

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

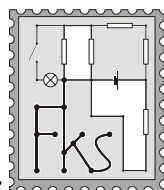
vzorové riešenia 2. série

A – kategória (starší)

20. ročník

letný semester

školský rok 2004/2005



www.fks.sk

FKS, KZDF FMFI UK

Mlynská dolina

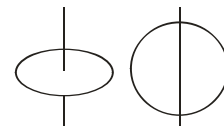
842 48 Bratislava

riesenia@fks.sk

info@fks.sk

A–2.1 P(a)lacka (opravoval Martin)

Majme kruh vyrezaný z homogénneho materiálu s hmotnosťou m a polomerom r . Jeho moment zotrvačnosti vzhľadom na os, ktorá prechádza stredom a je kolmá na rovinu kruhu, je $1/2mr^2$ (vľavo). Aký je moment zotrvačnosti vzhľadom na os, ktorá prechádza stredom a leží v rovine kruhu (vpravo)? Skúste úlohu vyriešiť bez použitia integrálov.



Musím uznať, že na prvý pohľad tento príklad vyzerá nie moc priateľsky, čo aj mnohí z vás napísali. Ale na druhej strane je jeho riešenie celkom jednoduché. Stačí si uvedomiť, čo je to moment zotrvačnosti:

Ak si dané teleso rozdelíme na veľmi malé časti (tak malé, že ich môžeme považovať za body), potom každá táto časť telesa prispieva k celkovému momentu zotrvačnosti príspevkom

$$I = m_i r_i^2,$$

kde m_i je hmotnosť tejto časti telesa a r_i je jeho vzdialenosť od osi. Celkový moment zotrvačnosti vzhľadom na danú os vyrátame tak, že sčítame tieto príspevky cez všetky časti telesa. (Keď počítame pomocou integrálov, tak robíme vlastne to isté, jediný rozdiel je to, že vtedy si dané teleso rozdelíme na nekonečne malé časti).

V našom prípade keď sa snažíme zrátať momenty zotrvačnosti kruhu, tak pre príspevky k momentom zotrvačnosti vzhľadom na jednotlivé osi bude platiť (používame označenie osí: os z je kolmá na disk a osi x, y prechádzajú kruhom a sú na seba kolmé)

$$I_x = m_i x_i^2,$$

$$I_y = m_i y_i^2,$$

$$I_z = m_i z_i^2.$$

Keďže je tam nejaká tá symetria, tak je jasné, že momenty zotrvačnosti okolo osi x a y sú rovnaké $I_x = I_y$. Ďalej vieme, že vzdialenosť od osi z si môžeme vyjadriť pomocou súradníc na osiach x a y , čo je vlastne Pytagorova veta:

$$z^2 = x^2 + y^2.$$

A odtiaľ už jasne vidieť, že pre I_z platí:

$$I_z = m_i (x_i^2 + y_i^2) = 2I_x.$$

Tento príklad bolo možné riešiť aj iným spôsobom, mnohí z vás využívali to, že vedeli moment zotrvačnosti tyče a poznali Steinerovu vetu. Pomocou nej si kruh rozdelili na úzke pásiky a našli ten istý výsledok (v prípade, ak postupovali dobre). Tento postup, aj keď už veľmi pripomínal integrovanie bol stále hodnotený ako dobrý.

Tu vysvetlím, čo som považoval za *nepoužívanie integrálov*: Ak niekto zobral vzorce pre moment zotrvačnosti v integrálnom tvare a integrovaním dostal nejaké hodnoty pre I_x, I_y a potom ich porovnal, tak to bolo zle. Všetko ostatné (aj keď sa to podobalo na integrovanie) som považoval za neintegrovanie a teda za správne (samozrejme, ak bol postup a výsledok dobrý).

A-2.2 Rádío jádria (opravoval Peťo)

Jadro rádria ${}^{226}_{88}\text{Ra}$, ktoré je v pokoji, sa rozpadá na jadro radónu ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ a časticu ${}^4_2\alpha$ (jadro ${}^4_2\text{He}$). Vypočítajte akou rýchlosťou sa bude pohybovať častica ${}^4_2\alpha$ dostatočne dlho po zrážke, keď už môžeme zanedbať vzájomné pôsobenie s ${}^{222}_{86}\text{Rn}$. Všetky rýchlosti sú malé v porovnaní s rýchlosťou svetla. Pokojové energie sú v tabuľke.

