

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

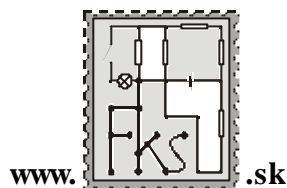
vzorové riešenia 3. série

B – kategória (mladší)

20. ročník

letný semester

školský rok 2004/2005



FKS, KZDF FMFI UK

Mlynská dolina

842 48 Bratislava

riesenia@fks.sk

info@fks.sk

B-3.1 Sauna (opravoval Škrek)

Ked chceš pomôcť svojmu zdraviu, oddaj telo saunovaniu. Ako je teda možné, že v saune je bežná teplota okolo 65°C a clovek sa aj tak neuvarí (je známe, že štruktúra niektorých bielkovín sa porušuje už pri teplote 60°C). Tiež ste si mohli všimnúť, že keď sa snažíte ochladiť ovievaním, vylejete na výhrevné teleso trochu vody, prípadne sa chytíte nejakého predmetu, zažijete pocit intenzívnej horúčosti. Preto?

Sauna je totálne fínsky výmysel. Kedysi, keď sa taký Fín niekde usadil, tak najprv postavil saunu, tam s celou rodinou spal, prijímal návštevy, riešil FKS a tak. Potom postavil chlievik a ohradu (ale napriek tomu aj tak ostal spat vsaune, čo sa mi zdá zvrátené) a až navela, navela postavil dom, aby mu tie krámy nezavadzali v saune. K vzniku sauny sa vraj viaže tot za históriou. Jedna Fínka (pozor nie fenka, to je niečo iné) podpálila pri výrobe svojich gastronomických dobrodružstiev kuchynu a jej muž ju začal bit cecinou. Tej Fínke sa to bohovsky páciilo, a tak vznikla sauna. Tí Fíni sa pri tom fakt šlahajú cecinou, že je to fantastická zábava, totálne sadomaso, nuž proti gustu aj motyka vystrelí. Na každú saunu pripadajú 3 Fíni, čo tvorí dokopy asi 2 milióny saun, avšak obyvatelia Fínska by sa do nich naraz zmestili. Ja sa už ani necudujem, že keď knám prídu na Slovensko Fíni, tak sú stále pod parou, to len pre to, aby nevyšli z cviku.

Je empiricky odpozorovaný fakt, že úmrtnosť uvarením je vo Fínsku asi na rovnakej úrovni ako v iných krajinách a týka sa takmer výlučne kriminalistických aktov. Ako to teda, že Fíni nie sú národom uvarených?

Prvá reakcia tela na hic je potenie, potením clovek kondenzuje vodu zo seba na povrchu pokožky, čím spotrebovávajú energiu, ktorú mu dodáva okolie vo forme tepla a teda neohrieva sa. Toto samozrejme nie je trvalo udržateľný stav, inak by nás za tú hodinu úplne vyplavilo. Tým, že potom (potom ako potom, nie potom ako potom) sa ochladzuje telo, ochladzuje sa aj tenká vrstva vzduchu okolo tela, ktorý tvorí izoláciu od toho horúceho. Táto tenká vrstva vzduchu veľmi pomaly „steká“ dole, a stíha sa doplnat ďalším ochladzovaním a potením.

Teda sme už odizolovaní od horúceho vzduchu a je nám iba neskutocné teplo, ktoré ale nepáli. Preto sa neuvaríme hneď (aj keď časom by sme sa uvarili ak by sme tam ostali, ale skôr by nás vysušilo a potom upieklo na horúcom vzduchu pekne pomaly).

S touto izolacnou vrstvou súvisí aj ovievanie. Ovieváním práve zrušíme túto vrstvu ktorá nás chráni a pociťujeme intenzívnu horúcau.

