FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

2. kolo zimnej časti 18. ročníka
B – kategória (mladší)
školský rok 2002/2003
termín príchodu riešení
30. 10. 2002

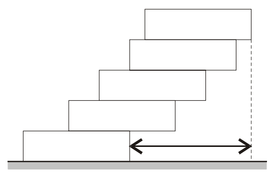
www.fks.sk

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

B–2.1 Odpory (5 bodov)
Máte k dispozícii a) tri, b) štyri 1 Ω odpory. Zostrojte z nich *všetky* možné zapojenia (s dvoma výstupmi) a vypočítajte ich odpory týchto zapojení v Ohmoch. Tieto číselné výsledky medzi sebou vynásobte. Aký je výsledok v prípadoch a) a b)?

B–2.2 Prevracanie (6 bodov)
Predstavte si pravidelný trojboký hranol (dĺžka hrany podstavy je a, výška tiež a, hustota ρ). Akou najmenšou silou musíme na hranol pôsobiť, aby sme ho prevrhli? Aký musí byť pritom koeficient trenia medzi hranolom a podložkou, aby sa nám to podarilo?

B–2.3 Zápalky (5bodov)
Zožeňte si päť prázdnych zápalkových škatuliek (najlepšie nových, zachovalých). Pokúste sa pomocou nich postaviť čo najdlhšie schodište podobné tomu na obrázku. Akú najväčšiu dĺžku presahu sa vám podarilo dosiahnuť? Aká je jej teoretická hodnota?



B–2.4 Jedna a či dve? (4 body)
Pokúste sa odhadnúť v akej vzdialenosti vám koľajnice splývajú do jednej.

Tento seminár je organizovaný s podporou
Nadácie Pre Otvorenú Spoločnosť – Open Society Fund
a KZDF FMFI UK

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

vzorové riešenia 1. série
B – kategória (mladší)
18. ročník
zimný semester
školský rok 2002/2003

www. **.sk**

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

B–1.1 Cesta za krásou (opravoval Priky)

Teenagerka Vierka sa pravidelne váži. Aby sa ani náhodou nestalo, že by sa jej hmotnosť zdala privysoká, váži sa veľmi zvláštnym spôsobom. Váhu (klasickú osobnú) položí na vozík na naklonenej rovine, plošina vozíka je pritom vodorovná. Váha jej ukáže hmotnosť 55 kilogramov. Naklonená rovina má sklon 20°. Aká je skutočná Vierkina hmotnosť?

Zdravím všetkých Vierkiných prívržencov! Vierka z osobných dôvodov nemohla prísť na tlačovú konferenciu, tak sa z funkcie jej hovorcu pokúsim vysvetliť jej jedinečný patent na menšiu váhu :). V prvom rade si bolo treba uvedomiť, že ide o pretransformovaný prípad výťahu! Taký príkladík isto poznáte všetci, že človek ide vo výťahu, tiež v ňom je váha a akú hmotnosť nameria, keď výťah zrýchľuje nadol. Je to v podstate rovnaký prípad, len naša Vierka to ešte zdokonalila a skomplikovala o šikmú rovinu. No tiež je to veľmi jednoduché. Stačí nám zistiť, aké je zrýchlenie vozíka a záhada je vyriešená. Lebo môžeme dať potom do rovnosti silu, ktorou pôsobí Vierka na vozík (F_m), keď je v pohybe, s tiažovou silou (F_g), od ktorej odrátame „zotrvačnú silu" (F_a). A naše hľadané zrýchlenie vyrátame tiež jednoducho. Najprv si vypočítame „šikmé" zrýchlenie vozíka a_1. Vyjadríme ho pomocou sily F_1 (je rovnobežná s naklonenou rovinou), ktorá je vlastne zložkou F_g:

$$\sin\alpha = \frac{F_1}{F_g} = \frac{m.a_1}{m.g},$$

$$a_1 = g \sin\alpha.$$

Tak už máme zrýchlenie vodorovné s naklonenou rovinou. No my potrebujeme „zvislé" zrýchlenie. No keď už máme zrýchlenie a_1, tak ľahko vyjadríme aj a:

$$\sin\alpha = \frac{F_a}{F_1} = \frac{m.a}{m.a_1},$$

$$a = a_1 \sin\alpha = g \sin^2\alpha.$$

A teraz už len spravíme tú rovnosť síl:

$$F_\mathrm{m} = F_\mathrm{g} - F_\mathrm{a}$$

$$m_1.g = m\,(g - a),$$

a po dosadení a rôznych úpravách zistíme, že:

$$m = \frac{m_1}{\cos^2\alpha}$$

a dosadením konkrétnych údajov nám vyjde Vierkina skutočná váha, ktorá je cca 62,29 kg.

