FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

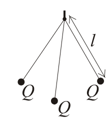
vzorové riešenia 2. série
A – kategória (staršia)
20. ročník
zimný semester
školský rok 2004/2005

www.fks.sk

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

A – 2.1 Tetraéder (opravovala Zuzka B.)

V jednom bode sú upevnené tri rovnako dlhé nite visiace nadol. Na ich koncoch sú rovnaké náboje veľkosti Q (pozri obrázok). Aká má byť veľkosť týchto nábojov, aby boli ich vzájomné vzdialenosti nábojov rovné dĺžke nití? Tiažové zrýchlenie je g.



Ahojte, statoční FKSáci! Hor sa do odhaľovania tajov tetraédera. Tetraéder má niekoľko príjemných vlastností, my využijeme hlavne to, že náboje sa nachádzajú vo vrcholoch rovnostranného trojuholníka pričom, bod závesu sa nachádza presne nad jeho ťažiskom. Toto nám umožňuje celý čas skúmať iba jeden z nábojov a na konci s kamennou tvárou vyhlásiť, že ostatné dva sa správajú rovnako. Pozrime sa teda na najsympatickejší náboj, podľa mňa je to ten vpravo- určite ste si všimli, že na vás občas žmurkne. Aké sily pôsobia na náš náboj? Tu ich máme:

1) dve rovnako veľké odpudivé elektrické sily spôsobené ostatnými dvoma nábojmi
2) gravitačná sila
3) reakčná sila nite

Aby sa náboje nepohybovali, musí byť výslednica týchto síl nulová. Ostatné je len otázkou fyziky a geometrie:

Nech hmotnosť náboja je m (t.j. hmotnosť elektrónov plus nejaký kúsok kovu, v ktorom je náboj „uväznený"). Na náboj pôsobí gravitačná sila v smere kolmom na podstavu tetraédera

$$F_g = mg.$$

Z Coulombovho zákona vyjadríme silu, ktorou pôsobia na seba dva náboje veľkosti Q vo vzdialenosti l

$$F_e = kQ^2/l^2 , \quad \text{kde} \quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon}.$$

Uvedomme si, že na skúmaný náboj pôsobia dve takéto sily rovnobežné s podstavou tetraédera a navzájom zvierajúce uhol 60°. (Sú rovnobežné so stranami rovnostranného trojuholníka, ktorého vrcholy tvoria náboje). Ich výslednicou je teda sila

$$F = 2F_e\sin 60° = \sqrt{3}\, F_e.$$

Táto sila pôsobí v smere rovnobežnom s podstavou tetraédera. Na náboj, a teda aj na nitku, pôsobí výslednica síl F_g a F. Nitka zareaguje - ako inak - reakčnou silou v smere nitky. Ak by náhodou táto sila nebola rovnako veľká a opačného smeru, výslednica všetkých síl pôsobiacich na náboj by nebola nulová a náboj by sa pohyboval. My však máme náboj už pekne zastavený, a preto môžeme vyhlásiť, že reakčná sila nitky JE opačného smeru, ako výslednica síl F a F_g. Preto nám stačí zistiť uhol, pod akým je nitka vzhľadom na podstavu tetraédera. Z obr. vyplýva:

$$\mathrm{tg}\,\alpha = h/r, \quad \text{kde} \quad r = |\mathrm{AT}| = 2v/3, \;\; v = |\mathrm{AP}| = l\sqrt{3}/2 \;\; \text{a} \;\; h = |\mathrm{DT}|, \;\; \text{potom}$$

$$r = l\sqrt{3}/3 \;\; \text{a} \;\; h = \sqrt{l^2 - r^2} = \sqrt{l^2 - l^2/3} = l\sqrt{2/3}\,.$$

Z toho

$$\mathrm{tg}\,\alpha = \sqrt{2}\,.$$

Taký istý uhol musí zvierať výslednica síl F a F_g s podstavou tetraédera a teda aj so silou F. Potom platí

