

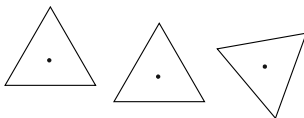
## Vzorové riešenia 1. série letnej časti

### Príklad 1 - Strašidelná stodola *opravoval Matej Duník - Matt*

Už som videl v Pikofyze aj jednoduchšie úlohy, ale väčšina z vás si s dverami pekne poradila. Dalo sa na to ísť rôznymi metódami a našťastie, všetky viedli k úspešnému cieľu.

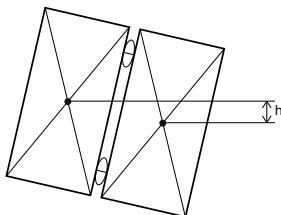
**1. výška dverí.** Na to už Sir Isaac Newton prišiel, keď videl padať jablko zo stromu, že keď je niečo hore, tak to padá dole. A ja dodávam, že keď je niečo hore na naklonenej rovine, tak to padá (kotúľa sa) šikmo dole. To už tak je, že gravitačná sila všetko ťahá dole a je jej jedno, čo sa s tými ťahanými predmetmi stane, jednoducho ich posunie tak, aby boli čo najbližšie pri zemi.

Ako sa dá vo všeobecnosti určiť, či je niečo vyššie alebo nižšie? Prvé dva trojuholníky porovnáme ľahko, ale čo ten tretí?



Odpoveďou je samozrejme *ťažisko*. Ťažisko je taký bod, že keby sme celé teleso zlisovali do malej guľičky tak, aby to bolo fér (fér v tomto prípade znamená, že keď kus hmotnosti posuniem zľava doprava, tak rovnaký kus hmotnosti musím posunúť sprava doľava), tak stred tej guľičky bude ťažisko. Takže ak porovnávam výšku dvoch telies, je fér porovnávať výšku ich ťažísk.

Pozrime, kde je zhruba ťažisko pri našich dverách. Vezmeme tie ľavé, nakoniec tie pravé sa správajú aj vyzerajú presne rovnako. Jediný rozdiel je, že tie ľavé sú vľavo otvorené a vpravo zatvorené a tie pravé sú zase vľavo zatvorené a vpravo otvorené.



Vidíte, že keď sú tie dvere vpravo, tak majú nižšie ťažisko, ako keď sú vľavo? No a tá gravitácia sa snaží dostať ich čo najnižšie, takže logicky, oboje dvere pôjdu zľava doprava. Ľavé sa tým pádom budú zatvárať a pravé otvárať. To je všetko? Nie. :)

**2. energie.** Viacerí z vás písali, že čím je teleso vyššie, tým má väčšiu polohovú energiu. A tú sa snaží mať čo najmenšiu. Tak najprv, čo to vlastne je? Predstavme si to na golfovej loptičke. Čím má tá loptička väčšiu energiu, tým väčšiu (modrejšiu) modrinu je schopná vám urobiť. Tak napríklad keď letí pomaly, spôsobí vám malú modrinu, ale keď letí rýchlo, tak veľkú. Hovoríme, že má väčšiu pohybovú energiu. Polohová energia rastie s výškou (z čím väčšej výšky vám padne na nohu, tým je modrina opäť väčšia). Takže to, že sa snaží mať čo najmenšiu polohovú energiu je len inak povedané že padá. Ono povedzme si otvorene - veľa snahy od takých dverí nemožno očakávať. V skutočnosti tá snaha je len pekné pomenovanie gravitácie.

**3. stabilné vs. labilné.** Niektorí argumentovali tým, že keď sú dvere v tej polohe vľavo, tak to je labilná poloha a vpravo je stabilná. Aká poloha? Stabilná poloha telesa je taká, že keď do toho telesa štvuchnete, tak sa vráti späť. Poznáte také tie poháre, ktoré majú okrúhle dno a aj tak sa neprevrhnú? Alebo si predstavte guľôčku v jamôčke a keď guľku postrčíte, vráti sa späť. Je stabilne v jame.

