FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

3. kolo letnej časti 17. ročníka
B – kategória (mladší)
školský rok 2001/2002
termín príchodu riešení
15. 5. 2002

www. **.sk**

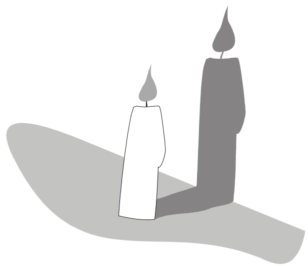
FKS, KZDF FMFI UK
Mlynská dolina
842 48 Bratislava
riesenia@fks.sk
info@fks.sk

B – 3.1 Krasokorčuliarka (5 bodov)
Majka sa už odmalička obdivovala krasokorčuľovanie a tak sa rozhodla, že to dotiahne až na olympiádu. A tak trénovala, trénovala, nacvičovala piruety, skoky a dokonca ako šestnásťročná už zvládla aj každým obdivovaný skok menom *trojitý rittberger*. Pokúste sa odhadnúť, koľko energie Majka vynaloží na takýto zložitý skok.

B – 3.2 Blcha (6 bodov)
Malá blcha sa rozhodla, že vyskáče hore celým veľkým 12–schodovým schodiskom (schody sú rovnako vyskoké, ako široké). Vymyslela si na to dokonca dve metódy. Prvá: skáče vždy z rohu schodu a len–tak–tak doskočí na roh ďalšieho schodu. Druhá je skoro taká istá, akurát že schody berie „po dvoch". Ktorým spôsobom spotrebuje blcha na vyskákanie celého schodiska (12 schodov) menej energie?

B – 3.3 Toaleťáčik (5 bodov)
Predstavte si rolku toaletného papiera. Pevne chytíme jej voľný koniec a kotúč necháme padať z vysokej budovy. Vyjadrite rýchlosť pohybu rolky v hĺbke h pod miestom, z ktorého sme ju pustili. Odpor vzduchu zanedbajte a všetky potrebné veličiny odhadnite.

B – 3.4 Sviečka (4 body)
Pozorne sa zahľadte na obrázok sviečky na stole v miestnosti so zasvietenou lampou. Nájdite na ňom chybu. Nie, jasné, že to nie je všetko. Využite všetko svoje nadanie a nakreslite obrázok tak, ako má byť. Vysvetlite, prečo je to tak.



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

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

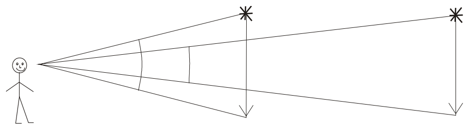
vzorové riešenia 2. série
B – kategória (mladší)
17. ročník
letný semester
školský rok 2001/2002
www. **.sk**

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

B – 2.1 Vločky (opravovala Miška)
Ako to už býva, niekedy v zime sneží. Ak sa zahľadíte na padajúce vločky, zdá sa vám, že tie, čo sú bližšie k vám, padajú rýchlejšie ako tie vločky, ktoré sú od vás vzdialené. Prečo?

Skutočne je to tak: vzdialenejšie vločky – aspoň nám sa to tak zdá – padajú pomalšie ako vločky bližšie pri nás. A že prečo?

Presne tak, ako to mnohí z vás pekne popísali, súvisí tento jav so spôsobom pohľadu ľudí na veci, ktoré sa dejú v ich (väčšej či menšej) blízkosti. V prvom rade si musíme ujasniť, že nami skúmané vločky padajú pekne tíško v bezvetrí k zemi, sú zhruba rovnako veľké a rovnako ťažké, a teda v konečnom dôsledku i rovnako rýchle. Teraz sa však na ne pozrie človek. Ten sa na realitu pozerá pod tým spomínaným zorným uhlom. A ak sa pozerá na dve rôzne vzdialené vločky padajúce po rovnakej dráhe za rovnaký čas, jediné, v čom môže nastať problém, je uhlová rýchlosť vločiek. Vyzerá to potom asi nejako takto:



Bližšiu vločku pozorujeme pod väčším zorným uhlom ako vločku vzdialenejšiu, a teda jej uhlová rýchlosť bude väčšia. Preto sa nám to zdá tak, ako sa nám to zdá.