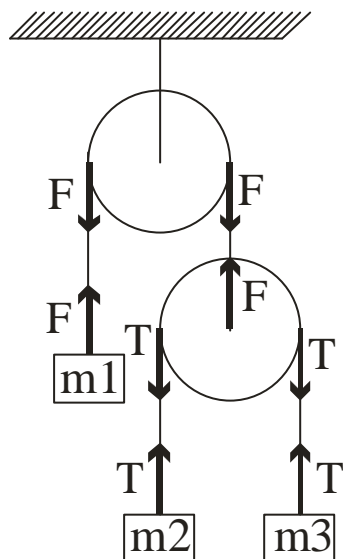
Keď vylejeme na výhrevné teleso vodu, tak primárne sa zvýši obsah horúcej vodnej pary vo vzduchu. Voda má pri stálom tlaku (predpokladáme, že sauna nie je tlakový hniec a klimatizuje sa) tepelnú kapacitu asi 4 krát vyššiu ako vzduch pri takých istých podmienkach. To znamená že pri styku z vodou dochádza kvýmene asi 4 krát väčšieho tepla ako pri styku zo vzduchom. Navyše vodná para dokáže preniknúť našou izolacnou vrstvou vzduchu, lebo čiastocky vody (nie sú to jednotlivé molekuly, ale malé kvapôčky obsahujúce vysoké množstvo molekúl vody naviazaných cez vodíkové mostíky) sú nepomerne ťažšie ako molekuly vzduchu (ktoré sa k sebe neviažu). Dalším Vaším správnym postrehom bolo, že clovek sa už aj menej potí vo vlhkejšom prostredí, lebo okolitá vlhkosť je veľká.

V prípade obchytávania ďalších predmetov (ktoré primárne nemajú izolacnú vzdušnú vrstvu a sú teda na rovnakej teplote ako okolie, {druhá vec je, že ak by tú vrstvu mali, aj tak môžu prísť horúce chvíle, ktoré vás môžu vďaka vela stáť, od slobody až po život, závisí od predmetu...}) dochádza k priamemu kontaktu, kde vás nechráni žiadna vzduchová vrstva. Treba podotknúť že potom intenzita pálenia závisí od tepelnej kapacity predmetu. Napríklad drevo nebude oveľa horúcejšie, lebo má malú kapacitu, ale taký kov Vás poriadne rozpáli.

Dúfam že som Vás poriadne rozpálil, a saunovaniu zdar. Nazdar.

B-3.2 Kladky (opravoval Robo, vzorák Tomáš)

Na obrázku je sústava kladiek, ktoré sa môžu otáčať bez trenia a pri výpocte ich môžeme považovať za nehmotné. Aké bude zrýchlenie závaží s hmotnosťami m , ak ich necháme voľne sa pohybovať?



Milé deti. Nie je doležité vedieť, ale naučiť sa ;)™ Sledujte debatu FKS! Tento príklad vám dal riadne zabrat. A pritom nebolo treba robiť nič iné, než to, čo sa robí pri BPK (bežný problém s kladkami). Problém bol v tom, že ľudský um sa občas zdráha pripustiť (správne) riešenie, ktoré nám vyjde zo správnych rovníc.

Najprv zrátame jeden zBPK, ktorý je na obrázku. To preto, aby sme si vlastne ujasnili, ako sa taký BPK ráta, a potom plynulo nabehneme na tú mordú, čo ste mali rátať vy. Takže obrázok. Zrátat chceme, ako inak, zrýchlenia troch telies, ktoré z nedostatku fantázie označíme a_1 , a_2 a a_3 , pričom ich orientácia je súhlasná s gravitačným zrýchlením g . (pre menej chápaných: nadol). Teraz sa pozrieme na laná. Ako vravel môj kamarát, lano, to je také ohybné oné. Lano dokáže držať, napríklad debnicku pomarancov. To preto, lebo v lane vznikne istá sila tahu.

Teraz trochu odbočíme, aby sme si povedali jednu vec: **Na nehmotné teleso nemôže pôsobiť sila.** Totiž, podľa uja Newtona

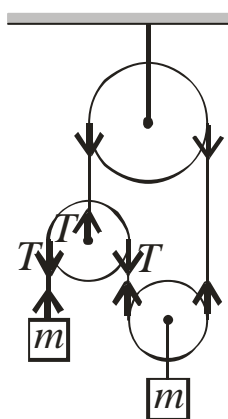
$F = ma$, čo sa pre $m = 0$ redukuje na $F = 0$. Samozrejme, môžete sa *snažiť* nan pôsobiť silou. Telesu tým však udelíte *nekonečne veľké* zrýchlenie a kým sa spamätáte, bude už za horami.