Labilná poloha je taká, kde len slabučký poryv vetra spustí nenávratný pohyb. Napríklad stojíte na fitlopte a najlepší kamarát (onedlho bývalý kamarát) vás len slabúčko postrčí a vy si už letíte rovno po rozbitý nos. Kto nemá fitloptu, predstaví si guľôčku na vrchole dokonalého kopčeka. Stačí si kýchnuť a guľka sa skotúľa a už sa nikdy na kopec nevráti.

No ok, a čo s tým? Fakt sa teleso snaží (opäť tá „snaha“) dostať z labilnej polohy do stabilnej? V podstate áno. Je v labilnej, niečo doň štvuchne a ono sa zrýchli a hýbe sa, až sa ustáli v nejakej inej polohe. A tým, že sa v nej ustálilo, tak tá nová je asi stabilná (aspoň trochu). Nedá sa však automaticky predpokladať, že sa ustáli presne v tej, ktorú by sme chceli. Čiže ešte treba odargumentovať, prečo by sa mali dvere ustáliť práve v tej polohe napravo a akým spôsobom sa do nej dostanú (viď 1 a 2).

Niektorí sa dokonca rozhodli, že pánty natočia ešte oveľa viac - tak, aby os otáčania bola vodorovná. V tomto prípade tú stabilnú a labilnú polohu vidno veľmi pekne (keď sú dvere úplne hore, sú labilné. Stačí trochu vychýliť a padnú do dolnej stabilnej polohy).

Počkať - ak sú dvere vľavo v labilnej polohe, znamená to, že sa nehýbu? Nezačnú padať, kým ich niečo neštvuchne? Presne! A teraz uvidíme prečo.

**4. sily.** Asi najťažšie, ale zato najpresvedčivejšie riešenie je pomocou síl. Hlavne, ak predmet (dvere) mení svoju rýchlosť (napríklad z nulovej na nejakú), tak je isté, že naň pôsobí sila. Alebo viac síl. Ktoré sily pôsobia na dvere? No predsa gravitačná sila a sila pántov. Tá gravitačná ťahá celé dvere smerom dolu. Horšie je to so silou pántov - kam tlačia dvere pánty? A je to vôbec dôležité?

Teraz trochu odbočíme a predstavíme si typickú hojdačku. Takú dlhú dosku, ktorá je v strede podopretá a na každom konci sedí jedno dieťa a náramne sa zabáva na účinkoch síl. Teda v reči fyzikov - predstavíme si páku. Na ňu, rovnako

ako na naše dvere, pôsobia nejaké gravitačné sily a sila „pántov“. Doska hojdačky má 6 stien (je to kváder). Na jednej sedia deti, označme ju  $A$  a druhá - s rovnakými rozmermi - oproti, nech je  $A'$ . Vieme si dosť dobre predstaviť, čo sa stane, keď zatlačíme na stenu  $A$  alebo  $A'$ . Hojdačka sa hojdá a deti sa radujú. Čo sa stane, keď zatlačíme na niektorú z ostatných stien? Ak sú pánty dobré, nestane sa NIČ. Pánty tieto sily presne vykompenzujú (pôsobia opačným smerom rovnako veľkou silou). To je pre nás skvelá správa - stačí tieto sily ignorovať a ignorovať aj sily, ktorými pánty kompenzujú a vybavené.

Späť k dverám. Na tie teda pôsobí len gravitačná sila a sila pántov, ktoré sme sa rozhodli ignorovať, len si musíme dať pozor, aby sme aj z tej gravitačnej sily uvažovali len tú časť, ktorá tlačí na steny  $A$  a  $A'$ . V tomto momente už ostáva len nakresliť si gravitačnú silu, rozložiť ju na časť, ktorá pôsobí na steny  $A$  a  $A'$  a na ostatné časti (ktoré odignorujeme) a máme výsledok. Skúste to. Odporúčam kresliť pohľad spredu a taký pohľad "skoro zhora", v ktorom os otáčania vyzerá len ako bod a pre rôzne „otvorenia“ dverí. Uvidíte, že to nie je také ťažké.

