

Vzorové riešenia 3. série zimnej časti

Príklad 1 - DJ mravec opravovala Majka Vlachynská

V tomto príklade sme mali mravca, ktorý stál na kraji gramofónovej platne s priemerom 30 cm. Keď sa platňa začala točiť, mravec sa rozbehol rýchlosťou $0,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ k jej stredu. Mravec bežal do stredu platne, takže neprebehol celý priemer, ale iba jeho polovicu. Mravec teda prebehol $30 : 2 = 15 \text{ cm}$.

Našou úlohou bolo vypočítať čas, za ktorý mravec túto dráhu prejde. Keďže poznáme rýchlosť aj dráhu mravca, môžeme si dosadiť do vzorca $t = \frac{s}{v}$. Teda $t = \frac{15}{0,4}$. Z tohto dostaneme, že čas t je rovný 37,5 s. Takže mravec sa do stredu platne dostane za 37,5 sekundy.

No a ako bude vyzeráť dráha mravca vzhľadom na stôl? Keďže sa mravec posúva ku stredu a platňa ho súčasne posúva do boku, jeho dráha bude vyzeráť ako špirála (viď obrázok). To že tá dráha vzhľadom na stôl takto vyzerá však nemení nič na tom, že mravec prejde len 15 cm, pretože ide stále rovno po platni, i keď z nášho pohľadu to tak nevyzerá.



Bodovanie: *Bodovanie: náčrt:1 b; výpočet:1,5 b; postup:1,5 b; dôvod zakrivenia dráhy:1 b*

Príklad 2 - Vykladačka opravoval Tomáš Jančo - Janči

Tento príklad bol zaujímavý tým, že sa dal riešiť rôznymi spôsobmi. My si ukážeme jeden z nich. Použijeme na to momentovú vetu, ktorá hovorí, že pre páku v rovnováhe sa musí súčet momentov na jednej strane rovnať momentom na druhej strane.

Spočítajme si momenty síl od každého kvádra na aute a auta samotného. Os otáčania je ten bod, okolo ktorého by sa auto prevrátilo, teda pravý okraj pravej pneumatiky.

Objekt	Hmotnosť [kg]	Tiaž [N]	Rameno [m]	Moment [Nm]
obecne	m	$F = m \cdot g$	a	$M = F \cdot a$
auto	2000 kg	20000 N	1 m	20000 Nm
1.kváder	500 kg	5000 N	0,25 m	1250 Nm
2.kváder	500 kg	5000 N	0,75 m	3750 Nm
3.kváder	500 kg	5000 N	1,25 m	6250 Nm
4.kváder	500 kg	5000 N	1,75 m	8750 Nm

Teraz si postupne spočítame, do akej vzdialenosti by sa nám podarilo vyložiť kvádre bez toho, aby sa auto prevrhlo. Na rameno budeme mať vždy jeden kváder, ktorého tiaž je $F_g = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 5000 \text{ N}$. Vykladám kvádre z pravej strany, aby mi ostatné kvádre robili protiváhu.

Na aute	Vykladáme	Moment vľavo [Nm]	Max. vzdialenosť
obecne		$M = M_{\text{auto}} + M_1 + M_2 + \dots$	$a = M / F_g$
1,2,3	4	$20000 + 3750 + 6250 + 8750 = 38750$	7,75 m
1,2	3	$20000 + 6250 + 8750 = 38750$	7,0 m
1	2	$20000 + 8750 = 38750$	5,75 m
nič	1	20000	4 m

Z tejto tabuľky hneď vidíme, koľko kvádrov sa nám podarí vyložiť. Ak všetky kvádre vykladáme do vzdialenosti 6 m (t.j. rameno je vysunuté na 7 m), podarí sa nám vyložiť 2 kvádre.

Ak si predstavíme, že kvádre vykladáme jeden vedľa druhého, tak prvý vyložíme do vzdialenosti 6 m, druhý do 5,5 m, ďalší do 5 m a posledný sa nám už vyložiť nepodarí.

Bodovanie: 5 b som dal za úplne správne riešenie. -0,5 b za drobné chyby - často ste si neuvedomili, že rameno trčí z auta len 6 m. Riešenia, kde ste počítali cez ťažiská a nesprávne ste určili ťažisko auta s kvádrami som ohodnotil 3 b.