Naspäť k lanu a tahu v nom. Ponevác hmotnosť lana aj kladiek zanedbávame, v celom lane musí byť tah konštantný. Na každý (nehmotný) element (nehmotného) lana musí celkovo pôsobiť nulová sila, t.j. rovnaký tah z oboch strán. Tento tah môžeme pre naše laná označiť ako F , T . (pozri obr.) Tieto sily budú na závažia a kladky pôsobiť tak, ako je to znázornené na obr. Teraz zapíšeme pohybové rovnice pre naše tri závažia:

$$m_1 a_1 = m_1 g - F \quad (1)$$

$$m_2 a_2 = m_2 g - T \quad (2)$$

$$m_3 a_3 = m_3 g - T \quad (3)$$



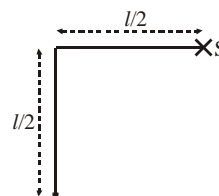
Samozrejme, oko pozrie, oko vidí: $a_2 - (-a_1) = -(a_3 - (-a_1))$. (4) Preto? Výrazy na ľavej resp. pravej strane predstavujú zrýchlenia 2. a 3. závažia vzhľadom na spodnú kladku. Tieto zrýchlenia musia byť opačných veľkostí. (lano sa neroztahuje) Na záver zapíšeme $F = 2T$. (5) Pocujem nesúhlasné výkriky? Aj spodná nehmotná kladka je len nehmotná kladka, a preto výslednica síl, čo na ňu pôsobia, je nulová. Tým sme zapísali všetky dôležité rovnice. Je ich päť – presne toľko, koľko je neznámych (uff, sadlo to) Dorátanie je už len technickou záležitosťou.

A teraz vám predvediem trojriadkové riešenie zadaného príkladu. Označme silu pnutia v špagáte T . Z rovnosti síl pre ľavú (najľavejšiu) kladku vidíme, že $T = 2T$. Z toho vyplýva, že $T = 0$. Obe telesá teda padajú voľným pádom. Vsio.

Vyhovuje takéto riešenie zdravému rozumu? Uznávam, že na prvý pohľad to zväzda rezolútne povedať: „možno!“. Keď trochu zarátame, zistíme, že lavá kladka sa pohybuje nadol, a to zrýchlením $3g$. Lahko overíte, že celková dĺžka lana sa vtedy nemení. Dobrým pozorovaním je aj to, že lavé teleso môže byť v hocijakej výške (až kým sa niektorej časti sústavy „neminie“ špagát) nezávisle na pravom telese. Pohyb jedného telesa teda nemá na to druhé vplyv, akedže sú to jediné hmotné objekty, budú sa pohybovať ako dva nezávislé volné pády (toto podrobne rozoberieme na sústredku), čo vynikajúco sedí s vedomosťou $T = 0$.

B-3.3 Kmit sem, kmit tam... (opravoval Palo)

Na nehmotnom, dokonale nepružnom, ale pevnom vlákne s jedným koncom upevneným v bode S visí hmotný bod. Stred vlákna chytíme a zdvihneme na úroveň bodu S , tak aby bolo napnuté a aby bol voľne visiaci hmotný bod v pokoji. Potom vlákno pustíme a necháme všetko na pokoji. Po krátkom čase bude sústava kmitať ako obyčajné matematické kyvadlo. Nájdite maximálnu uhlovú výchylku týchto kmitov.



Tak sa na to pozrime! (Asi najdôležitejšie je nakresliť si poriadny obrázok, keďže ho budeme dosť používať.) Hmotný bod po pustení padá z pôvodnej výšky padá voľným pádom (túto dráhu označme h), až kým sa vlákno nenapne. Dráha h sa dá ľahko vyjadriť z Pythagorovej vety (vid. obr.):

$$l^2 = \left(\frac{l}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{2} + h\right)^2 \Rightarrow h = \frac{l}{2}(\sqrt{3} - 1)$$

Počas tohto voľného pádu náš hmotný bod nadobudne rýchlosť (zo zákona zachovania energie):

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{(\sqrt{3} - 1)gl}$$

Táto rýchlosť smeruje, samozrejme, zvislo nadol, čo sa však po napnutí lana musí zmeniť. Keďže nepružné napnuté vlákno umožňuje pohyb hmotného bodu len v smere, ktorý je kolmý na toto vlákno (pretože pri pohybe hmotného bodu v iných smeroch by došlo k predĺženiu vlákna, čo sa, samozrejme, dokonale nepružnému vláknu nemôže stať), tak v momente napnutia lana nášmu hmotnému bodu neostáva nič iné, ako sa pohybovať ďalej už len v smere kolmom na napnuté vlákno.