Vierka sa inak veľmi potešila, keď ste jej niektorí tipovali menej ako daných 55 kg. No naopak bola veľmi nahnevaná, keď ste jej podaktorí hádali až príliš veľa – niečo okolo 70 a našli sa aj experti, ktorí tvrdili, že Vierka váži až 85 kg. Ak vám príde do niekoľkých dní predvolanie na súd, nečudujte sa – Vierka Vás zažalovala za urážku na cti :). Tak to je asi všetko k Vierkinej záhade. Majte sa krásne a záujemcovia o autogram … až na letisku :).

B–1.2 Bungee (opravoval Fajo)

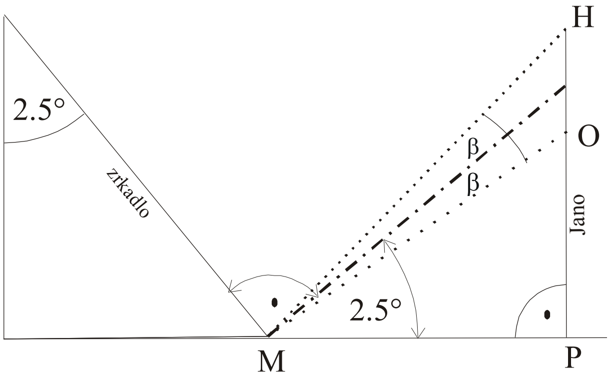
Oproti Janovi stojí zrkadlo, ktoré siaha až po zem. Nie je však zvislé, ale naklonené smerom od Jana, so zvislicou pritom zviera uhol 2,5°. Ako ďaleko môže vzpriamene stáť Jano od zrkadla, ak v ňom chce vidieť aspoň kúsok svojho obrazu? Čo pritom vlastne uvidí?

Ahojte deti, nooo, veľmi ste ma vašimi riešeniami nepotešili, ale páčilo sa mi s akým nasadením ste robili experimenty.

Áno, skoro všetci ste správne pochopili, že bude treba využiť zákon odrazu: Lúč, ktorý dopadá na zrkadlo zviera s kolmicou na odrazovú plochu uhol α. Lúč sa odrazí od zrkadla a prekvapivo zviera s kolmicou rovnaký uhol α – teda uhol odrazu sa rovná uhlu dopadu. Každému lúču sme teda schopní nájsť kolmicu odrazu, ktorá leží na zrkadle.

Prvou časťou úlohy bolo zistiť, ktorú časť svojho tela Jano uvidí poslednú, ak sa bude vzďaľovať od zrkadla: Jano uvidí iba tú časť, z ktorej sa svetelný lúč po odraze od zrkadla dostane do jeho oka. Ak by nebolo zrkadlo naklonené, videl by sa v ňom vždy, či by už bol od neho 5 metrov alebo kilometer. No a teraz zrkadlo nakloňme. V jeho tesnej blízkosti sa Jano vidí celý, a tak sa začne pomaly vzďaľovať až zrazu: lúč z jeho topánok dopadajúci na zrkadlo sa odrazí na každom mieste pod väčším uhlom, aby sa dostal Janovi do oka. Inak povedané, lúč, ktorý by sa mal z topánok odraziť od zrkadla do oka má svoju odrazovú kolmicu už mimo zrkadla (pod ním), a teda taký lúč neexistuje.

To ale znamená, že svoje topánky už nevidí. Ak pôjde ešte ďalej, prestane postupne vidieť svoje kolená, brucho, oči, tvár až to skončí tým, že bude vidieť iba vrch svojej hlavy (obrázok). No a na TÚTO hraničnú vzdialenosť x Jana od zrkadla sme sa vás pýtali.



