



## Vzorové riešenia 2. série letnej časti

### Príklad 1 - Klzisko *opravovala Zuzana Bogárová - Bum*

Na začiatok si treba uvedomiť, kedy vlastne padneme. Každé teleso má ťažisko, v ktorom naň pôsobí gravitačná sila. Ťažisko má takú skvelú vlastnosť, že sa snaží dostať čo najnižšie do stabilnej polohy. Človek má ťažisko niekde pod pupkom. Keď normálne stojíme, nepadáme, lebo naše ťažisko sa nachádza v stabilnej polohe. Podpierajú ho nohy, tým pádom tvoria podstavu pre ťažisko. Ak sa táto podstava vychýli nabok, tak ťažisko nemá čo podopierať a spadneme.

Čo sa deje, keď sa v lete potknem? Idem si tak po chodníku, keď tu zrazu mi do cesty skočí kameň. Moja pravá noha si ho nevšímne a počas toho, ako sa ňou chcem spraviť krok sa o ten kameň zachytí. Noha zrazu zastane a nepokračuje na miesto, kam ju moja hlava poslala. Moje telo ide ale ďalej a to vďaka zotrvačnosti, ktorá na mňa pôsobí. Keďže noha je stále vzadu, kde sa rozpráva s kameňom, a moje telo ide ďalej dopredu, ťažisko sa už nenachádza nad svojou podstavou, čiže nad nohami. Dostala som svoje ťažisko do nestabilnej polohy. No a pretože sa snaží dostať do stabilnej polohy, padnem na nos. V tom momente sa podstavou pre moje ťažisko stáva zem a už som zase v stabilnej polohe. A tak tam ležím, ako dlhá tak široká, až pokiaľ sa nezdvihnem alebo ma niekto neodtiahne.

Prejde jeseň a začína zima. Strašne nasneží a všade mrzne. Na chodníčku kadiaľ chodím do školy sa spraviť taký krásny hladký ľad. Raz si idem do školy, lebo do školy sa chodiť musí, rozprávam sa s kamarátkami a nedávam pozor na cestu. Čo čert nechcel, šmyknem sa. Keďže ľad má malé trenie, noha sa nezastaví tam kde chcem, ale pošmykne sa ďalej. Ako sa mi tá noha pošmykne, tak sa trochu urýchli a pôjde rýchlejšie dopredu ako zbytok môjho tela, ktoré ide ďalej rovnako rýchlo ako predtým. Tým pádom sa mi noha dostane pred telo. Väčšinou sa to snažím vyrovnať druhou nohou, ale ako na ňu preniesem celú váhu tela a ešte aj narýchlo, tak sa šmykne aj tá. A tiež ide dopredu pred zbytok tela. Tým som dostala svoje ťažisko do nestabilnej polohy. No a pretože sa snaží dostať do stabilnej polohy, padnem na zadok. A zase tam ležím natiahnutá, aká dlhá, taká široká a ešte aj s boľavým zadkom, pokiaľ ma niekto neodtiahne.

Bodovanie: Dostali ste 1 b, ak ste správne vysvetlili situáciu, keď sa potknem a 1 b za vysvetlenie situácie na lade, keď sa šmyknem. Za vysvetlenie cez zotrvačnosť 1 b, za správne odargumentovanie cez ťažisko 1 b. Za pekný opis toho, čo sa tam deje 1 b.

## Príklad 2 - „Moderná“ technika opravoval Peter Dupej

Úloha nebola ťažká, darilo sa vám veľmi dobre, tak poďme rovno na vec ;-).

Žeriav v podstate kombinuje dva jednoduché stroje - voľnú kladku a páku. Na kladky a laná ste často používali vzorec, ktorý nie je úplne spoľahlivý. Pevných kladiek môžem nakombinovať hocikolko, ale potrebnú silu mi to nijak neovplyvní. Takéto kladky iba menia smer pôsobenia sily. Počet lán je už trochu lepší, ale ak niekto povedal, že tam sú 3 laná, preto stačí pôsobiť tretinovou silou, tak sa tiež k správne výsledku nedostal. V skutočnosti tam máme iba jedno lano a to lano je celé napínané rovnakou silou  $F_1$ . Podstatné je to, koľko lán akoby dvíha náklad. V tomto prípade je hák pripojený na jednu kladku, ktorú ťahajú dohora práve dve laná, každé silou  $F_1$ . Z rovnováhy síl potom vyplýva  $F_1 = \frac{F_g}{2}$ . Teraz potrebujeme zistiť tiaž  $F_g$ . Sem-tam niekto zabudol, že aj kladka visí na lanách, takže  $F_g = (2000 \text{ kg} + 20 \text{ kg}) \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 20200 \text{ N}$ . Vďaka kladke musí byť lano napínané silou:

$$F_1 = \frac{20200 \text{ N}}{2} = 10100 \text{ N}$$

Tu by som rád zdôraznil, že hmotnosť a sila sú dve rozdielne veličiny s rôznymi jednotkami. Ak niekto napísal niečo štýlu  $10 \text{ kg} = 100 \text{ N}$ , tak som body nestrhával, ale ak niekto do výsledku napísal, že potrebná sila je  $100 \text{ kg}$  namiesto  $1000 \text{ N}$ , tak za to som už body strhol.

Rúčky navijaku slúžia ako páka. Navijak má polomer  $r_1 = 10 \text{ cm}$  a rúčky z neho trčia ešte  $75 \text{ cm}$ , takže rameno rúčky vzhľadom na os otáčania je  $r_2 = 85 \text{ cm}$ . Z podmienky pre rovnováhu momentov dostaneme:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2$$

kde  $F_2$  je sila, ktorou otroci pôsobia na rúčky navijaku. No, a už len vyjadríme minimálnu silu, ktorou musia otroci pôsobiť na rumpál:

$$F_2 = F_1 \frac{r_1}{r_2} = 10100 \text{ N} \cdot \frac{10 \text{ cm}}{85 \text{ cm}} \doteq 1188 \text{ N}$$

Bodovanie: 1 b za správny výpočet tiaže (náklad + kladka), 1 b za správne rozdelenie síl na voľnej kladke, 2 b za momenty síl na navijaku, z čoho som ale 1 b strhol, ak bola použitá zlá dĺžka rúčok rumpálu a posledný 1 b ste mohli získať za samotný správny výsledok bez vysvetlení alebo postupov.

### Príklad 3 - Vodovodo-rýchlosťo-meter *opravovala Āda Leškōvā*

Ako Āo najpresnejšie odmerať rýĀlosť vytekajúcej vody z kohútika? Āo je vlastne rýĀlosť? RýĀlosť je veličina, ktorá udáva prejdenú vzdialenosť za istý Āas. Ako mōžem zistiť, akú vzdialenosť prejde voda? Myslím, že sa všetci zhodneme, že viem celkom presne odmerať, aký objem vody mi vyteĀe z kohútika za istý Āas (hlavne ak toho objemu je viac a Āas je dlhší ako desatiny sekundy). Ako z toho dostaneme vzdialenosť, ktorú prejde voda za tento Āas?

Podme sa pozrieť, ako to vyzerā tesne pred tým, ako voda vyteĀe z kohútika. Voda teĀe kohútikom, ktorý mā istý prierez (vāĀšinou kruhový) a istú dĺžku. Vynásobením prierezu (plochy vnútorného otvoru kohútika) a dĺžky dostaneme objem vody. Tento objem vody sa v kohútiku posúva istou rýĀlosťou a rovnakou rýĀlosťou bude aj z kohútika vytekať.

V mojom experimente budem teda postupovať tak, že si najprv stanovím nādobu istého dostatoĀne primeraného objemu, napr. 1,5-litrovú fľašu s mierne odrezaným hrdlom, aby mohla voda z kohútika lepšie pritekať do fľaše a budem merať Āas, za ktorý sa tento objem naplní. Keď daný objem vydelim obsahom prierezu kohútika, dostanem akokeby vzdialenosť, ktorú by daný objem prešiel týmto prierezom za mōj nameraný Āas. Tāto vzdialenosť vydelenā Āasom je rýĀlosť vytekajúcej vody z kohútika.