Ďalšia možnosť, ako si vysvetliť spomínaný jav, je nechať vločky padať po čo najväčšej možnej dráhe v závislosti od zorného uhla. Čas preletu bližšej vločky naším zorným poľom je kratší a rýchlejšie sa nám stratí z dohľadu. Kým my ešte stále pozorujeme padanie vzdialenej vločky, tú bližšiu už dávno nevidíme (resp. na jej mieste už vidíme inú). Človek však vníma dráhy preletu jednotlivých vločiek naším zorným poľom ako rovnaké (to je presne tak, ako keď si dáte ceruzku rovno pred nos a zdá sa vám byť rovnako veľká ako vzdialená budova). Oko teda vidí rovnaké (fiktívne) dráhy, ale rôzne časy pádu vločiek (bližšia vločka potrebuje na prelet zorným poľom kratší čas), a preto sa mu zdá, že tá bližšia je rýchlejšia…

Pri pohľade na vaše riešenia sa mi zdá, že túto zimu snežilo asi po celom Slovensku. Väčšina z vás totiž nemala nejaké väčšie problémy s touto našou zimnou úlohou. Nie všetci však dostali päť bodov. Svoje tvrdenia totiž treba nejako rozumne (alebo aspoň zdanlivo rozumne) formulovať – jednoducho to vysvetliť. Tvrdenie typu "padá rýchlejšie, lebo padá kratšie" nie je dostatočné. Nemôžete očakávať, že je všetkým jasné, že veľkosť dráhy vločky ovplyvňuje náš zorný uhol. Preto to všetko treba pekne poporiadku napísať. Nebojte sa s dobrou myšlienkou trochu pohrať. Tí, ktorí sa nebáli, sú teraz odmenení…

B – 2.2 Plávacia doska (opravoval Cyril)

Azda každý z vás už videl plť alebo aspoň dosku plávajúcu na vode. Ale napadlo vám už niekedy, prečo pláva tak, že jej plochá strana (tá, ktorá robí dosku doskou) je rovnobežná s hladinou vody a nie inak? Čo by sa stalo s polohou dosky, ak by bola hustota dosky väčšia ako hustota vody?

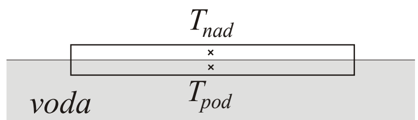
Milí riešitelia, vaše znalosti z oblasti statiky ma značne sklamali. Ak sa to v najbližších dvoch-troch rokoch nezlepší, tak sa so stavebnou fakultou môžete nadobro rozlúčiť. Možno by z vás mohli byť ešte tak … architekti záhradných altánkov. Nič väčšie radšej neskúšajte a *hlavne* nič pri vode! Pravda, česť výnimkám.

Ale aby ste netvrdili, že nie som férový chlap, tak sa na to pozrieme spoločne. Tento príklad sa dal riešiť dvoma spôsobmi.

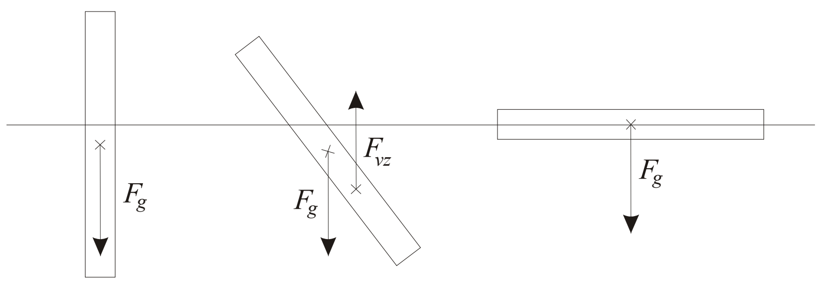
Prvý spôsob riešenia vychádza z tvrdenia, že *sústava* sa nachádza v rovnovážnej (stabilnej) polohe, ak v tejto polohe dosahuje jeho potenciálna energia minimum (stačí aj lokálne – napr. cínový vojačik stojí v pozore, aj keď najmenšiu potenciálnu energiu má v ležatom stave. To je preto, že pri prevrátení by sa mu musela nachvíľu zvýšiť potenciálna energia – t.z. v pozore má lokálne minimum potenciálnej energie.). V tomto tvrdení je pre náš príklad dôležité slovo *sústava* a to, že potenciálna energia je pre homogénne gravitačné pole závislá len od vertikálnej polohy ťažiska *sústavy. Sústava* je v našom prípade tvorená doskou a *vodou,* a teda nestačí len zistiť polohu ťažiska dosky, ale aj *vody*. S Archimedovou pomocou možno ľahko určiť, že (ak platí $\rho_{doska} < \rho_{voda}$) pod vodou je vždy objem