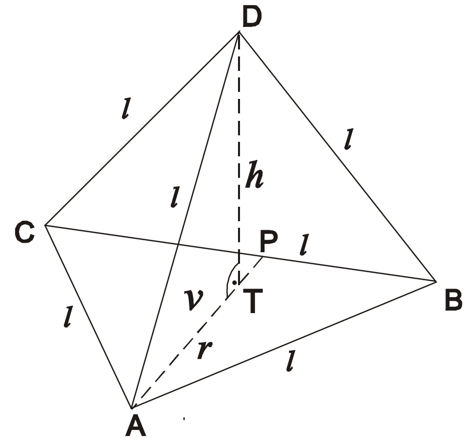
$$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{F_g}{F} = \frac{F_g}{\sqrt{3}F_e}, \text{ potom } F_e = \frac{F_g}{\sqrt{3}tg\alpha} = \frac{F_g}{\sqrt{6}},$$

po dosadení

$$kQ^2/l^2 = mg/\sqrt{6}\ .$$

Z toho

$$Q = l\sqrt{\frac{mg}{\sqrt{6}k}} = 2l\sqrt{\frac{mg\pi\varepsilon}{\sqrt{6}}}\ .$$



Na konci len poznamenajme, že sme zanedbali hmotnosť nití a tiež gravitačné pôsobenie nábojov na seba (gravitačná interakcia bude pre rozumné hodnoty oveľa slabšia). No a vaše riešenia.. V princípe to nebolo zlé. Akurát: reakčná sila nite je sila pôsobiaca na náboj a je rovnako dobrá ako napríklad sila gravitačná. Preto na ňu nezabúdajte, keď hovoríte o všetkých silách pôsobiacich na náboj, ju to potom deprimuje. Ďalej by ste mali krotiť svoje vzletné odpisy, ktoré používate na popis situácie. Vety ako: "Hľadáme silu, ktorá vyruší gravitačnú…" nie sú principiálne nesprávne, ale zavádzajú. Keď sa potom stretnete so zložitejšou sústavou, bude vás to navádzať na intuitívne úvahy, ktoré väčšinu nešťastnej mládeže sklamú. Suchopárna realita – štyri sily, tri sú známe (vyjadriteľné od m, Q, l), štvrtá má fixovaný smer, nulová výslednica, jedzte veľa vitamínov a podobné mottá vás dovedú k správnemu výsledku.

A - 2.2 Klada a tráva (opravoval Palo)

Kvádrová klada dĺžky l a hmotnosti m sa pozdĺžne šúcha s nulovým trením po ľade rýchlosťou v. Zrazu ľad končí a začína tráva, po ktorej sa klada šúcha s trením f. Aký pohyb bude vykonávať klada, keď bude nabiehať na trávu? Určite, ako ďaleko sa klada po tráve dostane.

Čaute. Táto úloha sa dala riešiť viacerými spôsobmi a tak medzi vašimi riešeniami sa objavilo niekoľko úplne odlišných spôsobov riešenia problematiky. Asi najväčší problém bol opísať, aký pohyb bude vykonávať klada pri nabiehaní na trávu. Tak sa na to teraz pozrime bližšie.

Ak sa na tráve nachádza časť klady s dĺžkou x (na tráve sa teda nachádza x/l našej klady), pôsobí na ňu trecia sila

$$F_T = -fmgx/l, \qquad (1)$$

a keďže časť klady na tráve je pevne spojená s druhou časťou, ktorá je na ľade (samozrejme, inak by sme mali dve klady ☺), tak táto sila pôsobí na celú kladu. Teda klada je brzdená silou F_T, až kým celá neprekĺzne na trávu, ak sa to vôbec stane!!! Keď už celá klada bude na tráve, brzdiaca sila bude

$$F_{TK} = -mgf.$$

Ak sa na vzťah (1) lepšie pozrieme, zistíme, že sila závisí lineárne od x a teda existuje analógia medzi mechanickým oscilátorom ($F = -kx$) a našou kladou ($F_T = -fmgx/l$). Môžeme si to predstaviť, ako keby sa klada šmýkala ďalej po ľade, lenže by bola k niečomu (napríklad ku klincu) pripevnená pružinou. Táto pružina pôsobí takým istým silovým účinkom, ako trecia sila, avšak iba dovtedy, kým sa celá klada nedostane na trávu. Potom.. ale to si necháme na potom.