*Bodovanie: Dostali ste 2 b, ak ste správne určili, ktoré dvere sa budú otvárať/zatvárať a 3 b za vysvetlenie. Prístupov bolo veľa, ale keď ste odargumentovali správne, len dačo chýbalo, tak za každé dačo išiel dole 1 b (napríklad za chýbajúcu gravitáciu).*

## Príklad 2 - Ponorková choroba *opravoval Peter Hojnoš - Supo*

Čaute, dúfam, že sa vám príklad páčil. Najprv, čo ten výtlak vlastne je? Je to hmotnosť vody vytlačenej ponorkou. Objem vytlačenej vody a ponorenej časti telesa (v našom prípade je to celá ponorka) sú rovnaké, to znamená, že keby tam ponorka nebola, toto miesto by bolo zaplnené vodou. Toto všetko vyplýva z Archimedovho zákona.

Keď už toto vieme, ľahko dokážeme zrátať objem ponorky. Objem vody vytlačenej ponorkou je  $V_{\text{vody}} = \frac{m}{\rho}$ . Z predchádzajúcich úvah vieme, že tento objem sa rovná objemu ponorky  $V_{\text{vody}} = V_p$ . Maximálny počet námorníkov je teda pomer celkového objemu ponorky k objemu prislúchajúcemu jednému námorníkovi ( $V_1$ ) podľa zdravotníckych noriem.

$$n = \frac{m}{\rho \cdot V_1}$$

Po dosadení  $n \doteq 67,6$ . Teraz je potrebné si uvedomiť že tých 0,6 námorníka nemožno považovať za ďalšieho námorníka.

P.S.: Áno, v tomto prípade platí, že hmotnosť ponorky sa rovná jej výtlaku. Ale napríklad ak si zoberieme železný predmet (železo má približne 7,9-krát väčšiu hustotu ako voda) s hmotnosťou 7,9 kg a objemom 1 liter a dáme ho do vody, bude mať vo vode výtlak 1 kg a nie 7,9 kg. Ide o to že železný predmet sa potopí, zatiaľ čo ponorka bude plávať.

*Bodovanie: 3 b za holý výpočet 2 b za správny popis. Body som strhával za nedostatočný popis postupu (Veľa z vás uviedlo: „výtlak som vydělil hustotou, dostal*

som objem a ten som vydělil 20“ áno výsledok je správny, avšak chýbala myšlienka, prečo to tak platí.),  $-0,5 b$  ak ste si neuvedomili, že toho 0.6 námorníka nemožno považovať za 1 námorníka.

### Príklad 3 - Ryžovanie *opravovala Zuzana Bogárová - bum*

Tento príklad je experiment, čo znamená, že niektoré veci pri písaní riešenia nemôžeme vynechať. Aký experiment sme vlastne robili, postup, akým sme ho robili, opísať metódy, ktoré sme použili, tabuľku s nameranými hodnotami a hlavne zhrnutie a vysvetlenie výsledkov.

Máme nájsť najrýchlejší spôsob, ako vyprázdniť pollitrovú fľašku plnú ryže. Vyskúšame aspoň 4 rôzne metódy a porovnáme namerané časy.

Pripravíme si stopky, fľašku, ryžu a nejakú nádobu, do ktorej budeme ryžu sypať z fľašky. V momente, keď začneme ryžu sypať, spustíme stopky a zastavíme ich, keď sa vysype všetka ryža. Časy si zaznamenáme do tabuľky. Tento postup opakujeme pri všetkých štyroch spôsoboch sypania z fľašky.