$$V_{pod} = V_{doska} \frac{\rho_{doska}}{\rho_{voda}}$$

a nad vodou je samozrejme zvyšok dosky, pričom tento pomer je stále rovnaký a nezávisí od toho, v akej polohe doska pláva. Ak teraz použijeme pravidlo, že sústava „chce" mať v gravitačnom poli ťažisko čo najnižšie, vychádza nám, že časť dosky nad hladinou „chce" byť najnižšie ako sa dá (teda najbližšie k hladine zhora). No a časť pod hladinou by snáď aj „chcela" byť dole, ale voda, ktorá je hustejšia, tam „chce" byť viac, takže „musí" byť najvyššie ako sa len dá, teda najbližšie k hladine zdola (musí ostať pod hladinou). Našťastie medzi týmito dvoma požiadavkami netreba komplikovane hľadať kompromis, lebo vlk zostane celý aj koza sýta práve vtedy, ak doska pláva rovnobežne s hladinou.



Druhý spôsob je trochu názornejší, ale vo svojich riešeniach ste ho využívali pomenej. Ide o to, že si zistíme aké sily pôsobia na dosku v jednotlivých polohách. F_{vz} je vztlaková sila a F_g je gravitačná sila pôsobiaca na dosku.



Vidíme, že len v druhej (šikmej) polohe nie je vztlaková sila kompenzovaná inou silou, teda to nie je rovnovážna poloha. V prvej polohe je F_{vz} kompenzovaná gravitačnou silou, teda to je rovnovážna poloha, ale už malá vlnka ju môže prevrátiť do polohy 2 a sila F_{vz} ju začne preklápať do polohy 3, takže je to labilná poloha. V tejto tretej polohe sú sily opäť v rovnováhe a navyše vlnka–nevlnka je aj stabilná (lebo ak sa prevráti do polohy 2, sila F_{vz} ju znova vráti späť).

Takto sme až dvoma spôsobmi ukázali, že doska je v stabilnej rovnovážnej polohe práve vtedy, ak je rovnobežná s hladinou vody. A čo sa stane ak je hustota dosky väčšia ako hustota vody, pochopil snáď každý. Doska sa prevráti do vertikálnej polohy (kolmo na hladinu), aby mala menší odpor a padne na dno, kde sa usadí podľa tvaru dna tak, aby jej bolo dobre.

B - 2.3 Z kameňolomu (opravovala Saša)

V kameňolome ostáva po odstrele vo vzduchu veľa drobných prachových čiastočiek, ktoré iba pomaly sadajú na zem. Kým sú vo vzduchu častice s polomerom 5 μm, ktorých hustota vo vzduchu je 0,04 g/m^3, viditeľnosť je 50 metrov. Pri ďalšom odstrele ostali vo vzduchu častice s polomerom 10 μm a ich hustota bola 0,1g/m^3. Aká bola viditeľnosť?

Ahojte, tak tento príklad asi nepatril k tým najľahším, o čom svedčí aj množstvo rôznych výsledkov medzi vašimi riešeniami. Skúsme sa teda teraz spoločne pozrieť na to, kam v našom kameňolome dovidíme a čo všetko, prečo a ako na to vplýva.

Najprv by sme si mali ujasniť, čo nám vlastne bráni vo videní do diaľok. Samozrejme, sú to prachové čiastočky, ktoré vznikli po odstrele a nachádzajú sa vo vzduchu (uvažujeme o čiastočkách guľovitého tvaru). Dôležité je uvedomiť si, že to, čo nám bráni vo výhľade, je ich kolmý prierez, pričom zanedbávame prípadné prekrývanie týchto prierezov (to môžeme, lebo pri prvom odstrele dôjde k prekrytiu asi tak často ako pri druhom odstrele a po druhé, tie čiastočky sú veľmi malé, takže zasa k tomu prekrytiu až tak často nedôjde). Tieto čiastočky nám však nezakryjú celú plochu, ktorú by sme mohli vidieť, ale iba nejakú jej časť – práve týmto pomerom je daný pojem viditeľnosti (do danej vzdialenosti). Názorný príklad prvého odstrelu má akosi „definovať" to, čo je 50–metrová viditeľnosť. Tak teda, poďme počítať...