Poďme teda počítať: označme výšku Jana h, výšku jeho očí o. Na obrázku vidíme dva pravouhlé trojuholníky: ΔMOP a ΔMHP, v ktorých platí:

$$|OP|/|MP| = \mathrm{tg}(\angle OMP),$$

$$|HP|/|MP| = \mathrm{tg}(\angle HMP).$$

Uhol OMP je ale $\alpha - \beta$ a uhol HMP $\alpha + \beta$. Ak dosadíme dĺžky strán, dostaneme:

$$o/x = \mathrm{tg}(\alpha - \beta),$$

$$h/x = \mathrm{tg}(\alpha + \beta),$$

Čo sú dve rovnice o dvoch neznámych x a β. Aj keď nevyzerajú veľmi lákavo, dajú sa spočítať – najskôr použijeme vzorec na rozklad tangensu súčtu dvoch uhlov:

$$tg(\alpha \pm \beta) = \frac{tg(\alpha) \pm tg(\beta)}{1 \mp tg(\alpha)tg(\beta)}$$

Teda:

$$\frac{o}{x} = \frac{tg(\alpha) - tg(\beta)}{1 + tg(\alpha)tg(\beta)} \tag{1}$$

$$\frac{h}{x} = \frac{tg(\alpha) + tg(\beta)}{1 - tg(\alpha)tg(\beta)} \tag{2}$$

Z rovnice (2) si vyjadrime tg(β): $\mathrm{tg}(\beta) = (h/x - \mathrm{tg}(\alpha))/(\mathrm{tg}(\alpha).h/x + 1)$. Ak to dosadíme do rovnice (1) a potom trocha poupravujeme dostaneme kvadratickú rovnicu pre x:

$$2\mathrm{tg}(\alpha).x^2 + (h.\mathrm{tg}^2(\alpha) + o.\ \mathrm{tg}^2(\alpha) - h - o).x - 2o.h.\ \mathrm{tg}(\alpha) = 0$$

Získame 2 riešenia, pričom kladné je iba to, kde diskriminant pričitujeme:

$$x = \frac{(o + h - h.tg^2(\alpha) - o.tg^2(\alpha)) + \sqrt{(h.tg^2(\alpha) + o.tg^2(\alpha) - o - h)^2 + 16tg^2(\alpha).o.h}}{4tg(\alpha)}$$

Ak dosadíme potrebné údaje ($\alpha = 2{,}5^\circ$, výška Jana môže byť zhruba h = 1,7m, oči môže mať vo výške asi o = 1,6m), dostaneme x = 37,79m.

Aj keď výsledný vzťah pre x je dosť hrôzostrašný, myslím si, že tento príklad nebol až taký ťažký. Skoro všetci ste správne prišli na to, že ako posledný uvidí vrch svojej hlavy, niektorí ste aj správne nakreslili obrázok. No potom pri výpočte ste si úlohu zjednodušili predpokladom, že Jano má oči na vrchole hlavy. Potom by bola vzdialenosť x daná ako podiel Janovej výšky a tg(α): $x \approx h/\mathrm{tg}(\alpha) = 38{,}94$m , čo je o viac ako meter dlhšie ako pôvodný výsledok. Preto je vaše zanedbanie dosť skresľujúce. Týmto chcem pochváliť Jana Zelinského (zhoda mien čisto náhodná!?), ktorý ako *jediný* prišiel na správny princíp.

Tak čauko a polepšite sa.

B–1.3 Počúvaš svoj smäd? (opravoval Tomáš)

Kúpte si dve rovnaké plechovky koly a usporiadajte medzi nimi takýto pretek: Jednu z nich dobre potraste, položte ich vedľa seba na mierne naklonenú rovinu a nechajte valiť sa nadol (zariaďte to tak, aby sa kotúľali zhruba päť sekúnd, alebo viac). Ktorá plechovka vyhráva? Prečo je to tak?

2 plechovky, naklonená rovina; štart, rozbeh, cieľová šikminka a je tu víťaz – nepotrasená plechovka vyhráva a to dosť s prehľadom. Pokus samozrejme niekoľko krát zopakujeme, nepotrasená ale stále vedie. Prečo? Pozrime sa, čo sa deje pri kotúľaní plechovky. Budeme sa zaoberať ideálnou plechovkou, ktorá v sebe neobsahuje žiadny vzduch. Kovový obal plechovice sa po pustení začne kotúľať, teda začne zrýchľovať posuvnú aj rotačnú zložku svojho pohybu.