Ahojte. Asi jediným rozumným spôsobom ako také čosi počítať, je použitie zákonov zachovania. Najprv rozoberme zákon zachovania energie. Iste ste už niekde videli vzťah $E = mc^2$, a keďže ste riešitelia FKS, mohli by ste tušiť, čo to znamená. Ak máme nejakú časticu s hmotnosťou m , môžeme pomocou tohto vzťahu vypočítať jej energiu. Ak sa častica pohybuje vo voľnom priestore, jej energia je väčšia ako keby stála, takže pohybujúca sa častica bude mať aj väčšiu hmotnosť. Dôležité je uvedomiť si, že ak máme nejakú sústavu s energiou E a dôjde v nej k nejakým zmenám, pričom táto energia sa nezmení, výsledný aj počiatočný súčet hmotností všetkého, čo sa v tejto sústave nachádza, je rovnaký. Ak sme na začiatku mali jadro s hmotnosťou m_{Ra} a teda pokojovou energiou $m_{Ra}c^2$, aj po zrážke musí byť celková energia rovnaká, a keďže súčet hmotností častice α a jadra radónu je menší ako hmotnosť pôvodného jadra (rozdiel hmotností je zapríčinený zmenou potenciálnej energie jadrových síl), zvyšná energia sa premení na kinetické energie oboch nových častíc, ktorých súčet označíme $T_\alpha + T_{Rn}$. Podľa zákona zachovania máme teda rovnicu

$$m_{Ra}c^2 = m_\alpha c^2 + m_{Rn}c^2 + T_\alpha + T_{Rn}.$$

Všetky rýchlosti považujeme za dostatočne malé v porovnaní s rýchlosťou svetla, môžeme preto vyjadriť kinetickú energiu častíc pomocou nerelativistického vzťahu a dať tak do súvisu kinetické energie a rýchlosti/hybnosti častíc. Hybnosti a rýchlosti častice α a jadra radónu označíme ako p a v s príslušným indexom. Zrejme

$$p_\alpha = m_\alpha v_\alpha, T_\alpha = \frac{m_\alpha v_\alpha^2}{2} = \frac{p_\alpha^2}{2m_\alpha}.$$

Použijeme teraz zákon zachovania hybnosti. Na začiatku bolo jadro rádria v pokoji, takže jeho hybnosť bola nulová. Pokiaľ je sústava izolovaná (čo predpokladáme – inak by nemalo zmysel počítať tento príklad), musí byť aj po rozpade celková hybnosť nulová. Znamená to, že hybnosti produktov rozpadu sú rovnako veľké, ale majú opačný smer, takže ak ich vektorovo sčítam, dostanem vektor s nulovou dĺžkou. Máme teda sústavu dvoch rovníc o dvoch neznámych:

$$p_\alpha = -p_{Rn},$$
$$m_{Ra}c^2 = m_\alpha c^2 + m_{Rn}c^2 + \frac{p_\alpha^2}{2m_\alpha} + \frac{p_{Rn}^2}{2m_{Rn}}.$$

Jej riešením dostaneme

$$v_\alpha = \frac{p_\alpha}{m_\alpha} = c \sqrt{\frac{2m_{Rn}(m_{Ra} - m_{Rn} - m_\alpha)}{m_\alpha(m_{Rn} + m_\alpha)}} \approx 0,05 c \approx 15123 \text{ km/s}.$$

Ak nás náhodou zaujíma aj veľkosť rýchlosti jadra radónu, stačí hybnosť p_{Rn} ($= |p_\alpha|$) predeliť m_{Rn} , z čoho $v_{Rn} = 0,0009 c = 272 \text{ km/s}$. Obe rýchlosti sú dosť malé v porovnaní s rýchlosťou svetla c . Ak ste sa už niekedy stretli s relativistickými vzťahmi pre hmotnosť alebo hybnosť, od obyčajných sa líšili iba tým, že boli predelené výrazom $\sqrt{1 - v^2/c^2}$, ktorý v prípade častice α nadobúda hodnotu približne 0,9987, čo je skoro 1, takže použitie klasických vzťahov bolo oprávnené (mohli by ste síce namietat, že použitím iných vzťahov by sme dostali iné výsledky, no tie by sa od tých našich veľmi nelíšili).

Najčastejšou chybou vo vašich riešeniach bolo, že ste uvažovali len pohyb častice α a zanedbali energiu odnášanú jadrom Rn. Keďže jadro Rn je oveľa ťažšie, táto časť kinetickej energie je naozaj zanedbateľne malá, ale to bolo treba do riešenia napísať, lebo inak to vyzeralo, ako by ste vôbec netúžili po platnosti zákona zachovania hybnosti.