Označme ρ_1, ρ_2 hustotu prachových čiastočiek vo vzduchu pri prvom a druhom odstrele, polomery týchto čiastočiek nazveme r_1, r_2 a hustotu materiálu, z ktorého sú čiastočky, ρ_0. Počty častíc vo vzduchu budú N_1 a N_2, ich objemové hustoty (počty častíc na daný objem) n_1 a n_2. Rozoberme si prvý odstrel vo vzduchu. Pre hustotu čiastočiek vo vzduchu máme $\rho_1 = m_0 N_1/V$, kde m_0 je hmotnosť jednej čiastočky prachu a V celkový objem vzduchu. Keďže čiastočky sú guľového tvaru, máme $\rho_1 = n_1.4/3\pi r_1^3 \rho_0$, z čoho si ľahko vyjadríme objemovú hustotu $n_1 = K.\rho_1/r_1^3$, kde $K = 3/(4\pi\rho_0)$ je konštanta.

Ďalej môžeme pokračovať dvoma možnými cestami: Jednou možnosťou je, že z celého priestoru, ktorý môžeme vidieť, vyberieme iba akýsi kváder – tunel, cez ktorý pozeráme na nejakú malú plochu – povedzme $S = 1\text{m}^2$. Zistíme pomer, koľko z tejto steny nám častice zakrývajú pri prvom odstrele a porovnáme s druhým odstrelom tak, aby ten pomer zakrytej plochy ostal rovnaký. Pri tomto postupe však zanedbávame zakrivenie, ako aj to, že čiastočky, ktoré sú bližšie k nášmu oku (aj keď sú len malé), nám zaberú viac z nášho výhľadu, ako keby boli od nás ďalej.

Ak je viditeľnosť x_1 metrov, tak celý náš kváder, v ktorom sa nachádzajú čiastočky, ktoré nám bránia vo výhľade, má objem $V_1 = x_1 S$, a teda sa v ňom nachádza $N_1^* = n_1 V_1 = K x_1 S \rho_1 / r_1^3$ častíc. Tieto častice zaberú plochu (to čo nám bráni vo výhľade je priečny prierez, teda kruh s daným polomerom) $S_1 = N_1 \pi r_1^2 = \pi K x_1 S \rho_1 / r_1$, teda pomer zakrytej plochy ku celej ploche, na ktorú sa pozeráme cez náš kvádrik je

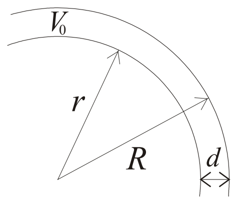
$$\frac{S_1}{S} = \pi K \frac{x_1 \rho_1}{r_1}.$$

Analogicky sa dopracujeme ku pomeru pre druhý odstrel a príslušnú viditeľnosť x_2, kde $S_2/S = \pi K x_2 \rho_2 / r_2$. Ako sme si povedali, viditeľnosť je daná práve týmto pomerom, takže ich môžeme dať do rovnosti a z toho ľahko dostaneme vzťah

$$x_2 = x_1 \frac{\rho_1 r_2}{\rho_2 r_1},$$

po dosadení číselných hodnôt zo zadania nám vyjde

$$x_2 = 50\ \text{m}.0.04\ \text{g/m}^3.10\mu\text{m}/(0.01\ \text{g/m}^3.5\mu\text{m}) = 40\ \text{m}.$$



Druhý spôsob spočíva v tom, že si vyjadríme to, akou časťou nám ku (ne)viditeľnosti prispieva tenká vrstva vzduchu s objemom V_0, ktorý je vzdialený približne rovnako ďaleko od nás (pozri obrázok). Všetok vzduch, ktorý je od nás vzdialený menej ako r metrov vlastne vypĺňa polguľu s polomerom r, (prípadne guľu, ak by sme boli dosť vysoko nad zemou ☺) pričom my stojíme v jej strede. V objeme V_0 tenkej vrstvy vzduchu (označme tú hrúbku d, teda $R = r + d$), sa nachádza pri prvom odstrele $N_0 = n_1 V_0 = K V_0 \rho_1 / r_1^3$ častíc, ktoré zaberajú celkovú plochu

$$S_0 = N_0 \pi r_0^{\ 2} = \pi K V_0 \frac{\rho_1}{r_1}.$$

Opäť celková zakrytá plocha nie je podstatná, dôležité je, aká časť z celkového povrchu daného objemom V_0 (plocha, ktorú by sme mohli vidieť vo vzdialenosti r pri dobrej viditeľnosti – teda ide o povrch gule s polomerom r) je zakrytá.