Mohli ste si zvoliť ľubovoľný spôsob. Rezanie fľašky nebolo zrovna ideálne, ale bolo to fajn. Ja som si zvolila ako prvý spôsob obyčajné sypanie z fľašky, ktorá je hrdlom dole. Druhý spôsob som si zvolila naklonenie fľašky o  $45^\circ$ . Ako tretí spôsob som fľašku otočila dole hrdlom a triasla som ňou hore dole. V štvrtom spôsobe som ju naklonila o  $45^\circ$  a triasla som ňou hore-dolu. Pre každý spôsob som to odmerala 5 krát a časy som zapísala do tabuľky.

	1.spôsob	2.spôsob	3.spôsob	4.spôsob
1.meranie	7,5 s	10,4 s	19,3 s	24,3 s
2.meranie	7,4 s	10,1 s	18,9 s	24,0 s
3.meranie	7,9 s	10,3 s	19,7 s	23,8 s
4.meranie	7,6 s	9,8 s	19,5 s	24,6 s
5.meranie	7,2 s	10,5 s	18,6 s	23,7 s
<b>Priemer</b>	<b>7,5 s</b>	<b>10,2 s</b>	<b>19,2 s</b>	<b>24,1 s</b>

Vyšlo nám, že iba otočiť fľašu dole hrdlom bol najrýchlejší spôsob. Prečo to tak je? Porovnanie s druhým spôsobom bolo skoro všetkým jasné. Keď je fľaška kolmo, na ryžu pôsobí celá gravitačná sila. Ak fľašku nakloníme, táto sila sa rozloží na jednu, čo tlačí do steny fľašky a druhú, ktorá tlačí ryžu von. A keďže tá zložka v druhom prípade je menšia ako celková gravitačná sila, je jasné, že to pôjde v druhom prípade pomalšie. Čo sa deje pri treťom spôsobe? Keď trasieme fľaškou hore dole, už iba od pohľadu je jasné, že je to pomalšie. Keď pohneme fľaškou dole, fľaška ide smerom dole asi tak isto rýchlo, ak nie rýchlejšie, ako tá ryža vo vnútri. Takže skoro žiadna ryža nevypadne. Začne vypadávať až keď meníme smer fľašky hore. V momente, keď fľaška ide smerom hore, síce vypadáva ryža, ale nenahradí to straty pri pohybe dole. Takže vidíme, že tento spôsob je pomalší ako prvý. V štvrtom prípade sa skombinovali oba nedostatky druhého a aj tretieho prípadu, preto je tento spôsob najpomalší.

Toť vše. Ak ste zvolili iné spôsoby, nevadí. Hlavné bolo, že ste si museli obhájiť vaše výsledky, ako vám to vyšlo. A myslím si, že ste to zvládli perfektne.

Bodovanie: *Za postup experimentu 1 b, za nameranie viacerých hodnôt pre viacero spôsobov 2 b, za tabuľku nameraných hodnôt 1 b a za vysvetlenie výsledkov 1 b.*

#### **Príklad 4 - Ekosprcha** opravoval *Tomáš Jančo - Janči*

Potrebuje ohriať 42 litrov vody z teploty 20°C na 44°C. To je ohrev 42 kg o 24°C. Potrebné teplo vypočítame pomocou kalorimetrickej rovnice, kam dosadíme hmotnosť ohriatej vody  $m$ , jej mernú tepelnú kapacitu  $c$  a zmenu teploty  $\Delta t$ :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 42 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 24^\circ\text{C} = 4213,44 \text{ kJ}$$

Na ohrievač dopadá slnečný výkon 3600 W, z ktorého sa však využije len 25%, teda  $P = 900 \text{ W}$ . Výkon je práca vykonaná za určitý čas. Tu sa vykonaná práca prejaví ako prijaté teplo  $Q$ . Čas, po ktorý musí slnko pôsobiť na ohrievač daným výkonom vypočítame zo vzorca pre výkon:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Q}{t} \rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{4213440 \text{ J}}{900 \text{ W}} = 4681,6 \text{ s} \doteq 78 \text{ min}$$

Za 78 minút pretečie ohrievačom  $78 \text{ min} \cdot 6 \frac{\ell}{\text{min}} = 468 \ell$  vody, čo je  $\frac{468 \ell}{42 \ell} \doteq 11,14$  obehov vody v ohrievači. Voda v ohrievači teda musí obehnúť 12 krát (za 11 obehov by ešte nemala požadovanú teplotu).

