha\sin^2(\beta/2)}{2 + 5\sin^2(\beta/2)}.$$

A máme to. Ešte trošku porozmýšľame, či je to dobre: Ak bude $\alpha = 0$, potom aj $a = 0$. To je fajn, lebo predsa v žľabe, ktorý je horizontálny sa gulička nemá prečo urýchľovať. Ak je β veľmi malé, potom aj a je veľmi malé. Guľa sa síce šialene rozkrúti, ale po malej kružnici, takže vpred bude zrýchľovať málo. Ak by sme za β dosadili 180°, t.j. žľab by bola vlastne rovina, dostaneme: $a = 5/7g\sin\alpha$. To je presne vzťah, ktorý sme odvodili pre naklonenú rovinu. Dobrú chuť.

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

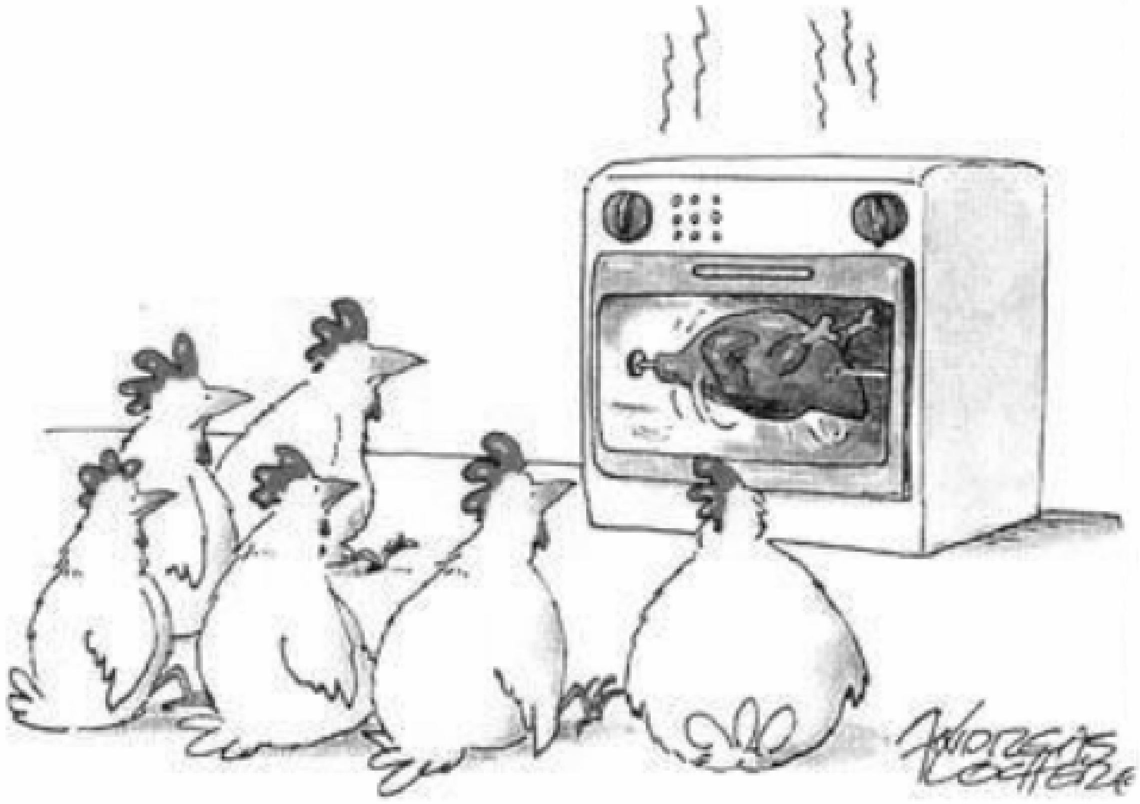
výsledková listina B – kategórie po 2. sérii letného semestra 20. ročníka

	Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	①	B-2.1	B-2.2	B-2.3	B-2.4	☠	Σ
1.	Bzdušek	Tomáš	sx. A	G Piešťany	20,0	5,0	4,9	5,0	5,0		39,90
2.	Danko	Juraj	2 A	G Piešťany	16,0	5,0	2,5	5,0	5,0		33,50
3.	Berta	Peter	2 A	G Veľké Kapušany	16,5	5,0	2,5	3,0	5,0		32,00
4.	Bogár	Ondrej	2 E	G ĽŠ Trenčín	15,5	5,0	2,0	3,0	5,0		30,50
5.	Boža	Vladimír	1 C	G Poprad Tatarku	15,7	3,0	2,5	3,0	4,0		29,60
6.	Sudolský	Michal	2 F	G BB Tajovského	13,5	4,0	2,0	5,0	4,5		29,00
7.	Fecko	Stanislav	sx. A	G Pankúchova	18,5	5,0	–	–	5,0		28,50
8.	Rybák	Matúš	kv.	OG Kukučínova	15,7	3,0	3,0	1,5	2,5		27,20
9.	Galica	Tomáš	sx.	G Spišská Stará Ves	12,5	5,0	3,0	–	5,0		25,50
10.	Hreha	Ján	2	G Liptovský Hrádok	13,5	4,5	3,5	–	–		21,50
11.	Salaj	Michal	2 A	G Snina	12,5	3,5	–	2,0	2,5		20,50
12.	Nagy	Jakub	1 C	G sv. T. Akvinského	10,0	1,0	2,0	–	5,0		19,41
13.	Pavlíček	Tomáš	2 C	SPŠE Piešťany	11,5	4,0	0,5	1,5	1,5		19,00
14.	Malik	Tomáš	kv.	1SG BA Bajkalská	15,7	–	–	–	–		15,70
15.	Keruľ	Lukáš	kv. A	OG BA Tilgnerova	7,4	2,0	2,0	–	1,0		13,49
16.	Švihorík	Róbert	sx.	G Nitra Párovská	6,3	1,0	0,5	–	5,0		12,80
17.	Koreňová	Nikola	1 E	G PH Michalovce	11,0	–	0,5	–	0,5		12,28
18.	Rolníková	Zlatka	kv.	G Skalica	7,3	–	2,0	–	–		9,80
19.	Alankina	Júlia	kv.	G Dunajská Streda	5,0	1,5	0,5	1,0	–		8,73
20.	Čelko	Pavol	sx.	G Považská Bystrica	6,0	–	–	–	–		6,00
21.	Baxová	Katarína	9 C	ZŠ D. Hory, Trenčín	1,9	-	2,0	-	0,5		5,07
22.	Šnajderová	Lucia	sx. A	OG Varš. 1 Žilina	4,0	–	–	–	–		4,00

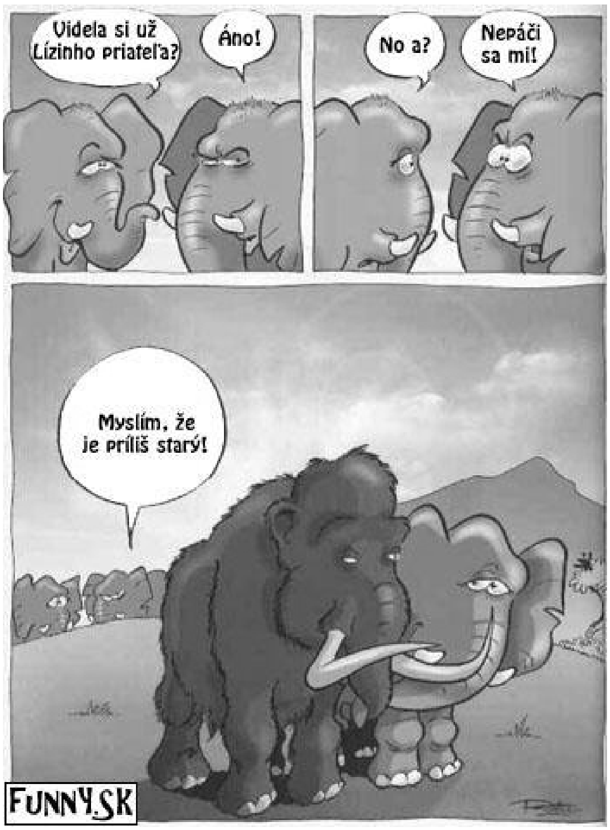
Milá mládež!

Je nám cťou vám oznámiť, že v polovici mája sa opäť uskutoční v Blave populárna Akadémia Trojstenu a Klub Trojstenu. Každý, kto má matematickofyzikálne srdce, bude obšťastnený množstvom zaujímavých prednášok s veľkým výberom tém. Preto neváhajte a prídite! Viac informácii sa objaví na stránkach www.kms.sk alebo www.fks.sk.

Vaše FKS



REALITY-TV


Videla si už Lízinho priateľa?
Áno!
No a?
Nepáči sa mi!
Myslím, že je príliš starý!
FUNNY.SK