Mohla by som to urobiť aj naopak, stanoviť si nejaký Āas, napríklad 20 sekūnd a merať, aký objem sa mi za tento Āas naplní. Avšak ja som meranie pri jednom natoĀení kohútika opakovala viackrát bez toho, aby som s kohútikom akokoľvek pohla (pre lepšiu presnosť merania - isto uznāte, že sa Āloveku nie vĀdy podarí dostať kohútik do tej istej polohy a mōžu vzniknúť rozdiely v meraní). Z tohto dôvodu som nechcela plytvať vodou a preto som sa rozhodla nestrācať Āas meraním objemu vody. Āas som merala stopkami. Obsah prierezu mōjho kohútika s polomerom 0,85 cm je  $S = \pi \cdot 0,85 \text{ cm}^2 = 2,2698 \text{ cm}^2$ . Tu sū moje namerané hodnoty Āasov  $t$ , za ktoré vyteklo 1,5  $\ell$  vody a vypoĀítané rýĀlosti vytekania vody z kohútika:

$$v_1 = \frac{1500 \text{ cm}^3}{2,2698 \text{ cm}^2} = \frac{660,85 \text{ cm}}{t_1}$$

meranie Ā.	otvorenie kohútika					
	najslabšie		stredne silné		najsilnejšie	
	Āas [s]	rýĀlosť [ $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ]	Āas [s]	rýĀlosť [ $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ]	Āas [s]	rýĀlosť [ $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ]
1.	44,1	15,0	30,7	21,5	15,8	41,8
2.	44,4	14,9	30,8	21,5	15,7	42,1
3.	43,3	15,3	30,4	21,7	15,6	42,4
4.	43,0	15,4	30,2	21,9	15,6	42,4
5.	42,8	15,4	30,2	21,9	15,5	42,6
<b>Priemer</b>	<b>43,52</b>	<b>15,2</b>	<b>30,5</b>	<b>21,7</b>	<b>15,6</b>	<b>42,3</b>

Āím vāĀšmi pootoĀíme kohútik, tým z neho voda rýĀlejšie vytekať

Pozor! Nie je vhodné merať čas, za ktorý voda prejde vzdialenosť od kohútika do umývadla, pretože po prvé: takéto malé časy neverím že sa dajú namerať, veď reakčný čas človeka je isto väčší alebo porovnateľný s týmto časom. A aj keby ste používali kameru, je tu druhý dôvod: voda vo voľnom páde mení svoju rýchlosť – zrýchľuje - a teda by ste nepočítali rýchlosť vytekajúcej vody z kohútika. Našiel by sa ešte aj ďalší dôvod, prečo nie je dobré merať pozorovaním, od kedy voda začne tiecť pokým neprejde istú vzdialenosť – pretože keď otáčate kohútikom, prvé molekuly vody idú pomalšie a až po čase sa dostanú do stabilnej rýchlosti, ktorú ste kohútikom natočili.

Bodovanie: *Za postup experimentu 1 b, za nameranie viacerých hodnôt pre viacero otvorení kohútikov 1 b, za tabuľku nameraných hodnôt 1 b a za výpočet rýchlosti vody 2 b.*

#### Príklad 4 - Laser opravoval Ondrej Bogár - Bugj

Väčšina laserov, ktoré sa používajú nielen vo vede ale aj v priemysle a medicíne nepracujú kontinuálne. Laser vždy svieti iba chvíľu a potom chvíľu nič. Hovoríme vtedy, že pracuje v pulznom režime.

Aby sme vedeli vypočítať ako dlho budeme pomocou laseru taviť 2 mg titánu, musíme si najskôr z kalorimetrickej rovnice vypočítať koľko tepla potrebujeme. Teplo sa minie na zahriatie titánu na bod topenia a potom na roztopenie. Nesmieme ale zabudnúť správne premeniť jednotky.

$$\begin{aligned}
 Q &= \underbrace{m_{Ti}c(T_t - T_0)}_{\text{zahriatie}} + \underbrace{m_{Ti}l_t}_{\text{roztopenie}} \\
 &= 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 520 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (1670^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 296000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad (1) \\
 &= 2,385 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Jeden pulz laseru má výkon 44 kW a trvá 1 ns. Tu ste sa mnohí pomýlili a zle odčítali z grafu ako dlho trvá pulz. Z jedného pulzu dostaneme energiu

$$Q_{laser} = P \cdot t = 0,000044 \text{ W}$$

Na získanie energie preto potrebujeme  $\frac{Q}{Q_{laser}} = 52454545,45$  pulzu. Jeden pulz aj s prestávkou trvá 6 ns a takýchto celých pulzov potrebujeme 52454545 a potom ešte 0,45 pulzu ktorý trvá 1 ns. A keď to všetko spočítame tak získame výsledný čas 314727 ns = 0,00031472 s