Čo sa bude diať s tekutým vnútrom plechovky? Posuvná zložka jeho rýchlosti musí byť rovnaká ako posuvná zložka rýchlosti obalu plechovky. Toto ale neplatí o rotačnej zložke rýchlosti. Pre ilustráciu si vezmime 2 extrémne prípady:

1. Supratekutá plechovka, ktorej tekutý obsah kašle na rotáciu obalu a pri kotúľaní plechovky sa iba posúva bez rotácie.
2. Zmrznutá plechovka, ktorej obsah musí pevne rotovať s obalom plechovky.

Ktorá plechovka bude rýchlejšia? Prvá pri svojom pohybe mení potenciálnu (polohovú) energiu, na kinetickú posuvnú. (trením sa zatiaľ zaoberať nebudeme). Druhá mení potenciálnu energiu na kinetickú posuvnú a kinetickú rotačnú. Na dosiahnutie určitej posuvnej rýchlosti teda potrebuje väčšiu energiu ako prvá (!!!), preto bude druhá plechovka meškať. V praxi ani jedna z možností 1, 2 nenastáva. Ale je jasné, o čo ide: čím menej energie musí plechovka vynaložiť na rotáciu svojho obsahu, tým rýchlejšie sa bude pohybovať. Ide teda o to, obsah ktorej plechovky je pevnejšie prepojený s obalom.

Čo sa deje pri potrasení plechovky? V plechovke prebiehajú 2 obojsmerné chemické reakcie ktoré popisujú rozpúšťanie CO_2 vo vode a naopak jeho opätovné vznikanie v plynnom skupenstve. Potrasením dostanú reagujúce látky v kole lepšie možnosti na reagovanie, čím sa reakcie posilnia v smere vznikania plynného CO_2. Tohto ale v skutočnosti vznikne iba máličko, pretože bublina v plechovke je malá (ja som nameral 19 a 21 ml), rýchlo sa teda zvýši tlak na hodnotu keď zase zavládne rovnováha. Pre nás je dôležité práve toto z praxe dobre známe zvýšenie tlaku. Dôsledkom zvýšenia tlaku je zvýšenie trenia koly o steny plechovky a aj koly o samú seba. Preto sa kola pri určitej rotačnej rýchlosti obalu plechovky bude v nepotrasenej plechovke otáčať pomalšie. Vnútro potrasenej plechovky je akoby "pevnejšie prepojené s obalom" ako vnútro nepotrasenej. No a to je aj dôvod prečo táto plechovka prehrá.

Poďme sa pozrieť na niekoľko vecí, ktoré sme zanedbali. Energetické straty pri trení v kole sú dosť malé a v plechovke s väčším tlakom budú určite väčšie, tento efekt teda ešte podporuje to, čo sa snažíme vysvetliť. Treba sa tiež zamyslieť nad tým, čo spraví vzduchová bublina pri pretrepaní. Je možné, že kola vytvorí akúsi penu, tá však v konečnom dôsledku potrasenú plechovku iba viac spomalí.

Na záver pár slov k vašim riešeniam. Veľa z vás spravilo experiment a malo aj dobrý výsledok. Vysvetlenie pozorovaného javu však veľa riešiteľov (hlavne B – skupiny), nezvládlo. Viacerí z A – skupiny ste uvažovali, že pre rotačný pohyb plechovky platí

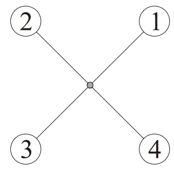
$$E = mv^2 + J\omega^2,$$

kde v je rýchlosť posuvného pohybu, ω rýchlosť rotačného pohybu, J moment zotrvačnosti plechovky a E celková kinetická energia plechovky (premenená polohová energia). Keďže v a ω sú priamo úmerné ($v = \omega r$) treba ukázať, že pomalšia plechovka má väčšie J (čo je myšlienka v podstate totožná so vzorákom). Toto zväčšenie ste ale vysvetľovali najrôznejšími spôsobmi – napríklad tým, že väčší tlak roztiahne plechovku, alebo že vzduchová bublinka sa spení a neskôr presunie do stredu plechovky, čím sa zväčší J, ohľadom natlačenia sa koly na miesta vzdialenejšie od stredu.