Pohyb oscilátora opisuje rovnica

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi),$$

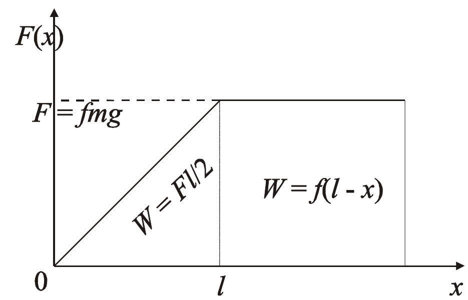
kde A je amplitúda, čiže maximálna výchylka oscilátora a ω je uhlová frekvencia a φ je začiatočná fáza. Našou úlohou je už len nájsť k čomu sú φ, ω a A v našom prípade ekvivalentné. Tak poďme teda na to: Čas budeme počítať od okamihu, keď klada začala nabiehať na trávu. Preto v čase $t = 0$ je $x(0) = 0$, z čoho $\varphi = 0$. Pre uhlovú frekvenciu platí

$$\omega = \sqrt{k/m} \text{ a v našom prípade } k = fmg/l, \text{ teda } \omega = \sqrt{fg/l}\ .$$

Poďme sa teraz zamyslieť nad amplitúdou. Logika vraví, že klada má 3 možnosti ako sa správať, a to:

a) tráva ju zastaví ešte prv, ako sa celá dostane na trávu,
b) klada sa presne celá dostane na trávu,
c) klada sa ešte chvíľu bude šúchať celá po tráve.

Rozoberme si najprv možnosti a), b). Teraz môžeme využiť zákon zachovania energie – kinetická energia klady E_k sa premení na prácu trecích síl E_T (resp. potenciálnu energiu pružiny). My síce žiadnu pružinu nemáme, ale už sme zistili, že trecia sila sa pri nabiehaní správa presne ako pružina s tuhosťou k. Prácu E_T ľahko určíme z grafu závislosti trecej sily od posunutia x (analógie s oscilátorom kde $E_P = kx^2/2$),



$$E_T = \frac{F_T x}{2} = \frac{mgfx^2}{2l}.$$

Teda ak $E_T = E_K$, tak

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mgfA^2}{2l}, \quad \text{odkiaľ} \quad A = v_0\sqrt{\frac{l}{gf}}.$$

A už máme všetko, čo sme potrebovali do našej rovnice, tak teraz už len dosadíme:

$$x(t) = v_0\sqrt{l/gf}.\sin(t\sqrt{gf/l}) \text{ a analogicky } v(t) = v_0\cos(t\sqrt{gf/l}).$$

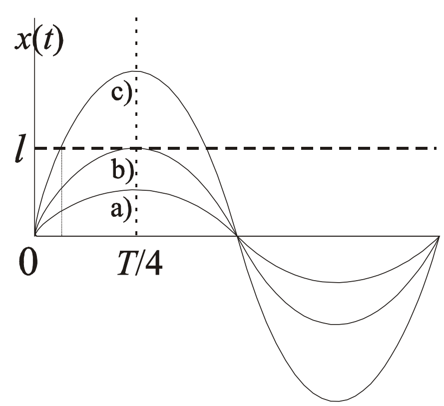
Tak tieto rovnice nám opisujú pohyb, aký vykonáva klada pri nabiehaní na trávu, ale len pri nabiehaní. Ak je celá klada na tráve, potom trecia sila už nie je lineárne závislá od posunutia x, a teda nami použitá analógia prestáva platiť (čo je prípad c)) !!! Ale kedy sa klada dostane celá na trávu? Ak má dostatočne veľkú začiatočnú rýchlosť, aby prekonala vzdialenosť l, k čomu potrebuje mať začiatočnú kinetickú energiu väčšiu ako práca, ktorú vykonajú trecie sily počas úseku l, čiže

$$mv_0^2/2 > mgfl/2.$$

Ak teda platí $v_0 > \sqrt{gfl}$, nastáva prípad c). Po prekonaní vzdialenosti l, pôsobí na kladu konštantná trecia sila F_{TK}. Celková kinetická energia klady sa teda premení na prácu trecích síl pri nabiehaní (natiahnutie pružiny oscilátora) a prácu trecích síl po ukončení nabiehania. Preto platí:

$$mv_0^2/2 = fmgl/2 + (x - l)fgm, \text{ odkiaľ}$$

$$x = \frac{1}{2}\left(\frac{v_0^2}{fg} + l\right).$$



A teraz sa pozrime na graf. Už presne poznáme funkciu, ktorá opisuje polohu klady počas nabiehania na trávu. Ale ako to vlastne vyzerá??? Krivka (respektíve sínusoida) v prípade a), má amplitúdu menšiu ako l a zastaví sa vo vzdialenosti $x_{max} = A$ v čase $t = T/4$ (na rozdiel od mechanického kyvadla, ktoré by sa po dosiahnutí maximálnej výchylky začalo vracať, teda v našom prípade, keď sa už raz klada zastavila, tak sa už znovu nerozhýbe – no to je teda osud :-)). Krivka v prípade b), sa dotýka práve „našej hranice" $x = 1$ tiež v čase $t = T/4$. Celá klada sa zastaví presne na tráve a v prípade c), naša krivka pretne hranicu $x = l$ v čase $t < T/4$, ale ďalej sa už nepohybuje podľa nášho vzťahu, ale keďže odporová sila je už konštantná, pohybuje sa po parabole – rovnomerne spomalený pohyb.

Tak to by bolo asi všetko, majte sa ...

A – 2.3 Prší prší (opravoval Škrek)

Saška s Prikim sa išli jedného krásneho dňa prejsť. Nepozreli si však predpoveď počasia a prekvapil ich dážď. Keď sa utekali skryť všimli si, že veľké kvapky padajú rýchlejšie ako malé. Skúste vysvetliť ich pozorovanie a odhadnite o koľko padá veľká kvapka rýchlejšie ako malá.

Fúúúúú, hvízda vietor, počujem ako letím, dole to je krása … *plesk!!* Fúú, hvízda vie…*plesk!!*

Ako ste sa iste dovtípili, hore uvedené lyrické úvahy patrili životným dráham (mimochodom celkom priamočiarym, ak neuvažujeme bočný vietor…) veľkej a malej kvapky. Nám už zostáva iba zistiť, ktorý príbeh patrí ktorej kvapke.

Predpokladajme, že ten bočný vietor si na chvíľu dal pauzu a išiel do baru na kofolu. Ďalej predpokladajme, že sused náhodou nenarazil na ropu a teda kvapky, čo padajú z neba sú z vody. To nie je ani tak dôležité z hľadiska hustoty, ako z hľadiska povrchového napätia, ktoré má voda celkom veľké. S týmto predpokladom ďalej predpokladajme, že kvapka má tvar gule. Je to veľmi dobrá aproximácia (dokonca by som si odvážil tvrdiť, že lepšia ako klasický tvar slzy[1]) práve vďaka dostatočne vysokému povrchovému napätiu. Ďalej predpokladajme, že kvapky sú oveľa väčšie ako molekuly vzduchu, aby sme mohli zanedbať difúzne javy (ktoré sa napríklad nedajú úplne zanedbať pri skúmaní správania hmly, čo je tiež istá forma dažďa).

Teraz na chvíľu odskočme od predpokladania a rozoberme si aké sily na kvapku pôsobia. Tak určite tam bude gravitačná sila, ako inak by tie kvapky mohli začať padať, že?

$$F_g = mg,$$

kde m - hmotnosť kvapky, g - gravitačné zrýchlenie.

No ale ešte tu máme odporovú silu prostredia. Väčšina z vás správne usúdila, že to bude Newtonova aerodynamická odporová sila:

$$F_{aero} = \frac{1}{2} C S \rho_p v^2,$$

kde C - je konštanta závislá od tvaru, S - plocha kolmého prierezu na smer rýchlosti pohybu, ρ_p – hustota prostredia okolo kvapky.

Za zmienku ešte stojí iná odporová sila, a to Stokesova odporová sila, ktorá závisí od rýchlosti iba lineárne, t.j. v prvej mocnine. Tá sa tu nedá použiť, lebo platí iba pre laminárne prúdenie vo vysoko viskóznych tekutinách, čo nie je náš prípad.

No a hor sa opäť predpokladať, ale teraz už iba krátko. Predpokladajme teda, že kvapky padajú z dostatočne vysokej výšky a odporová sila sa vyrovnala s gravitačnou, a teda padajú konštantnou rýchlosťou. Keď si uvedomíme, že odhadom stačí bohate (veľmi bohate) takých 200 metrov a mraky začínajú pršať vo výške takých 1 až 2 kilometrov, tak náš predpoklad je splnený.