Bodovanie: *Udelil som 2 b za vypočítané potrebné teplo, 1 b za zarátanie účinnosti, 1 b za výpočet času ohrevu, 1 b počet prechodov ohrievačom.*

#### **Príklad 5 - Ihriskolom** opravoval *Vladimír Macko - Vlejd*

Podme na tento drsný príklad. Nakoľko bol úvahový, budeme veľmi silno uvažovať a pokúsím sa vyhnúť ľubovoľným číslam. Tak podme uvažovať. Vieme, že vedenie tepla medzi kameňom a šmykľavkou máme zanedbať. Potom jediný zdroj tepla musí byť trenie.

Trenie vzniká, keď sa po sebe posúvajú dva povrchy. Závisí od materiálov, z ktorých sú telesá vyrobené a od veľkosti sily, ktorá ich tlačí k sebe. Materiály nám v tomto prípade charakterizuje koeficient trenia a sila je gravitačná. Treba si ale uvedomiť, že šmykľavky sú naklonené roviny. Potom ale kameň k šmykľavke netlačí celá gravitačná sila, ale len jej časť. Kto je už drsný fyzik, vie niečo o kosínusoch a rozkladaní síl na naklonenej rovine.

Kto nie, stačí mu takáto úvaha. Čím je rovina naklonenejšia, tým ide teleso rýchlejšie. To znamená, že väčšia časť gravitačnej sily sa používa na urýchlenie a teda menej sily smeruje do šmykľavky. Chcel by som len podotknúť, že trenie priamo nezávisí od rýchlosti, tu sme si len pomohli pri prítláčnej (normálovej) sile.

Ešte by to chcelo zistiť, ako sa to teplo vlastne vyrába. Stačila by aj úvaha, že čím väčšie trenie, tým viac tepla. Poďme na to ale podrobnejšie. Teplo je druh energie. Energia vzniká prácou. Potom, keď pracuje trenie, vzniká teplo. Práca závisí od veľkosti sily a od dráhy, na ktorej táto sila pôsobila. Dráhy sa môžeme zbaviť tak, že si vždy zoberieme len kúsok s rovnakou dĺžkou. Potom ak máme na tomto kúsku väčšie teplo, tak aj väčšiu teplotu. Ak by sme ale mali dve rovnako naklonené šmykľavky z rovnakého materiálu, pričom jedna by bola dlhšia, tak by tá dlhšia mala viac tepla, ale to by sa muselo rozdeliť na väčšej ploche, teda by sa ohriala o rovnako veľa stupňov.

Tu si treba uvedomiť, že ak sú šmykľavky rovnako vysoké, tak tá strmšia bude určite kratšia ako tá menej strmá. Preto by sa mohlo stať, že aj keď sa na strmšej šmykľavke uvoľní menej tepla, ohreje sa o viac stupňov ako menej strmá šmykľavka. Preto budeme rozoberať situáciu len z pohľadu uvoľneného tepla.

Z toho môžeme urobiť záver, že nás zaujímajú len dve veci. Naklonenie plochy, teda uhol, a koeficient trenia danej šmykľavky.

Môžeme riešiť. Nevieme žiadne čísla, môžeme teda len porovnávať:

*Prvá a druhá.* Rovnaké materiály, rôzny sklon. Prvá je strmšia, väčší uhol, menšia trecia sila, menšie oteplenie.

*Druhá a tretia.* Rovnaký sklon, rôzne materiály. Nakoľko je druhá drsnejšia, je pri nej aj väčšia trecia sila a teda aj väčšie oteplenie.