A-2.3 PoIE na osi (opravoval Robo, vzorák Peťo)

Vypočítajte veľkosť intenzity E elektrického poľa na osi prstenca s polomerom r nabitého rovnomerne rozmiestneným nábojom Q vo vzdialenosti x od jeho stredu.

Ahojte. Asi všetci z vás vedia, že veľkosť intenzity elektrického poľa E vo vzdialenosti r bodového náboja Q je rovná

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}.$$

Táto intenzita je však vektor, takže treba vedieť aj jeho smer. Dohodou sa určilo, že \vec{E} smeruje od náboja, ak je tento náboj kladný, a k náboju, ak je záporný. Elektrické pole má okrem tohto jednu užitočnú vlastnosť, a síce takzvaný princíp superpozície. Znamená to, že ak máme v priestore rozmiestnených viacero nábojov, výsledný vektor \vec{E} v každom bode dostaneme tak, že urobíme vektorový súčet polí od všetkých nábojov (budeme k sebe prikladať šípky a výsledok dostaneme spojením začiatku a konca vzniknutého útvaru). A toto sú asi všetky dôležité fyzikálne poznatky potrebné na vyriešenie tohto príkladu.

V zadaní je napísané, že náboj je na celom prstenci rozmiestnený rovnomerne. Ako fyzici vieme, že existuje elementárny náboj veľkosti $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C a že aj náboj na prstenci je tvorený z takýchto elementárnych nábojov (v prstenci sú zrejme elementárne náboje oboch znamienok, ale niektorých je viac, lebo inak by bol neutrálny). Našou úlohou je teda sčítat príspevky od všetkých týchto nábojov. Ak vám začínajú po rozume chodiť temné myšlienky o integráloch, nie je na tom nič zlé, ale dá sa to vyriešiť aj bez nich (vo FKS už veľa rokov nebol príklad, v ktorom by bolo nutné čosi integrovať).

Pozrime sa teda, ako by sme počítali len pole od jedného malého náboja: mohli by sme ho ako vektor rozdeliť na dve zložky. Označme \vec{E}_\perp zložku tohto poľa kolmú na os prstenca a \vec{E}_\parallel zložku s jeho osou rovnobežnú. Pre celkový príspevok jedného elementárneho náboja sediaceho na prstenci potom zrejme platí $\vec{E} = \vec{E}_\perp + \vec{E}_\parallel$. Teraz už len zrátať polia od všetkých nábojov rozmiestnených rovnomerne na prstenci.

Uvedomme si však, že oproti každému malému náboju sa na prstenci nachádza rovnako veľký náboj rovnakého znamienka, ktorého pole bude mať zložku kolmú na os opačnú a zložku rovnobežnú s osou rovnakú, takže pri sčítavaní sa jednotlivé \vec{E}_\perp navzájom vykompenzujú a všetky \vec{E}_\parallel sa sčítajú. Hľadané pole teda môžem dostať aj tak, že všetok náboj natlačím do jedného bodu prstenca, vypočítam intenzitu jeho elektrického poľa a zoberiem len jeho priemet na os prstenca. Ak skúmame pole v bode X na osi prstenca vzdialenom x od jeho stredu, vzdialenosť ľubovoľného bodu prstenca je podľa Pytagorovej vety rovná $\sqrt{r^2 + x^2}$, takže pre pole bodového náboja veľkosti Q dostaneme výraz

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2 + x^2}.$$

Nás však zaujíma len veľkosť tej zložky, ktorá je s osou rovnobežná. Ak α je uhol zovretý spojnicou QX a osou, potom

$$\cos \alpha = \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

a pre hľadanú intenzitu dostaneme:

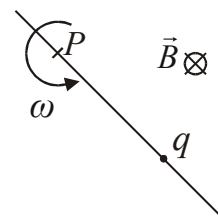
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2 + x^2} \cos \alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2 + x^2} \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}.$$

A je tu šťastne záver. Pre väčšinu z vás bol tento príklad hračkou, tých zopár „menej šťastných“ pozabudlo na fakt, že intenzitu možno rozdeliť na rovnobežnú a kolmú zložku, že

prstenec je 2D objekt, prípadne ste nepochopili, čo sa myslí ako os prstenca. Nezúfajte, netrhajte svoje riešenia, ale hor sa do novej série! Riešeniu zdar!!