Čiže

$$F_g = F_{aero},$$

$$mg = \frac{1}{2} C S \rho_p v^2, \text{ z toho } \quad v = \sqrt{\frac{2mg}{CS\rho_p}}.$$

Pre hmotnosť m a prierez S gule platí

$$m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_v, \; S = \pi r^2,$$

kde r – je polomer kvapky, ρ_v – hustota kvapky t.j. vody v našom prípade. Z toho dostaneme, že

$$v = \sqrt{\frac{8 r \rho_v g}{3 C \rho_p}}.$$

Vidíme, že rýchlosť kvapky rastie s polomerom, t.j. čím väčší polomer pre daný pomer hustôt, aerodynamickej konštanty a gravitačného zrýchlenia, tým väčšia je rýchlosť kvapky padajúcej dole. Celé to vyplýva z faktu, že gravitačná sila rastie s treťou mocninou r (s objemom) naproti odporovej sile, ktorá rastie iba s mocninou druhou (s plochou), lebo odpor je úmerný zrážkam

[1] Nedá mi nepristaviť sa pri tomto. Viem, že bol vykonaný vedecký výskum, ktorý sa zaoberal kvapkaním vody z vodného kohútika, kde zistili vedci, že kvapka má naozaj tvar gule, bez toho chvostíka na konci!! Neviem do akej mieri to platí pri vyšších rýchlostiach, ale myslím, že sa ten tvar práve vďaka silnému povrchovému napätiu veľmi nezmení. Koho by to viac zaujímalo doporučujem knihu Čísla prírody od autora menom Ian Stewart.

molekúl vzduchu s molekulou kvapky na povrchu kvapky, zato tiaž pôsobí na každú molekulu kvapky aj vo vnútri kvapky!

Ostáva nám už iba číselne odhadnúť, o koľko bude väčšia kvapka rýchlejšia od menšej. Najprv si vyriešime problém aerodynamickej konštanty. Pre aerodynamický tvar (blízky tvaru slzy) je $C \cong 0{,}08$, pre tvar gule je $C \cong 0{,}4$. Pokiaľ ide o bodovanie, tak akýkoľvek výber tejto konštanty v rozmedzí od 0,5 po 0,05 bol ohodnotený ako správny. Polomer malej kvapky r môže byť v okolí od 0,5 do 1 mm a polomer veľkej kvapky R okolo 2 – 3 mm, ale aj pri výbere polomerov som bol otvorený iným názorom.

Pre $r = 0{,}0005$ m ; $R = 0{,}002$ m ; $C = 0{,}4$; $g = 9{,}81$ m.s^{-2}; $\rho_v = 1000$ kg.m^{-3}; $\rho_p = 1{,}28$ kg.m^{-3} mi vyšli tieto približné čísla:

$$v(r) \approx 5 \text{ m.s}^{-1}, \quad v(R) \approx 10 \text{ m.s}^{-1}, \quad v(R) - v(r) \approx 5 \text{ m.s}^{-1}.$$

Nakoniec sa zdá, že je zaujímavé dorátať, koľko krát ide väčšia kvapka rýchlejšie ako menšia. Aj túto odpoveď na otázku som považoval za správnu, pokiaľ bola v podobnom tvare ako

$$v(R) = \sqrt{\frac{R}{r}}\, v(r).$$

No a toto už bola naozaj posledná kvapka.

A – 2.4 Ponorka (opravovali Ferko a Martin, vzorák Martin)

Nautilhumus, ponorka chýrneho Mena, používala silný elektrický reflektor, aby sa mohla bezpečne pohybovať aj vo veľkých hĺbkach. Priehľadný kryt reflektora sa vždy pri dlhšom svietení rozpáli až do teploty 150°C. Ohriata voda v jeho blízkosti nemôže voľne odtekať hore (reflektor je na spodku ponorky a navyše v preliačenine), preto sa vždy ohreje až na maximálnu možnú teplotu. Predstavte si, že ponorka je hlboko pod vodou a pomaly sa začne vynárať. Zrazu voda pri reflektore začne vrieť. Vysvetlite prečo a zistite, v akej hĺbke sa to stalo.