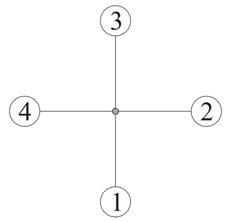
B – 1.4 Točí sa mi točí (opravoval Matúš)

Na obrázku je „kolovrátok“ so štyrmi ramenami dĺžky 30 cm, na koncoch ktorých sú upevnené závažia hmotnosti 1, 2, 3 a 4 kg. Kolovrátok sa môže voľne otáčať okolo stredu O. Na začiatku ho držíme nehybný v polohe aká je na obrázku. Aká bude maximálna rýchlosť, akú dosiahnu závažia pri svojom pohybe potom, čo „kolovrátok“ uvoľníme?

Ak sa vám nechce čítať celé (dosť dlhé) vzorové riešenie, prečítajte si aspoň tento prvý odstavec. Obsahuje totiž celú fyzikálnu pointu: Zaujíma nás maximálna rýchlosť otáčajúcich sa závaží. Odkiaľ sa ale vlastne berie? Zo zákona zachovania energie! Podľa neho súčet pre daný príklad podstatných energií (teraz to sú kinetická a potenciálna energia) ostáva konštantný. Preto keď sa pri otáčaní kolovrátka potenciálna energia závaží na jeho koncoch zmenšuje, musí kinetická energia rásť. A kedy bude najväčšia? Keď bude potenciálna energia najmenšia! Teda to je ten okamih, kedy sa závažia pohybujú najrýchlejšie… Ostáva však zistiť, kedy bude oná potenciálna energia E_P najmenšia. To nám napovie múdra veta, ktorú budete počuť ešte veľa krát: „Sústava sa snaží zaujať stav (poznámka: ten zvykneme volať rovnovážny) s minimálnou energiou.“ Nevedeli ste, prečo padajú jablká na zem? No presne kvôli tomu! A aký je rovnovážny stav nášho kolovrátka? Očividne práve ten na obrázku. Závažia 2 kg a 3 kg vľavo presne vyvážia 1 kg a 4 kg vpravo.



Teraz už neostáva nič iné než trochu manuálne zapracovať a výsledok máme vo vrecku. Alebo v rukách, ako chcete. Označme potenciálnu energiu závaží ako E_{P1} tesne po uvoľnení kolovrátka (na obrázku vpravo), E_{P2} v okamihu ich maximálnej rýchlosti, teda v polohe na hornom obrázku. Ak označíme dĺžku ramien kolovrátka a ako hladinu nulovej potenciálnej energie si zvolíme úroveň stredu otáčania, môžeme pre tieto dve energie zapísať vzťahy



$$E_{P1} = m_1 g(-a) + m_2 g a,$$

$$E_{P2} = m_1 g a\frac{\sqrt{2}}{2} + m_2 g a\frac{\sqrt{2}}{2} + m_3 g\left(-a\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + m_4 g\left(-a\frac{\sqrt{2}}{2}\right).$$

Samozrejme, hmotnosti m_1, m_2, m_3 a m_4 sú postupne 1, 2, 3 a 4 kg... Mohli by sme sa aj ďalej trápiť všeobecnými vzťahmi, ale však nie sme masochisti, preto ďalej už len číselne

$$\Delta E_P = E_{P2} - E_{P1} \approx 14{,}49\ \text{J}.$$

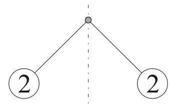
Čo ešte chýba je vyjadrenie kinetickej energie hýbucich sa závaží. Keďže sú všetky ramená kolovrátka rovnako dlhé, rýchlosť všetkých závaží musí byť rovnaká – označme ju v. Celkovú kinetickú energiu dostaneme ako súčet príspevkov jednotlivých závaží, teda

$$E_K = \frac{1}{2}(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)v^2.$$

Súčet všetkých hmotností je 10 kg. V spojení s predchádzajúcim vzťahom tak už dostávame hľadanú maximálnu rýchlosť $v_{\max} = 1{,}70$ m/s.

Ostáva upozorniť na niekoľko záludností, ktoré si vás pri riešení úlohy našli. Tak napríklad ste mnohí suverénne prehlasovali, že najrýchlejšie sa budú závažia pohybovať vtedy, keď bude 4 kg závažie najnižšie. Nakreslite si to... Nezdá sa vám, že 3 kg závažie vľavo preváži ten 1 kg vpravo? A podľa prvého odstavca nerovnovážna poloha nemá najmenšiu energiu, preto je pre nám úplne nanič.