A-2.4 Priame kmity (opravoval Juro)

V medzihviezdnom priestore sa nachádza priamka p ktorá sa otáča okolo svojho bodu P konštantnou uhlovou rýchlosťou veľkosti ω . Celé sa to nachádza v homogénnom magnetickom poli kolmom na rovinu pohybu priamky s indukciou B . Po priamke sa môže bez trenia pohybovať bodový náboj Q s hmotnosťou m . Vedci po dlhom skúmaní zistili, že za istých okolností koná tento náboj harmonické kmity po priamke p s rovnovážnou polohou v bode P . Čo musí spĺňať náboj Q , aby k tomuto javu došlo a aká je perióda týchto kmitov?



Ahojte.

Tak čo, vykmitaní? A nabití? Poďme sa strmhlav vrhnúť do riešenia našej vsutku zaujímavej úlohy. Ako nám napovedá zadanie, náboj bude pri svojej plavbe medzihviezdnym priestorom na priamke konať jeden veľmi zaujímavý druh pohybu. Ide o harmonické kmity a tie sú tak dôležité, že sa najskôr pozrieme, ako fungujú všeobecne.

Skúsme teda trochu porozmýšľať, ako funguje kmitavý pohyb. Ak chceme riešiť nejaký príklad v mechanike, väčšinou si napíšeme Newtonove rovnice pre sily a ich momenty. Teraz nás zaujímajú hlavne tie prvé, ktoré vyzerajú asi takto: $ma = F$, kde silu F vyjadríme vo všeobecnosti ako nejakú funkciu polohy, času, alebo rýchlosti. Táto rovnica nám vlastne dáva do súvisu polohu častice (prostredníctvom zrýchlenia a) a silu danú nejakým iným fyzikálnym zákonom. Sila môže byť konštanta – napríklad v homogénnom gravitačnom poli – kedy pre hmotné teleso dostaneme $ma = mg$. Môže to však byť aj trochu zložitejšie. Napríklad elektrická sila pôsobiaca na testovací bodový náboj v okolí iného bodového náboja závisí od polohy a magnetická sila okolo vodiča s prúdom dokonca aj od rýchlosti.

Ku kmitavému pohybu však dôjde len vtedy, keď sú splnené určité podmienky. Prvou z nich je, že existuje také usporiadanie sústavy, kedy sú všetky sily rovnováhy = rovnovážna poloha. V našom príklade je rovnovážna poloha náboja na priamke presne v bode P , lebo vtedy sa nepohybuje, takže naň nepôsobí ani magnetická, ani odstredivá sila. Ďalej musí platiť, že ak sa nami skúmané teleso z rovnovážnej polohy trochu vychýli, zvýši sa jeho potenciálna energia, tj. pôsobí naň taká sila, ktorá sa snaží vrátiť ho späť do rovnovážnej polohy, keďže všetky telesá sa chcú dostať do stavu s čo najmenšou energiou. Avšak nášmu telesu sa zvýšila energia, tak s tým bude chcieť niečo spraviť. Ak teleso chytíme a z rovnovážnej polohy vychýlime, bude sa teda do nej chcieť vrátiť, pričom jeho potenciálna energia sa bude premieňať na kinetickú, preletí rovnovážnou polohou a vychýli sa na opačnú stranu. Tento dej sa bude stále opakovať, pokiaľ nemáme nejaké trecie sily.

Na strednej škole sa stretnete s jedným špeciálnym druhom kmitavého pohybu, a síce s harmonickými kmitmi. Ich vlastnosťou je, že sila, ktorá na vychýlené teleso pôsobí, je priamo úmerná veľkosti jeho výchylky a pôsobí v smere jej poklesu. Toto platí napríklad pre závažie zavesené na pružine, a na prekvapenie mnohých je to splnené aj v našom príklade. Pre pružinu so závažím platí pohybová rovnica v tvare: $F = ma = -kx$, kde x je vzdialenosť závažia od rovnovážnej polohy a a je jeho zrýchlenie. Z učebnice fyziky vieme, že pre periódu takéhoto kmitavého pohybu platí

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Ak sa nám teda podarí upraviť vyjadrenie sily pôsobiacej na náboj Q na priamu úmernosť, budeme môcť pomocou koeficientov zodpovedajúcich k , m v tejto rovnici, vypočítať periódu kmitov náboja okolo bodu P .