Čaute! V tomto príklade ste všetci správne pochopili podstatu problému: Vo vode v určitej hĺbke je tlak vyšší ako tu u nás „suchozemcov“, je tam konkrétne o hydrostatický tlak viacej. No a s rastúcim tlakom sa mení aj teplota, pri ktorej voda vrie. Ak si myslíte, že našich klasických 100 ^{o}C je vševesmírna konštanta, mýlite sa – tá teplota je význačná iba tým, že akurát pri nej tlak nasýtených pár vody presiahne bežný atmosférický tlak vzduchu a voda sa preto začne odparovať v celom svojom objeme (v rámci malých hĺbok, kde ešte nie je rozhodujúci hydrostatický tlak vody) – vedci tento netriviálny jav pomenovali var a môžete sa s ním stretnúť v čaji. No a ako vlastne rastie tlak nasýtených pár vody s rastúcou teplotou? Zložito. A tu nastala schizma vo vašich riešeniach, pretože asi polovica z vás to riešila systémom: otvorím tabuľky a nájdem prvý vzorec, ktorý má nadpis „závislosť teploty varu vody od tlaku“. Našli ste:

$$\frac{t_v}{{}^{0}C} = 71{,}6 + 28.\frac{p}{10^5\,Pa}$$

A pritom ste si asi zabudli prečítať vetu o tom, kedy platí, citujem (MFChT 2002 str. 171): V rozpätí (0,9 - 1,075).10^5 Pa sú odchýlky od správnej hodnoty menšie ako 0,1 %. Hodnota (0,9 - 1,075).10^5 Pa prislúcha teplotám 98 - 102 °C, takže pri teplotách 150 °C bude odchýlka značne väčšia ako 0,1 % (v skutočnosti je dokonca väčšia ako 100 %).

Je to spôsobené tým, že hľadaná závislosť nie je ani zďaleka lineárna, ale je to dosť humusná (veď sme na Nautilhumuse, tak musíme očakávať nejaké humusnosti) exponenciálna závislosť. A túto exponenciálu (ako každú rozumnú funkciu) môžeme v okolí 100 °C približne nahradiť (aproximovať) lineárnou funkciou. Dopustíme sa pritom tým väčšej chyby, čím ďalej od 100 °C budeme náš vzorec používať. Takže to je zdôvodnenie, prečo ste nemohli použiť spomínaný vzorec a prečo išli body dolu. Tí z vás, ktorí si to uvedomili, našli na predchádzajúcej strane MFChT skutočnú závislosť a určili (správne), že teplota varu vody je 150 °C pri tlaku 4,7 10^5 Pa.

No a ďalej vieme, že tlak p v hĺbke h je súčtom hydrostatického a atmosferického tlaku

$$p(h) = p_a + \rho g h = 4{,}7.10^5 \text{ Pa},$$

odkiaľ zistíme, že hĺbka h je cca 37 m.