Bodovanie: *Za výpočet tepla potrebného na roztopenie titánu 2 b. Odčítanie výkonu, doby trvania pulzu a prestávky z grafu 1, 5 b. Za výpočet celkového času a komentár k postupu 1, 5 b.*

## Príklad 5 - Cyklistická záhada *opravoval Milan Smolík - Jimi*

Tento príklad sa reálne stal, ako ste sa dozvedeli aj v zadaní. Verím, že mnohí ste vyskúšali trafiť správnu rýchlosť aj na vašom bicykli.

Fakt, že svetlo bliká s frekvenciou 100 Hz znamená, že svetlo každú sekundu blikne 100 krát, ako ste aj všetci správne napísali. To znamená, že reťaz bude osvetlená 100 krát za sekundu. Janči vidí reťaz ako stojacu, teda kedykoľvek je reťaz osvetlená, vyzerá rovnako. To sa môže stať iba vtedy, keď sa reťaz medzi jednotlivými bliknutiami posunie o celočíselný počet článkov.

Pri správne fungujúcich bicykloch platí, že posunutie reťaze o 1 článok znamená otočenie kolieska o 1 zúbok. Teda ak sa posunie reťaz o 100 článkov za sekundu, musí sa aj každé koliesko otočiť o 100 zubkov za sekundu. Keď vravím každé, myslím aj to zadné. To sa otočí teda o 100 zubkov, teda presne  $100/25 = 4$  krát. Keďže je pevne spojené so zadným kolesom, aj toto sa otočí 4 krát. Obvod tohto kolesa poznáme: 2,1 m. Aj počet otočení, aj čas: 4 otočenia a 1 sekunda. Rýchlosť bicykla teda bude  $4 \cdot \frac{2,1}{1} = 8,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Metre za sekundu sú veľmi praktické jednotky, keďže sa s nimi skvele počíta ďalej a odpoveď v tomto tvare úplne stačí. Môžem však pre lepšiu predstavu premeniť toto číslo aj na kilometre za hodinu:  $30,24 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

Táto rýchlosť nie je špeciálne vysoká, cyklisti na Tour de France ju dosahujú bežne, nielen počas šprintov. Mnohí z vás správne poznamenali, že reťaz sa môže hýbať aj o 2 alebo 3 články pri každom bliknutí. To by znamenalo 2 alebo 3 krát vyššiu rýchlosť, aj keď už pri  $60,48 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  by mal Janči problémy s policajtami. A ak by sa niekto pýtal na počet zubov na prednom kolese: nie je dôležitý. Bol to chyták.

Pre zaujímavosť: Na Wikipedii som sa dočítal, že oko dokáže zaznamenať bliknutia krátke len 16 milisekúnd. Lampa bliká každých 10 milisekúnd, čo je trochu častejšie ako oko stíha zaznamenať. To však aj znamená, že oku stačí posunutie reťaze každých 0,016 sekundy aby videlo reťaz ako stojacu. Za vhodných podmienok by sme mohli tento jav pozorovať aj pri nižšej rýchlosti.

*Bodovanie: Za správne pochopenie frekvencie 1 b. Za správny výpočet 2 b. Za správny popis výpočtu 2 b. Za menšie nepresnosti, chyby alebo dobré nápady som pridával alebo sťahal najviac pol bodu.*

svet fyziky sa nekončí v laboratóriách  
a učebniciach



súťaž amatérskych filmov o fyzike  
pre žiakov základných a stredných škôl

[www.fyzikalnefilmy.sk](http://www.fyzikalnefilmy.sk)

- nakrúťte hraný, dokumentárny alebo animovaný film o fyzike s dĺžkou 1 až 15 minút
- ak vaše video vyberie porota, zúčastníte sa festivalu a súťaže o hlavnú cenu



a partneri



Nadácia  
Orange