Použijúc pre vzťah pre objem polgule dostávame pomer $\Omega_0 = S_0/(2\pi r^2) = K.V_0.\rho_1/(2r_1 r^2)$. Podstatné je si teraz správne vyjadriť objem V_0, je to objem veľkej polgule bez malej, teda

$$V_0 = \frac{4}{6}\pi\left(R^3 - r^3\right) = \frac{4\pi}{6}\left[(r+d)^3 - r^3\right] = \frac{4\pi}{6}\left(3dr^2 + 3d^2 r + d^3\right).$$

Keďže hrúbka vrstvy d je oproti vzdialenosti r veľmi malá, druhá a tretia mocnina hrúbky d nám celkový výsledok veľmi neovplyvní a teda členy $3d^2r + d^3$ môžeme zanedbať. Dostávame preto $V_0 = 2\pi r^2 d$. (Môžeme si to predstaviť aj ako povrch polgule násobený hrúbkou vrstvy, ktorá je oproti polguli malá). Teda celkovo po dosadení za V_0 dostávame:

$$\Omega_0 = K\pi d \frac{\rho_1}{2r_1},$$

to je pomer zakrytej plochy ku celkovej ploche, pričom zakrytie je zapríčinené čiastočkami prachu vo vzduchu vo vrstve hrúbky d. Vidíme, že tento pomer nezávisí od vzdialenosti r, teda od ich vzdialenosti od nás. Preto si môžeme „vzduch“ (vzdialený od nás najviac x_1) po prvom odstrele rozdeliť na veľa vrstiev malej hrúbky d, pričom každá vrstva prispeje k celkovému pomeru, práve týmto pomerom Ω_0. Preto celkový pomer zakrytej plochy ku celkovej ploche vo vzdialenosti x_1 je vlastne súčtom týchto príspevkov, teda $\Omega_1 = K\pi x_1 \rho_1/(2r_1)$. Takto sme sa dopracovali, ku pomeru zakrytej plochy ku celkovej ploche, ktorým je daná viditeľnosť. Rovnaký pomer musí vyjsť aj pri druhom odstrele (pre príslušné hodnoty), teda má platiť:

$$\frac{K\pi x_1 \rho_1}{2r_1} = \frac{K\pi x_2 \rho_2}{2r_2}.$$

Z toho už ľahko dostaneme, podobne ako pri prvej možnosti vzťah

$$x_2 = x_1 \frac{\rho_1 r_2}{\rho_2 r_1},$$

čo po dosadení číselných hodnôt dáva opäť 40 metrov. Tak či tak... viditeľnosť pri druhom odstrele bola 40 metrov.

Mnohí ste príklad riešili úvahou o priamej a nepriamej závislosti viditeľnosti od veľkosti, hustoty a počtu častíc vo vzduchu, čo v podstate nie je zlé, jedinou chybičkou krásy bolo, že ste nezdôvodnili, prečo je táto závislosť lineárna. No a ďalší ste často zabudli aj na to, že so zmenou hustoty a veľkosti čiastočiek sa zmení aj ich počet vo vzduchu, čo potom viedlo k nesprávnemu výsledku.

Tak, hádam stačilo. Majte sa všetci krásne a pre istotu sa radšej zďaleka vyhýbajte odstrelom v kameňolomoch, veď vidíte, že tam aj tak toho veľa neuvidíte...☺

B – 2.4 Ostrý nožík (opravoval Priky)

Zo skúseností vieme, že pri rezaní určitých materiálov je výhodné nôž nielen tlačiť kolmo na rez, ale aj hýbať ním v smere od seba – k sebe. Prečo je tento spôsob rezania niekedy výhodnejší? Kedy nie je? Ako ovplyvňujú výber čo najefektívnejšieho spôsobu rezania vlastnosti rezanej latky a ako ostrie noža? Experimentálne poznatky sú vítané.

Zdravím ľudkovia! Tento príkladík so záhadným najefektívnejším spôsobom rezania dopadol v celku dobre. Skoro všetci ste prišli aspoň na niekoľko dôvodov, prečo takto a nie tak a pod. No pre tých menej zdatných bojovníkov a bojovníčky, tu je vzorák.