Ďalšia pasca súvisela s veľmi pekným nápadom: oproti sebe sú na jednom ramene 4 kg a 2 kg. Zjavne je to to isté (aspoň pokiaľ sa týka hľadania rovnovážnej polohy) ako 2 kg a 0 kg. Obdobne sa dali odmyslieť časti oproti sebe stojacich závaží 3 kg a 1 kg. Čo ostalo? Jednoduchý dvojramenný kolovrátok s rovnakými 2 kg závažiami zvierajúcimi uhol 90º. Ich rovnovážna poloha je už jasná, že? Pekná úvaha, ďalej sa však skrýval háčik. Závažia ste si odmysleli a potom už späť „neprimysleli“, čo je pri používaní zákona zachovania energie neprípustné. Veď roztáčajú sa všetky štyri závažia, všetky budú mať kinetickú energiu!



Posledným problémom boli nejasnosti súvisiace s rovnovážnou polohou. Keď kolovrátok uvoľníme, rovnovážna poloha sa neprejaví tým, že v nej pohyb zastane! Naopak, tam bude jeho rýchlosť najväčšia (pravda, iba ak pôjde o tzv. stabilnú rovnovážnu polohu, ako v našom prípade). V tom nemal úplne každý jasno... I keď musím priznať, že ak by sa niekde skrývalo trenie, ktoré pohyb kolovrátka zabrzdí, skončí tento práve v tej rovnovážnej polohe.

Ešte pre tých, ktorí nechcú odhaľovať rovnovážne polohy „od oka“ (ako sa to podarilo nám). Istotou je postup, kedy napíšeme sily pôsobiace v sústave a hľadáme polohu, kedy budú tieto navzájom v rovnováhe. Keďže teraz skúmame otáčajúce sa teleso, podstatnými budú nie sily, ale momenty síl – tie majú vplyv na otáčavý pohyb. Túto cestu niekoľkí z vás zvládli, ale keďže si pýta niekoľko goniometrických vzorcov, dal som prednosť menej výpočtovému postupu. Pekný postup riešenia súvisel s ťažiskom kolovrátka, ktoré bude v okamihu najvyššej rýchlosti v najnižšom bode. Stačilo to ťažisko nájsť a už bolo hotovo...

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

výsledková listina B – kategórie po 1. sérii zimného semestra 18. ročníka

	Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	B-1.1	B-1.2	B-1.3	B-1.4	☠	Σ
1.	Štoková	Jana	kv.	G Nitra Párovská	4.0	3.0	4.0	6.0		17.77
2.	Imriška	Jakub	1 A	G BA J. Hronca	4.0	2.5	3.5	6.0		16.96
3.	Lalinský	Ján	sx. A	G Varšavská cesta	4.0	4.5	1.5	5.0		15.00
	Savincová	Katarína	2 E	G PH Michalovce	4.0	2.0	5.0	4.0		15.00
5.	Chotváčová	Katarína	kv. B	G KE Alejová 1	2.5	3.0	2.0	5.5		14.37
6.	Dzetkulič	Michal	2 A	G PH Michalovce	4.0	2.5	3.0	4.5		14.00
	Sasák	Róbert	2 D	SPŠE Piešťany	4.0	2.5	3.5	4.0		14.00
8.	Simančík	František	sx.	G BA Grösslingova	1.5	3.0	3.0	6.0		13.50