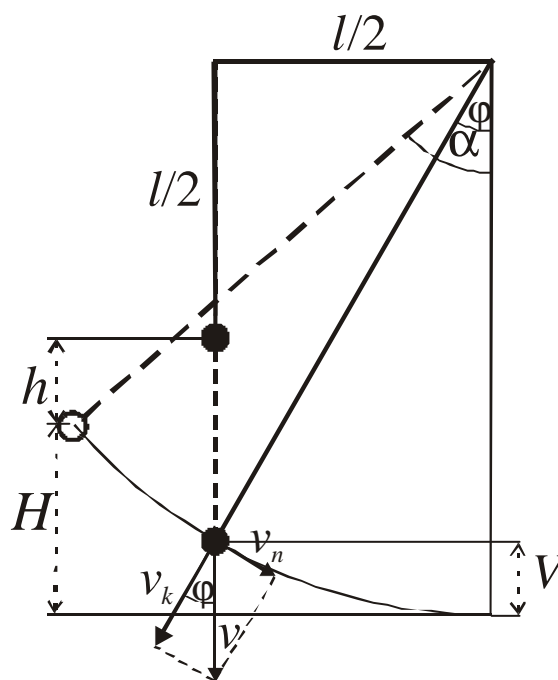
Tým chcem len povedať, že z celkovej rýchlosti \vec{v} mu po napnutí vlákna „ostane“ už len jej zložka kolmá na vlákno \vec{v}_k ($\vec{v} = \vec{v}_k + \vec{v}_n$) a príslušnú časť kinetickej energie pohltí vlákno. Tu ste to často krát poorali – rákali ste so zákonom zachovania energie, ale úplne ste zabudli, že vo vlákne vzniká trhom nejaké teplo. (to je dôvod, prečo nám je ZZZ ZNN (zatiaľ na nič)) Veľkosť zložky kolmej na vlákno je $v_k = v \sin j$, kde $\sin j$ sa dá jednoducho vyjadriť (vid. obr.)

$$\sin j = l/2l = 0,5.$$

Tak už vieme, že hmotný bod v tomto momente bude mať nenulovú výšku

$$V = l - 0,5l - h = 0,5l - h,$$

ale aj rýchlosť (celková energia hmotného bodu je $E = 0,5mv_k^2 + mgV$), t.j. s určitosťou vieme povedať, že v tomto bode naše matematické kyvadlo nedosahuje svoju maximálnu výchylku.



Pri maximálnej výchylke celková energia hmotného bodu sa má rovnať jej potenciálnej energii, teda:

$$mgH = \frac{mv_k^2}{2} + mgV = \frac{(\sqrt{3}-1)gml}{8} + \frac{(2-\sqrt{3})gml}{2} = \frac{7-3\sqrt{3}}{8}gml \Rightarrow H = \frac{7-3\sqrt{3}}{8}l$$

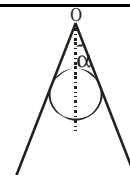
Tak, teraz už poznáme maximálnu výšku, do ktorej sa hmotný bod počas kmitov dostane. Jediné, čo nám ostáva, je vyjadriť uhol, ktorý zodpovedá tejto maximálnej výchylke.

$$\cos \alpha = \frac{l-H}{l} = \frac{1+3\sqrt{3}}{8} \Rightarrow \alpha = \arccos \frac{1+3\sqrt{3}}{8}$$

Po vycísení je veľkosť uhla približne 39° . Tak to by bolo všetko, príjemné prázdniny...

B-3.4 Gula pod tlakom (opravoval Juro)

Majme dve palicky, ktoré sú klbovo spojené s bodom O . Strčíme medzi ne guľu tak, aby situácia bola symetrická a každá palicka sa odklonila od zvislice o uhol α . Aký musí byť koeficient trenia, aby guľica ostala pevne zaseknutá?



Ahojte.