Najprv si teda odpovedzme na otázku: „Prečo je tento spôsob (od seba k sebe) niekedy výhodnejší?“ Tak ... je to preto, lebo aj tie najdokonalejšie (najdrahšie:) nože nie sú dokonalé. Napriek tomu, že sa nám voľným okom zdá, že sú pekne ostré a hladké, tak pod mikroskopom by sme odhalili ich pravú tvár. Na čepeli noža sa nachádzajú totiž drobné ryhy a nerovnosti (nazvime ich zúbky), ktoré napomáhajú narušiť štruktúru rezanej látky. Dochádza tam k väčšiemu treniu a tým aj k ľahšiemu narušeniu väzieb v materiále, molekuly sa odťahujú od seba a my sa nemusíme toľko namáhať pri krájaní istých vecí. Napríklad chlebík – hýbaním noža tam vzniká väčšie trenie, čiastočky chleba sa nestláčajú ako pri reze kolmom nadol, no sú nožom odnášané preč, vznikajú omrvinky, a chlebík máme nakrájaný :)

Nasledujúcu otázku som spojil aj s otázkou poslednou, lebo ich odpovede sú previazané. Takže: „Kedy nie je tento spôsob výhodnejší a ako ovplyvňujú výber čo najefektívnejšieho spôsobu rezania vlastnosti rezanej látky a ako ostrie noža?“ Tak ... tých vlastností, ktoré vplývajú na náš výber čo najlepšieho spôsobu rezania, je veľa. Tú najzákladnejšiu ste odhalili všetci. Je to tvrdosť materiálu. Je jasné, že čím je materiál mäkší, tak tým menšiu silu musíme vynaložiť na narušenie jeho vnútorných väzieb, t.j. stačí nám nožom naň pôsobiť smerom nadol. Príkladom takého materiálu je maslo, plastelína a i. opakom sú pomerne tvrdé materiály (materiály, ktoré nestlačím rukou aspoň na polovicu :), napr. korok, saláma a i. Také materiály by sa nám veľmi ťažko krájali bez pohybu noža.

Ďalšie vlastnosti súvisia so štruktúrou rezanej látky. Na materiál, v ktorom sú častice na seba viazané slabými silami, nebudeme pôsobiť kolmo dole, lebo by sme častice len pritlačili k sebe. Takým príkladom je chlieb – je to len dáke cesto nafúknuté, ktoré sa rezaním od seba k sebe dá pomerne ľahko rozkrojiť. No kolmým tlačením nadol ... by to nemuselo tak dobre dopadnúť. A opakom sú zas materiály, ktorých častice sú viazané veľkou silou a nie je také ľahké narušiť ich štruktúru, napr. lentilka. Tú by sme asi ťažko rozrezali spôsobom od seba k sebe :).

Môžeme sa zamyslieť aj nad priľnavosťou rezanej látky. Takú štangľu tvrdého syra alebo aj maslo si neviem predstaviť rezať pohybom od seba k sebe. Tieto materiály dobre priľnú na čepeľ, priam sa na ňu nalepia a potom už dochádza len k deformácii materiálu. Takže takéto materiály režeme iba spôsobom kolmo nadol.

Vlastnosťou, ktorá tiež ovplyvňuje výber nášho rezania je pružnosť materiálu. Také dáke tlsté mäso alebo tie žilky v mäse, alebo napríklad špongiu by sme asi ťažko rozrezali len obyčajným tlačením nadol. Čiže pružné materiály režeme spôsobom od seba k sebe. Ovplyvňujúcim faktorom je aj povrch materiálu. Napríklad taká rajčina by sa dala prerezať iba tlačením nadol, no šupa na jej povrchu nás núti ju narezať, resp. začať daným pohybom. Aj samotný banán sa dá krájať len tlakom nadol, no aj so šupou by sme ho už ťažko rozkrojili len tak, bez pohybu. Tá má totiž veľmi vláknitú štruktúru a tú zdoláme len rezaním a zároveň pohybom. Takýchto faktorov, ktoré ovplyvňujú našu voľbu môže byť aj viac, no ... všetky súvisia so štruktúrou daného materiálu.