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

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

	Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	①	A-2.1	A-2.2	A-2.3	A-2.4	☠	Σ
1.	Závodný	Jakub	ok.	G BA Grösslingova	20,00	5,0	5,0	5,0	5,0		40,00
2.	Lalinský	Ján			19,65	5,0	5,0	4,5	5,0	2	37,29
3.	Imriška	Jakub	3 A	G BA J. Hronca	15,70	5,0	4,2	3,5	5,0		34,01
4.	Simančík	František	ok.	G BA Grösslingova	15,00	5,0	5,0	4,0	5,0		34,00
5.	Burger	Michal	ok.	G BA Grösslingova	13,00	5,0	5,0	5,0	5,0		33,00
6.	Takáč	Slavomír	3	G Nové Zámky	12,44	5,0	5,0	3,5	5,0		31,36
7.	Perešíni	Peter	3 F	G BB Tajovského	12,97	5,0	4,0	5,0	3,8		31,35
8.	Hrdá	Marcela	3 B	G BA J. Hronca	11,50	5,0	4,5	4,5	5,0		30,79
9.	Dzetkulič	Michal	3 A	G PH Michalovce	14,70	4,5	2,0	2,5	5,0		29,96
10.	Tejiscak	Matus			10,00	5,0	3,8	5,0	5,0		28,80
11.	Astaloš	Róbert	4 A	G Rimavská Sobota	12,50	5,0	2,5	5,0	3,5		28,50
12.	Takács	Michal	3 F	G BB Tajovského	12,00	5,0	1,0	5,0	3,8		27,95
13.	Kováč	Adrián	4 A	G PH Michalovce	11,00	5,0	2,0	4,5	5,0		27,50
14.	Hergelová	Beáta	3 B	G BST Lučenec	10,00	5,0	3,5	5,0	3,5	1	26,76
15.	Komorovský	Marek	se.	G Dubnica n. Váhom	11,49	5,0	2,0	3,5	3,5		26,75
16.	Kuchárik	Marcel	3 D	G MRŠ NMV	12,49	4,5	2,5	1,0	4,8		26,67
17.	Mikuláš	Ján	se.	G BST Lučenec	9,50	5,0	3,2	5,0	3,5		26,20
18.	Duník	Matej	3 B	G VOZA	13,44	5,0	4,0	-	3,0	1	25,88
19.	Berta	Peter	2 A	G Veľké Kapušany	12,97	3,0	1,5	3,5	3,7	1	25,12
20.	Fačkovec	Boris	se. A	G Piešťany	9,44	3,0	4,0	4,5	5,0	2	24,81
21.	Pôbišová	Zuzana	3 F	G BB Tajovského	11,50	5,0	0,5	1,0	5,0		24,47
22.	Kaniansky	Miroslav	se. A	G Piaristické Nitra	6,26	5,0	4,0	3,5	3,8		23,46
23.	Molčány	Dušan	3 B	SPŠS BA Fein. nábr.	7,26	5,0	0,5	3,5	5,0		22,52
24.	Foltin	Miroslav	3 C	G Jána Hollého	9,97	4,5	2,0	1,0	3,5		22,45
	Štolcová	Jana	se.	G Nitra Párovská	11,97	4,5	2,0	-	2,5		22,45
26.	Šibík	Juraj	4 D	G Považská Bystrica	8,50	4,0	3,5	3,0	3,5	1	21,50
27.	Zámečník	Peter	3 D	G MRŠ NMV	8,91	4,5	1,0	1,0	3,5		20,41
28.	Sasák	Róbert	4 D	SPŠE Piešťany	10,00	2,0	4,8	1,0	1,5		19,30
29.	Vojtko	Andrej	ok. A	G Skalica	6,00	3,0	-	4,5	5,0		18,50
30.	Piják	Peter	4 B	G VOZA	3,00	3,0	4,0	5,0	2,5		17,50
31.	Korch	Jakub	7 A	G Piaristické Nitra	5,13	3,0	2,0	1,0	5,0	1	16,61
32.	Rušin	Michal	ok.	G Spišská Stará Ves	4,00	5,0	1,0	3,5	3,0		16,50
33.	Ďurčík	Miroslav	3 C	G BST Lučenec	6,13	3,0	0,5	2,0	3,0	1	15,09
34.	Kravec	Martin	3 A	G PH Michalovce	12,44						12,44
35.	Sudovský	Michal	2 F	G BB Tajovského	6,13	2,0			3,0		12,25
36.	Korenčiak	Miloš	se. B	OG ZA Varšav. cesta	3,44	3,0	-	-	4,1		11,91
37.	Kubová	Michaela	4 A	G Vrbové	8,70	1,0	1,0	1,0	1,0	2	10,70
38.	Zitrický	František	E	G PH Michalovce	7,82						7,82
39.	Šťastný	Tomáš	3 C	G Poprad Tatarku	5,70						5,70
40.	Angus	Michal	4 B	G BA A. Einsteina	1,50	-	0,5	0,5	2,5		5,00
41.	Kašuba	Mário			1,00	-	-	1,0	2,5		4,50
42.	Ladecky	Martin	4 B	G VOZA	3,50						3,50
43.	Maslák	Stanislav	5 E		3,00						3,00
44.	Bašista	Peter	3 A	G PH Michalovce	2,00						2,00
	Kulik	František	4 E	G Humenné	2,00						2,00
	Petrík	Peter	4 B	G BA J. Hronca	2,00						2,00
47.	Vanyo	Milan	7 A	G Piaristické Nitra	1,54						1,54