9.	Škrovinová	Katarína	kv.	G Nitra Párovská	1.5	3.5	3.5	3.5		13.44
10.	Foltin	Miroslav	1 C	G Jána Hollého	1.5	2.0	2.0	6.0		12.97
	Molčány	Dušan	1 B	SPŠS BA Feinorovo nábr.	1.5	2.5	2.0	5.5		12.97
12.	Komorovský	Marek	kv.	G Dubnica n. Váhom	1.5	2.5	3.5	5.0	-1	12.91
13.	Bratko	Milan	sx. A	G BA Pankúchova	2.5	3.0	2.5	5.5	-1	12.50
	Molnárová	Katka	2 D	G KE Šrobárova	4.0	2.5	3.0	4.0	-1	12.50
15.	Pôbišová	Zuzana	1 F	G BB Tajovského	1.5	1.5	2.5	5.5		12.49
16.	Hrdá	Marcela	kv.	G Turčianske Teplice	4.0	2.0	3.0	5.0	-3	12.26
17.	Duník	Matej	1 B	G VOZA	1.0	2.5	0.5	6.0		11.50
	Perešíni	Peter	1 F	G BB Tajovského	0.5	2.0	2.0	5.5		11.50
	Struhár	Pavel	2 A	G BA J. Hronca	1.5	3.5	3.0	3.5		11.50
20.	Demím	Michal	1 B	G Nitra Golianova	4.0	2.0	2.5	2.5	-1	11.49
21.	Kováč	Adrián	2 A	G PH Michalovce	1.5	3.0	0.5	6.0		11.00
	Ďurčík	Miroslav	1 C	G BST Lučenec	1.0	0.5	2.5	5.5		11.00
23.	Hlavačiková	Jana	2 A	G BA Einsteinova	4.0	3.0	2.5	–		9.50
	Rajniaková	Gabriela	sx.	G Liptovský Mikuláš	1.0	1.5	3.0	4.0		9.50
	Trnovcová	Zuzana	2 C	G BA J. Hronca	1.5	2.5	3.5	3.0	-1	9.50
	Uhrin	Tomáš	2 E	G PH Michalovce	1.5	3.0	2.5	2.5		9.50
27.	Dolejšia	Edita	sx.	OG ZA Varš. cesta	1.5	1.5	0.5	5.5		9.00
	Schlosáriková	Eva	2 B	G Piešťany	4.0	0.0	1.0	4.0		9.00
29.	Gašparík	Peter			1.5	1.5	0.5	4.0		8.91
30.	Novák	Ľubomír	1 B	G BA J. Hronca	1.5	3.0	2.0	3.0	-3	8.00
31.	Šomodiová	Kristína	1 A	G Piešťany	1.5	1.0	3.0	1.0		7.82
	Veselovská	Lenka	kv.	G Liptovský Mikuláš	1.5	1.5	2.5	1.0		7.82
33.	Vojtko	Andrej	sx. A	G Skalica	1.5	2.5	2.5	1.0		7.50
34.	Lampášová	Júlia	sx.	G Považská Bystrica	0.5	3.0	2.5	2.0	-1	7.00
35.	Kuchta	Miroslav	3 A	Evanjelické gym. BA	0.5	2.0	2.5	2.5	-2	6.91
36.	Czókolyová	Eva	1 A	G Piešťany	1.0	2.5	2.0	–		6.70
37.	Kravec	Martin	1 A	G PH Michalovce	–	2.5	3.5	–	-1	6.26
38.	Gottweis	Martin			1.5	2.5	0.5	0.5		6.13
	Kažmér	Ladislav	1 A	G Veľké Kapušany	1.5	1.5	2.0	–		6.13
	Táborský	Roman		G BA J. Hronca	0.5	1.0	2.0	1.5		6.13
41.	Beňuš	Ondrej	2 A	G Štúrovo	1.0	1.0	0.5	3.5		6.00
	Kanovszký	Michal	2 A	OG Štúrovo	1.0	1.0	0.5	3.5		6.00
	Kulík	František	2 E	G Humenné	3.0	1.5	0.5	1.0		6.00
	Rubovič	Peter	sx. B	G KE Alejová	1.5	1.5	0.5	2.5		6.00
	Sojáková	Stanka	2	G BA J. Hronca	1.5	2.5	2.0	6.0	-6	6.00
46.	Pettyová	Silvia	kv. B	G KE Alejová	1.0	2.0	2.0	0.5	-1	5.70
47.	Hergelová	Beáta	1 B	G BST Lučenec	1.0	2.0	1.5	0.5	-1	5.13
48.	Jandošeková	Alexandra	2 A	OG Štúrovo	1.0	1.0	0.5	3.5	-1	5.00
49.	Přikrylová	Veronika	kv. A	OG ZA Varšavská c.	0.5	2.5	0.5	0.5		4.96
50.	Pápayová	Zuzana	1 A	G Veľké Kapušany	1.0	0.3	2.0	0.5		4.72
51.	Leová	Iveta	4 G	G VPT Martin	0.5	1.0	1.0	1.0		4.37
52.	Karasová	Barbora	1 B	G Púchov	0.5	2.5	0.5	2.5	-3	4.26
53.	Džunko	Ján	sx.	G Spišská Stará Ves	0.5	2.5	0.5	5.5	-5	4.00
54.	Kováč	Michal	kv.	G BA Grösslingova	1.0	2.0	1.0	–	-1	3.96
55.	Holičková	Ivana	kv.	G Banská Štiavnica	0.5	0.5	2.0	–		3.77
	Kissová	Marcela	1 A	G Veľké Kapušany	1.0	–	2.0	–		3.77
	Lázár	Tomáš	1 A	G Veľké Kapušany	1.0	–	2.0	–		3.77
	Malčická	Martina	kv.	G Banská Štiavnica	0.5	0.5	2.0	0.0		3.77
	Rochová	Alica	kv.	G Banská Štiavnica	0.5	0.5	2.0	–		3.77