Zoberte si každý zrkadlo a choďte si dole do stánku kúpiť dnešné vydanie Pravdy. Ja počkám ... no už máte? Ešte nie, dobre, máme čas ... Už? No super. Teraz namalujte na prednú stranu dve veľké oči. Pozrite sa na seba do zrkadla. Dobré sa obzrite. Potom sa pozrite Pravde priamo do očí a položte si otázku: ROZUMIEM TRENIU? Potom sa pozrite zas na svoj obraz v zrkadle a opäť si vstúpte do svedomia. Rozumiem treniu? Budte cestní a nezabúdajte, že Pravda vás vidí. Ako znie odpoveď? A tu sa skúška nekončí. Zopakujte to celé ešte raz a položte si inú, rovnako nepríjemnú otázku ... ROZUMIEM MOMENTOM, STATIKE, PÁKAM ... ?

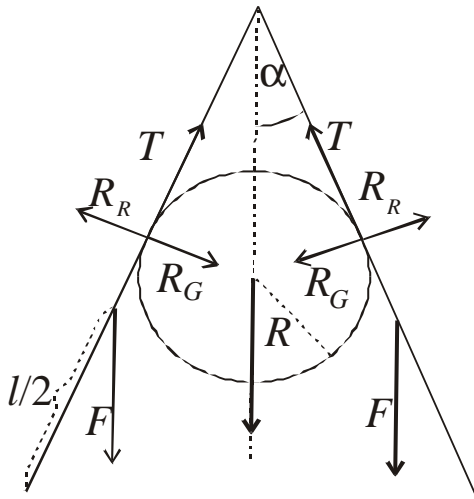
Asi ste pochopili, že príklad nedopadol dáko extra super. Amáte pravdu. Pravdepodobne nie každému z vás je úplne jasné, čo za zvieračko je to tá tretia sila. Podobne momenty, čo kedy a kde s nimi. Tak si o tom všetkom povedzme niečo viac. Môžete nasledujúce odstavce preskocit, ale neodporúčam. Aj keď si myslíte, že viete o všetkom všetko, nezaškodí si to zopakovať.

Kto to vlastne trenie je? Isto je asi všetkým známy vzorec $F_T = F_N f$. Len zopakujem, že F_T je trecia sila, F_N je kolmá sila od podložky, po ktorej sa teleso trie, na toto teleso, f je koeficient trenia. Už asi menej z vás vie, že tento vzorec nie je úplne správny. Problém je v interpretácii trecej sily. Ona sa neriadi vždy podľa toho vzorca, ale bude to trochu zložitejšie. Keď naše teleso necháme len tak, nepôsobí na neho okrem gravitácie a reakcie podložky žiadna sila, nakoľko je teleso evidentne v pokoji. Takže $F_T = 0$. Ak na teleso pôsobíme nejakou silou, ktorá je ale menšia ako $F_N f$, potom trecia sila nebude až taká veľká, ale bude akurát taká, aká je pôsobiaca sila, a teleso zostane v pokoji. Až keď je vonkajšia sila väčšia ako maximum trecej sily, teleso sa začne pohybovať, ale stále bude musieť prekonať treciu silu veľkosti $F_N f$. Až tu začína platiť zmenený vzťah pre treciu silu.

Jednoducho povedané, trecia sila je magická víla, ktorá udržuje teleso v pokoji. Ak na teleso pôsobí sila slabšia ako víla, víla pôsobí presne opacnou silou aby bolo teleso nehybné. Ak je vonkajšia sila väčšia, víla nevládze, ale aj tak sa snaží svojou maximálnou možnou silou vonkajšie účinky aspoň zmierniť.

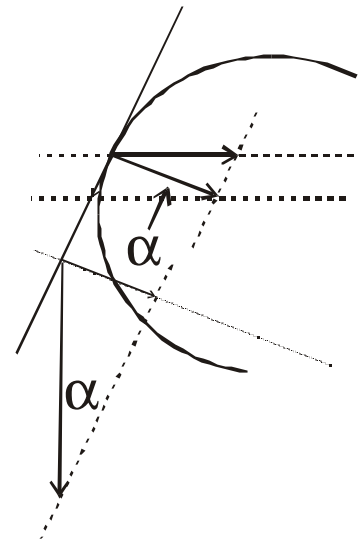
A momenty? Bez tých si v statike veľmi nepomôžeme. Totiž, ak aj sily pôsobiace na teleso sú v rovnováhe, ešte stále môžu mať otáčavý účinok. Aby teleso ozaj stálo, musí byť nulová nielen výslednica síl, ale aj momentov síl.