*Prvá a tretia.* Nakoľko prvá < druhá a druhá < tretia, tak aj prvá < tretia.

Už len tá štvrtá. Môžeme si všimnúť, že rovná časť je rovnaká ako pri druhej. Preto sa tam aj rovnako ohreje. V spodnej dolinke to je už trochu iné. Znovu ale musíme mať len treciu silu. Všade máme rovnaký povrch, dôležitý bude teda len sklon. Ten sa bude postupne zmenšovať, až pôjde kameň chvíľu po rovine. To sa stane v najspodnejšom bode. Potom sa sklon bude znovu zväčšovať (symetricky s prvou polovicou). Tak bude teda vyzeráť aj zahrievanie. Postupne sa bude zvyšovať až po spodok, potom sa znovu zníži na hodnotu, akú malo pred vstupom do údolia.

Je tu ale ešte jedna nepríjemnosť a tou je odstredivá sila. Nakoľko kameň mení svoj smer pohybu, tak na šmykľavku tlačí niekedy viac. To znamená, že dolinka sa zohreje ešte trochu viac. Táto odstredivá sila závisí od rýchlosti, zvyšuje treciu silu a potom znižuje rýchlosť. To je ale príliš škaredé a nebudeme sa s tým teraz trápiť. Stojí to ale za zmienku.

Nakoniec by som chcel rozobrať niekoľko častých chýb. Najčastejšou asi bolo, že trenie závisí od rýchlosti. To v našom prípade nie je pravda. My uvažujeme len treciu silu a prácu, ktorú vykonala. Keď sa pozrieme na to, od čoho závisí trecia sila, tak tam žiadna rýchlosť nie je. Tak isto ani pri práci. Tá má totiž tú vlastnosť, že keď vykonáte nejakú prácu, napríklad si urobíte úlohu, tak keď si ju urobíte rýchlejšie, alebo pomalšie, tak stále vykonáte prácu rovnú jednej úlohe.

K závislosti od rýchlosti tiež zvädza to, že aj kameň sa bude ohrievať a teda na konci už bude horúci. Nás ale kameň nezaujíma, lebo sme zanedbali vedenie tepla medzi ním a šmykľavkou.

Z toho vyplýva, že prvé tri šmykľavky a rovná časť štvrtej sú jednofarebné,

každá je vymalovaná len jednou farbou. Na prvej sa uvoľní najmenej tepla, a teda bude celá modrá. Trochu viac tepla uvoľní druhá a teda bude celá zelená. Najviac tepla uvoľní tretia, a teda ju môžeme dať celú červenou alebo oranžovou. Posledná, štvrtá bude na rovnej časti rovnaká ako druhá, teda zelená, a v krivej časti bude najteplejšia. Tam sa bude farba postupne sčervenovať až do najspodnejšieho bodu. Tam bude úplne najteplejšia zo všetkých, teda červená.

Tak asi tak. A nakoľko si sa milý čitateľ/ka dostal/a až sem, zaslúžiš si nejaký motivačný obrázok, alebo aspoň zopár smajlíkov za prijatie toľkej koncentrovanej fyziky. ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺

Bodovanie: *Za poriadne popísanie teórie o tretej sile (že závisí od prítlačnej sily, teda uhla a koeficientu trenia) 2 b. Za to, že rovná šmyklavka bola celá jednou farbou 1 b. Za správne zoradenie bol 1 b. Za správne zdôvodnenie konca šmyklavky číslo 4 bol tiež 1 b.*

# Sústredenie PIKOFYZ-u

Dobrá Voda 2013

---

Sústredenie sa konalo v ŠvP Dobrá Voda 31.1. až 3.2.2013. O super zábavu malo postarané 27 účastníkov a 8 vedúcich.



Fotky zo sústredenia nájdeš na našej stránke  
[www.pikofyz.sk/fotky.html](http://www.pikofyz.sk/fotky.html)