Pekným faktorom je ešte aj rovina, v ktorej budeme rezať. Napríklad s drevom. Ak chceme rúbať polená (na oheň :), tak si ho postavíme tak, aby jeho vlákna boli rovnobežné so smerom seknutia sekery. Tá v tomto prípade iba tlačí smerom nadol. Ak by sme však chceli poleno narezať na pekné krúžky, tak ho režeme v smere kolmom na vlákna a automaticky hýbeme pílkou v smere k sebe a od seba. Takže aj toto ovplyvňuje výber spôsobu nášho rezania. No a ostrie noža? Ostrý nôž je samozrejme vždy výhra :). Pri mäkkých materiáloch nám to je vlastne jedno, no už pri tých pružných, priľnavých a ... , nám to veľmi ovplyvní kvalitu rezu. Čiže ostrým nožom môžeme rezať aj kolmo nadol a aj pohybom od seba k sebe, no tupým nožom by sme toho veľa rezaním od seba k sebe nespáchali, takže ... režeme len kolmo nadol.

A ... to je už k tejto záhade asi ozaj všetko. Majte sa krásne – v budúcom čísle! :)

FYZIKÁLNY KOREŠPONDENČNÝ SEMINÁR

výsledková listina B – kategórie po 2. sérii letného semestra 17. ročníka

	Priezvisko	Meno	Trieda	Škola	①	B-2.1	B-2.2	B-2.3	B-2.4	☠	Σ
1.	Dzetkulič	Michal	1 A	G PH Michalovce	18,5	5,0	5,0	4,0	5,0	-1	36,83
2.	Burger	Michal	sx.	G BA Grösslingova	20,0	5,0	2,0	4,0	4,5		35,50
	Závodný	Jakub	sx.	G BA Grösslingova	20,0	5,0	4,5	3,0	4,0	-1	35,50
4.	Štolc	Miroslav	sx.	G Nitra Párovská	16,0	5,0	5,0	4,0	5,0		35,00
	Fialka	Vlado	2 E	G K2 Prešov	17,5	5,0	3,5	4,0	5,0		35,00
6.	Neilinger	Pavol	2 A	G Dunajská Streda	16,0	5,0	4,0	4,0	5,0		34,00
7.	Kováč	Adrián	1 A	G Pavla Horova	17,8	5,0	1,5	4,0	4,5		33,89
8.	Batmendijnová	Zuzana	sx.	G T. Vansovej	16,0	5,0	5,0	4,0	4,5	-1	33,50
	Kvašnáková	Katka	2 E	G K2 Prešov	18,5	5,0	1,0	4,0	5,0		33,50
10.	Ceľuchová	Zuzana	2 E	G K2 Prešov	17,5	5,0	1,5	4,0	5,0		33,00
11.	Jančuška	Marek	sx.	G Nitra Párovská	15,5	5,0	4,0	4,5	3,5		32,50
12.	Sasák	Róbert	1 D	SPŠE Piešťany	15,4	5,0	2,0	4,0	4,5		31,98
13.	Brutovská	Eva	sx.	G Kežmarok	17,5	5,0	3,5	1,0	4,5		31,50
14.	Molnárová	Katarína	1 D	G KE Šrobárova	16,9	2,5	4,5	4,5	2,5	-1	31,18
15.	Svrček	Matúš	sx.	G Terézie Vansovej	17,5	4,5	1,5	4,0	4,5	-1	31,00
16.	Jurov	Dávid	1 D	G Humenné	13,9	5,0	2,5	4,0	4,5		30,87
17.	Trubenová	Barbora	2 A	G BA J. Hronca	16,0	4,5	4,0	2,0	4,0		30,50
18.	Rajniaková	Gabriela	kv.	G Liptovský Mikuláš	16,5	5,0	1,0	4,0	3,5	-1	30,36
19.	Potočková	Zuzana	sx.	G Liptovský Mikuláš	18,0	4,0	4,0	4,5	1,5	-2	30,00
20.	Host	Ján	2 E	G K2 Prešov	15,5	5,0	1,5	4,0	3,5		29,50
21.	Lauko	Martin	sx. A	G JL Martin	17,0	5,0	1,5	0,5	5,0		29,00
22.	Savincová	Katarína	1 E	G PH Michalovce	16,5	5,0	1,5	2,0	3,5	-1	28,99
23.	Bratko	Milan	kv. A	G BA Pankúchova	16,1	5,0	1,0	1,0	2,5		27,12
24.	Lampášová	Júlia	kv.	G Považská Bystrica	13,0	4,0	1,0	2,0	4,5	-1	24,93
25.	Kulík	František	1 E	G Humenné	12,7	5,0	1,0	0,5	4,0		24,67
26.	Vojtko	Andrej	kv. A	G Skalica	10,5	5,0	1,0	3,5	3,0		24,39
27.	Šoltésová	Mária	2 B	G BA Grösslingova	9,0	5,0	2,0	2,5	5,0		23,50
28.	Baník	Dušan	2 A	G Poprad Popr. nábr.	19,0	–	–	4,0	–		23,00
29.	Babjak	Viktor	2 A	G LS Bardejov	14,5	4,0	1,0	–	4,0	-1	22,50
	Lenhardt	Rastislav	sx.	G M.M.Hodžu	9,0	5,0	1,0	4,0	3,5		22,50