Hor sa na guľicu pod tlakom. Mnohí ste si všimli, že v zadaní cosi nesedí. Konkrétne tam niečo chýba. Nic nám ale nebráni si to nejako dorobiť a pri troche šťastia sa nám to vykráti a potom sme to ani nepotrebovali. Ak nie, potom zadávateľia ozaj na niečo možno úmyselne, možno nie, zabudli. Nech má teda guľica hmotnosť m a polomer r a rameno hmotnosť M



a dĺžku l . Na zaciatok sa pozrime, aké sily pôsobia v našom prípade. Okrem všadeprítomnej tiaže pôsobia tieto dve telesá na seba navzájom. Každé rameno tlačí na guľu a tá na oplátku vracia rovnako veľkú, ale opacne orientovanú silu ramenám. To vymyslel nejaký Niuton či kto. Pozrime sa na obrázok. R_R označuje reakciu guľe na rameno, R_G označuje reakciu ramena na guľu. Okrem toho ale chce pôsobiť aj tretia sila, čo vysvetľuje záhadnú silu T na obrázku.

Co nám prezrádza inak na slovo skúpe zadanie, je užitočná informácia, že guľica sa nepohybuje. Ešte raz pripomenme, že na guľu pôsobia sily $2T$, $2R_G$ a G . To, že sa guľa nehýbe,



znamená, že ak si sily, ktoré na ňu pôsobia, rozložíme do ľubovoľných dvoch rôznobežných smerov, výsledné sily v týchto dvoch smeroch budú nulové. Toto si všetci radšej premyslite, lebo je to dôležité nie len pre náš príklad, ale všeobecne sa to zide. Ak ste sa s tým zmierili, môžeme si zvolit naše dva smery, do ktorých budeme rozkladať. Toto je často veľmi kritické, avšhodná voľba smerov nám môže veľmi pomôcť. Ak volíme smery vodorovne a zvislo, nič nepokazíme, ale niekedy je lepšie urobiť to inak. V našom prípade použijeme smer vodorovný a rovnobežný so smerom ramena. Dvakrát nám tu pomôže symetria úlohy. Na zaciatok, vodorovné sily sa vybušia, lebo pravá a ľavá strana v tomto smere pôsobia rovno proti sebe rovnako veľkými silami. V druhom rade sa môžeme hrať iba so silami jednej polovice. Na opacnej strane to bude vyzerat úplne rovnako. Pricom každej strane bude prislúchať tiažová sila guľicky $G/2$.

Rozložme teda sily $G/2$, T a R_G do smeru ramena. Sila T sa nezmení a zložky zvyšných dvoch síl sú

$$R_{Gz} = \frac{R_G \sin \alpha}{\cos \alpha} \quad \text{a} \quad G_z = \frac{G}{\cos \alpha}.$$

Ak nie je jasné, konzultujte obrázok. Ateraz príde do hry rozprávanie o tretej sile. Keďže sa guľa nehýbe, sily sú aj v tomto smere vykompenzované. To znamená, že po vôle tretej sily sa neocakáva mnoho, a sila proti ktorej musí pôsobiť je menšia alebo nanajvyš rovná jej maximálnej možnej sile, inak povedané

$$G_z + R_{Gz} \leq T \Rightarrow \frac{G}{\cos \alpha} + \frac{R_G \sin \alpha}{\cos \alpha} \leq R_G f \Rightarrow f \geq \frac{G}{R_G \cos \alpha} + \tan \alpha$$

Jediný problém bude teda určiť reakciu, ktorou na guľu pôsobí rameno. To ale nebude vôbec ťažké. Nie len guľica, ale aj samotné rameno je v pokoji. Keďže rameno je vec, ktorá sa chce otáčať, ale neotáča sa, momenty síl, ktoré na ňu pôsobia sa navzájom vykompenzujú. Na rameno pôsobia sily F , R_R a T , avšak tá posledná má nulový moment. Z obrázku vidíme, že momenty prvých dvoch majú opacnú orientáciu, stačí aby sa rovnali veľkostí. Inými slovami

$$\frac{l}{2} F \sin \alpha = \frac{r}{\tan \alpha} R_R \Rightarrow R_R = \frac{l F \tan \alpha \sin \alpha}{2r}$$

Platí, že $R_R = R_G$. Takže môžeme veselo napísať

$$f \geq \frac{G}{\frac{l F \tan \alpha \sin \alpha}{2r} \cos \alpha} + \tan \alpha \Rightarrow f \geq \frac{2rm}{lM \sin^2 \alpha} + \tan \alpha$$

A to je aj definitívny výsledok našej úlohy. Hurá hurá hurá. A ani to nebolelo.