Napapaní teórieu, môžeme sa pozrieť, ako bude vyzerat' náš konkrétny prípad. Podľa návodu si ideme vyjadrovať sily, ktoré pôsobia na naše teleso, na náboj. Keďže je pevne viazaný na rotujúcu priamku, bude naň pôsobiť odstredivá sila veľkosti $F_o = m\omega^2 r$. (Kde označujem podľa obrázku.) Táto sila pôsobí neustále po priamke a bude stále ťahať naše teleso preč od bodu P. Našťastie je tu ešte magnetická sila. Tá, ako všetci dobre vieme, pôsobí na náboje pohybujúce sa v magnetickom poli. Náš náboj sa pohybuje v zadanom medzihviezdnom magnetickom poli okamžitou rýchlosťou $v = \omega r$, ktorá je vždy a stále kolmá na fixujúcu priamku. Magnetická sila pôsobiaca na takéto teleso má veľkosť $F_m = QvB \sin \alpha$, kde α je uhol medzi smerom rýchlosti a smerom magnetickej indukcie. V našom prípade je vektor magnetickej indukcie kolmý na rovinu, v ktorej dochádza k pohybu náboja, takže $\sin \alpha = 1$. Smer takejto sily určuje už neviem koho pravidlo pravej ruky, ktoré hovorí o tom, že smer sily nám ukáže vysunutý palec pri pohybe ruky od vektora rýchlosti k vektoru magnetickej indukcie. Bystrejší v tom všetkom spozorovali vektorový súčin $F_m = Q(v \times B)$. Znamená to, že sila je stále kolmá na indukčne čiary magnetickeho poľa, teda je v rovine otáčania priamky a je stále kolmá na rýchlosť, ktorá je kolmá na priamku, takže jej nezostáva nič iné, ako byť rovnobežná s priamkou. Pozrite si obrázok. Pôsobí teda tým istým smerom, ako odstredivá sila, ale použitím všetkých pravidiel a obrázka zisťujeme, že má vždy orientáciu do bodu P, na rozdiel od odstredivej sily, ktorá má orientáciu od bodu P. Výslednica týchto dvoch síl bude teda mať opäť smer po priamke. Jej veľkosť bude

$$F = F_o - F_m$$

Pričom za kladný smer sme zvolili smer doprava (podľa obrázku). Vypočítaním výslednice dostaneme (všetko označujeme ako na obrázku)

$$F = F_o - F_m = m\omega^2 r - QvB = m\omega^2 r - Q\omega r B = (m\omega - QB)\omega r$$

Vidíme, že výsledná sila je úmerná výchylke. Môžeme teda povedať, že ak bude koeficient pre výchylkou v tomto výraze záporný, t.j. $F = -kr$, bude náboj konať harmonické kmity okolo bodu P s periódou

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Na to, aby to celé harmonicky kmitalo, musí byť splnená podmienka

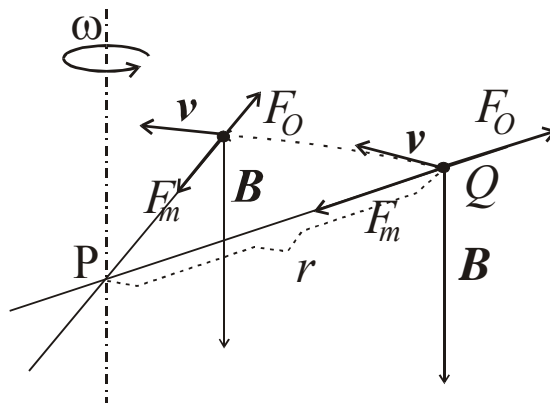
$$(m\omega - QB)\omega < 0 \Rightarrow m\omega - QB < 0,$$

$$m\omega < QB \Rightarrow Q > \frac{m\omega}{B}.$$

Pri takomto náboji, bude magnetická sila dosť veľká na to, aby prevýšila odstredivú a náboj mohol harmonicky kmitať. Všimnime si, že čím slabšie je magnetické pole, tým väčší musí byť náboj, tak isto ako čím rýchlejšie sa otáča priamka. Teraz už ľahko dorátame periódou tohto pohybu

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{(m\omega - QB)\omega}}$$

Tak to je vše přátelé. Majte sa krásne, užívajte si prvé jarné dni a nenechajte prírodu, aby s vami v tomto ozaj ťažkom období moc mávala a sústreďte sa na dôležité veci, ako napríklad FKS a podobne. Riešitelia, nebehajte za riešiteľkami a riešiteľky, nebehajte za riešiteľmi a radšej si to každý poráajte sami. Držte sa a tešte sa na sústredenie.



FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

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

Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	⊙	A-2.1	A-2.2	A-2.3	A-2.4	⊗	Σ
1. Závodný	Jakub	ok.	G BA Grösslingova	20,0	5,0	5,0	5,0	5,0		40,00
2. Bzdušek	Tomáš	sx. A	G Piešťany	19,6	5,0	5,0	5,0	5,0		39,65
3. Hrdá	Marcela	3 IB	G BA J. Hronca	19,5	5,0	5,0	5,0	5,0		39,50
4. Perešíni	Peter	3 F	G BB Tajovského	19,3	5,0	5,0	5,0	5,0		39,29
5. Dzetkulič	Michal	4 A	G PH Michalovce	18,0	5,0	4,8	5,0	5,0		37,80
6. Imriška	Jakub	3 A	G BA J. Hronca	18,9	2,0	5,0	5,0	2,5		34,61
7. Petrik	Peter	4 IB	G BA J. Hronca	15,7	5,0	4,9	5,0	2,5		33,10
8. Veselovská	Lenka	se.	G Lipt. Mikuláš	14,4	5,0	4,9	5,0	2,0		32,05
9. Mikuláš	Ján	se.	G BST Lučenec	17,0	5,0	3,0	2,0	3,5		31,78
10. Pôbišová	Zuzana	3 F	G BB Tajovského	15,0	5,0	5,0	5,0	2,0	-1	31,76
11. Kravec	Martin	3 A	G PH Michalovce	15,3	1,0	5,0	5,0	4,0		31,39
12. Zámečník	Peter	3 D	G MRŠ NMV	15,3	1,0	5,0	5,0	3,5		30,96
13. Sudolský	Michal	2 F	G BB Tajovského	14,4	1,0	5,0	5,0	4,5		30,91
14. Komorovský	Marek	se.	G Dubnica n. Váhom	14,3	1,0	5,0	4,6	4,5		30,50
15. Šibík	Juraj	4 D	G Považská Bystrica	13,0	5,0	4,0	5,0	3,5		30,50
16. Kaniansky	Miroslav	se. A	G Piaristické Nitra	14,5	5,0	5,0	2,5	2,0		30,24
17. Kucharík	Marcel	3 D	G MRŠ NMV	12,5	1,0	5,0	5,0	4,0		28,61
18. Astaloš	Róbert	4 A	G Rimavská Sobota	15,5	1,5	5,0	2,0	4,5		28,50
19. Korch	Jakub	7 A	G Piaristické Nitra	10,6	4,0	5,0	3,2	2,5		26,46
20. Sasák	Róbert	4 D	SPŠE Piešťany	15,6	0,5	0,5	5,0	4,5		26,10
21. Foltín	Miroslav	3 C	G Jána Hollého	17,0	1,0	3,0	1,5	2,0		25,87
22. Piják	Peter	4 B	G VOZA	9,0		5,0	5,0	2,0		21,00
23. Svítková	Lucia	3 B	G VBN Prievidza	13,9	-	3,5	2,0	-		20,60
24. Obžerová	Gabriela	3 B	G VBN Prievidza	12,2	0,5	3,0	3,0	0,5		20,56
Ladecky	Martin	4 B	G VOZA	9,5	1,0	5,0	5,0	0,0		20,50
26. Rušin	Michal	ok.	G Spišská Stará Ves	11,0	2,0	5,0	2,0			20,00
27. Simančík	František	ok.	G BA Grösslingova		5,0	5,0	5,0	4,5		19,50
28. Bachratá	Alenka	3 B	G VOZA	9,4	-	4,9	3,0	-		18,77
29. Hergelová	Beáta	3 B	G BST Lučenec	16,0						15,95
30. Fačkovec	Boris	se. A	G Piešťany		2,0	5,0	5,0	3,5	-2	14,55
31. Vojtko	Andrej	ok. A	G Skalica	10,0	1,0	1,0	1,8	0,5		14,30
32. Petruchová	Zuzka	se.	G BA Grösslingova	8,4	1,0	3,0	-	0,5		13,91
33. Lalinský	Ján	4		12,4						12,40
34. Uchytílová	Vendula	3 A	G J.K.Tyla	11,0						11,00
35. Berta	Peter	2 A	G Veľké Kapušany	9,4						9,44
36. Švihranová	Ivana	3 C	OA Hrobákova 11	3,5						3,52

Milá mládež!

Je nám čťou 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 informácií sa objaví na stránkach www.kms.sk alebo www.fks.sk.

Vaše FKS