31.	Faťol	Vladimír	1 E	G PH Michalovce	14,3	4,5	1,0	0,5	0,5		22,08
32.	Hornák	Rastislav	2 D	SPŠE Piešťany	11,5	5,0	0,5	0,5	3,0		20,50
33.	Uhrin	Tomáš	1 E	G PH Michalovce	10,7	5,0	1,0	0,5	1,0		19,61
34.	Sčensný	Jozef	sx. B	G Nitra	10,5	4,5	1,0	0,5	4,0	-1	19,50
35.	Pikna	Peter	2 D	G BA Metodova	10,0	5,0	1,0	0,5	2,5		19,00
	Prievalský	Juraj	2 A	G VBN Prievidza	11,5	4,0	0,5	0,5	3,5	-1	19,00
37.	Vyžinkárová	Danka	kv.	G BA Grösslingova	18,5	–	–	–	–		18,54
38.	Naď	Miroslav	2 A	G Veľké Kapušany	9,5	2,0	3,0	0,5	4,5	-1	18,50
39.	Molčány	Michal	2 A	SPŠE BA K.Adlera	15,5	4,0	1,0	0,5	3,0	-6	18,00
	Šťastný	Vladimír	sx.	G M.M.Hodžu	9,0	5,0	0,5	0,5	3,0		18,00
41.	Lakatoš	Pavol	2 A	G Veľké Kapušany	12,5	0,5	1,5	0,5	2,0		17,00
42.	Santusová	Iva	2 C	G VPT Martin	7,0	4,0	1,0	1,0	3,5	-1	15,50
43.	Mikulík	Andrej	2 B	G BA Grösslingova	6,5	2,0	1,0	–	5,0		14,50
	Végsö	Karol	2 A	G KE Poštová	14,5	–	–	–	–		14,50
45.	Skalný	Ján	1 B	G BA Einsteinova	4,4	5,0	0,5	–	3,0		14,33
46.	Matlák	Roman	2 AC	G KE Šaca	5,0	2,0	3,5	1,0	3,5	-1	14,00
	Patáčik	Ivan	2 C	G Partizánske	9,0	1,5	0,5	0,5	3,5	-1	14,00
48.	Matúšek	Michal	2 D	G BA Einsteinova	7,0	1,0	0,5	4,0	–	-1	11,50
49.	Feketeová	Erika	2 A	G Veľké Kapušany	6,0	5,0	0,5	0,5	–	-1	11,00
	Kamenská	Katarína	2 C	G VPT Martin	5,5	3,5	0,5	–	2,5	-1	11,00
51.	Palušáková	Katarína	2 C	G VPT Martin	5,5	0,5	1,0	0,5	4,0	-1	10,50
	Trtílek	Radovan	2 C	G VPT Martin	6,0	2,0	0,5	–	3,0	-1	10,50
53.	Kubová	Miška	1 A	G Vrbové	3,1	4,0	1,0	0,5	1,5	-1	10,49
54.	Poláček	Lukáš	2	G Modra	4,0	5,0	0,5	–	–		9,50
55.	Breuer	Tomáš	2 E	SPŠE Piešťany	8,5	–	–	–	–		8,50
56.	Kováčik	Viktor	2 A	G BA Einsteinova	7,0	–	–	–	–		7,00
57.	Fidmik	Ján	2 AB	G KE Šaca	1,5	2,0	3,5	1,0	+	-2	6,00
58.	Majorošová	Gabriela	2 A	G Veľké Kapušany	4,5	0,5	–	0,5	2,0	-2	5,50
59.	Vontorčíková	Lenka	2 C	G VPT Martin	2,5	–	1,0	–	1,0	-1	3,50
60.	Jurko	Martin	2 C	G KE STA	3,0	–	–	–	–		3,00