	Vasilová	Elena	kv.	G Sabinov	0.5	0.0	2.0	0.5		3.77
61.	Kubová	Miška	2 A	G Vrbové	0.5	0.5	3.5	0.0	-1	3.50
62.	Bruncko	Milan	2 C	G V.P.Tótha	1.0	2.0	–	–		3.00
63.	Nagy	Jakub	8 C	ZŠ-Požiarnicka	1.5	1.0	0.5	–	-1	2.77
64.	Šaturová	Zuzana		G BA Einsteinova	1.5	–	0.5	–		2.54
65.	Krajčírovič	Michal	kv. B	G Trnava Hollého	1.0	–	0.5	–		1.92
66.	Máčaiová	Zuzana	1 A	OG Štúrovo	0.5	–	2.5	–	-3	0.77
	Molnárová	Zuzana	kv.	OG KE Alejová	0.5	2.5	–	–	-3	0.77
68.	Machajdová	Katarína	2 C	G V.P.Tótha	–	–	0.5	–		0.50
69.	Taploová	Arikó	1 A	OG Štúrovo	0.5	–	–	–	-1	-0.35
70.	Pašuth	Ondrej	1 A	G PH Michalovce	1.0	2.5	2.5	–	-8	-0.74
71.	Rušin	Michal	sx.	G Spišská Stará Ves	0.5	–	–	2.0	-5	-2.50
72.	Melegová	Jazmína	1 A	OG Štúrovo	0.5	1.5	–	–	-8	-5.46

Náboj FKS

1. Na začiatku súťaže dostane každé družstvo 8 príkladov. Za správne vyriešený príklad získavajú súťažiaci zadanie ďalšieho príkladu. Úlohou je za cca 1,5 hodiny správne vyrátať čo najviac príkladov.
2. Zúčastniť sa môžu družstvá s najviac piatimi členmi. Zapojiť sa smú aj družstvá s menším počtom členov, avšak nie sú nijak zvýhodnené.
3. Každá škola môže zostaviť buď jedno družstvo, alebo dve družstvá, vtedy ale musí byť aspoň jedno z nich juniorské. Juniorským nazveme také družstvo, ktoré je zložené len z prvákov a druhákov klasickej strednej školy (do maturity im chýbajú viac ako dva roky).
4. Zadávané príklady sú jednotné, najlepšie juniorské družstvo však získava osobitnú cenu.
5. Súťaž sa koná 25. októbra v posluchárni A FMFI UK v Bratislave o 13:00. Z hlavnej železničnej stanice tam ide priamo električka č. 1 (zastávka Botanická záhrada).
6. Priamo v budove FMFI UK bude orientácia súťažiacich uľahčená šípkami.
7. Riešenie príkladov začne o 13:00, povinná prezentácia družstiev trvá od 11:45 do 12:45.
8. Po skončení súťaže bude možné zakúpiť si brožúrku zadávaných úloh spolu s riešeniami.
9. Aktuálne informácie o súťaži nájdete na stránke www.fks.sk.

Na väčšinu gymnázií posielame v tomto čase pozvánku s rovnakým textom. Nemusíte však na ňu čakať, môžete sa chopiť iniciatívy aj vy: poproste svojho učiteľa fyziky, či by vám s organizáciou družstva nepomohol. Informáciu, či sa škola zúčastní Náboja (a s koľkými družstvami), treba poslať do 18. októbra.

- buď e-mailom na stanislav.komorovsky@st.fmph.uniba.sk
- alebo písomne na adresu: FKS, KZDF MFF UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava 4