Vy ste často spravili chybu v tom, že ste si neuvedomili, že R_G nie je priamo prislúchajúca zložka sily F , ale že treba použiť momentovú vetu. Okrem toho ste takmer všetci zabudli na znamienko nerovnosti a veselo ste uvádzali rovnosť, čo je samozrejme nesprávne. A klasika „chybicka se vlouďí“, niekoľko chýb z nepozornosti, ale to nie je až také katastrofálne.

Máme za sebou jubilejný ročník FKS. Teda nie ešte celkom, iba jeho korešpondenčnú časť. Šťastnejším z vás už prišla, niektorým možno príde neskôr pozvánka na letné sústreďenie začiatkom júna v Oravskej Lesnej. Veľmi sa tam na vás všetkých tešíme. Do vtedy sa majte krásne a užívajte si prvých jarných slnečných lúčov.

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

výsledková listina B – kategórie po 3. sérii letného semestra 20. ročníka

Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	⊙	B-3.1	B-3.2	B-3.3	B-3.4	☼	S
1. Bzdušek	Tomáš	sx. A	G Piešťany	39,9	2,0	3,0	1,5	4,0		50,40
2. Berta	Peter	2 A	G Veľké Kapušany	32,0	3,0	3,0	5,0	5,0		48,00
3. Danko	Juraj	2 A	G Piešťany	33,5	3,0	2,0	3,2	4,0		45,70
	Bogár	Ondrej	2 E	G LŠ Trenčín	30,5	4,0	2,5	5,0	2,5	44,50
5. Boža	Vladimír	1 C	G Poprad Tatarku	29,6	4,0	1,5	1,5	3,0		41,10
6. Rybák	Matúš	kv.	OG Kukucínova	27,2	4,0	2,5	1,5	1,5		38,19
7. Galica	Tomáš	sx.	G Spišská Stará Ves	25,5	2,5	–	1,5	3,5		33,00
	Sudolský	Michal	2 F	G BB Tajovského	33,0	–	–	–	–	33,00
9. Fecko	Stanislav	sx. A	G Pankúchova	28,5	–	–	1,5	–		30,00
	Hreha	Ján	2	G Liptovský Hrádok	21,5	4,0	2,0	1,5	1,0	30,00
11. Pavlíček	Tomáš	2 C	SPŠE Piešťany	19,0	2,0	2,0	1,5	3,5		28,00
12. Salaj	Michal	2 A	G Snina	20,5	2,0	–	1,5	1,5		25,50
13. Nagy	Jakub	1 C	G sv. Tomáša Akvinského	19,4	1,5	–	–	1,0		22,56
14. Kerul	Lukáš	kv. A	OG BA Tilgnerova	13,5	0,5	2,0	3,5	1,5		22,40
15. Korenová	Nikola	1 E	G PH Michalovce	12,3	1,0	5,0	1,5	1,0		22,25
16. Celko	Pavol	sx.	G Považská Bystrica	6,0	–	2,0	5,0	4,0		17,00
17. Rolníková	Zlatka	kv.	G Skalica	9,8	2,0	–	2,0	1,0		15,93
18. Malik	Tomáš	kv.	ISG BA Bajkalská	15,7	–	–	–	–		15,70
19. Švihorík	Róbert	sx.	G Nitra Párovská	12,8	–	–	–	–		12,80
20. Alankina	Júlia	kv.	G Dunajská Streda	7,8	0,5	1,0	0,8	–		10,68
21. Baxová	Katarína	9 C	ZŠ Dlhé Hory, Trenčín	5,1	4,0	–	–	–		10,03
22. Šnajderová	Lucia	sx. A	OG Varšavská 1, Žilina	4,0	–	–	–	–		4,00