Príklad 3 - Cuc opravoval Samuel Kočiščák

Vašou úlohou bolo zistiť čo a prečo robí vzduch, keď chladne v uzavretej nádobe. Robí presne to isté, čo všetky ostatné plyny. Keď plyn v nádobe zahrievame, stúpa jeho tlak. Keď chladne, musí tlak v ňom opäť klesnúť. Môžeme to pozorovať napríklad pri varení v tlakovom hrnci, ktorý keď zohrievame, stúpne teplota vzduchu a pary v ňom, čím sa zvýši tlak. Tento

efekt môžeme pozorovať aj keď hodíme zavretú plastovú fľašu do ohňa - v momente, keď sa na nejakom mieste prepáli, cez vzniknutú dieru z nej vyfučí vzduch pod veľkým tlakom, ktorý získal zohriatím. Keď teda vzduch v našej fľaši ohrejeme horúcou vodou v nej a potom vodu vylejeme, pričom tlak vo fľaši zrovnáme s tlakom vonku a fľašu zavrieme s horúcim vzduchom dnu, bude pri jeho chladnutí klesať tlak. To sa prejaví stiahnutím fľaše, úplne rovnako, akoby ste z nej vysali vzduch ústami.

Teraz k postupu: V zadaní bolo napísané, že máme použiť 2l fľašu. Je to tam napísané preto, že menšie fľaše sú odolnejšie voči zmenám tlaku a teda nezdeformujú sa tak, ako veľké fľaše, ostane v nich aj po zdeformovaní silný podtlak. Osobne odporúčam používať fľašku od Kinley tonicu, lebo má jednoduchý tvar a pomerne tenké steny, je asi najvhodnejšia na väčšinu experimentov. Ďalšia vec je, akú teplú vodu máme použiť. Teplá voda z kohútika zvykne mať teplotu medzi 40°C a 60°C, čo je teplota, pri ktorej možno efekt scucnutia pozorovať, ale nezanechá následky na fľaši. Fľašu poškodí až voda okolo 80°C, teda mohli ste použiť aj teplejšiu vodu, než z kotútika. Keď už máme vhodnú fľašu aj vodu, môžeme pristúpiť k meraniu.

Postupovali sme podľa zadania a máme v rukách zdeformovanú fľašu plnú vzduchu izbovej teploty, ktorej objem potrebujeme zmerať. Existuje niekoľko spôsobov, ako to urobiť. Najjednoduchší je asi ponoriť fľašu do inej nádoby s vodou a zistiť objem podľa zmeny výšky hladiny. Väčšina z Vás postupovala práve takto. Jediná komplikácia tohto postupu je, že musíme zistiť, aký má fľaša vonkajší objem nedeformovaná. To, že fľaša je dvojlitrová totiž znamená, že keď ju kupujeme sú v nej 2l Kofoly. Neznamená to, že má vnútorný objem 2l (vnútorný objem zvykne byť 2, 15l, niekedy až 2, 2l) a rozhodne nemôžeme tvrdiť, že vonkajší objem fľaše je 2l. Jej skutočný vonkajší objem však môžeme zmerať rovnako, ako objem scucnutej fľaše a to napríklad ponorením do nádoby s vodou. Keď vieme, aký je objem nescucnutej a scucnutej fľaše, vieme jednoducho spočítať, o koľko percent sa objem zmenšil:

$$\frac{V_{nescucnutej} - V_{scucnutej}}{V_{nescucnutej}} \cdot 100\% = x\%$$

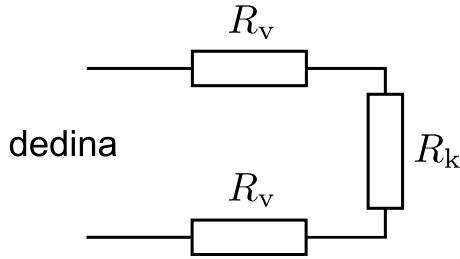
Toto meranie bolo už len treba zopakovať aspoň 3-krát, čím zvýšime presnosť merania. Pre 50°C malo scucnutie vyjsť zhruba 10%–15%,

Bodovanie:

Za zistenie objemu nescucnutej fľaše 1 b. Za odmeranie objemu scucnutej fľaše a vy počítanie percentuálnej zmeny objemu 3 b. Za zopakovanie merania 1 b. Za závažnejšie nepresnosti alebo chyby v postupe ste o body prišli v závislosti od závažnosti chyby.

Príklad 4 - Výpadok prúdu opravoval Martin Gažo -- Maťo

Väčšina z vás si uvedomila, že situáciu si vieme prekresiť do nasledujúcej schémy:



kde R_v je odpor jedného vodiča vo vedení medzi konárom a dedinou a R_k je odpor konára. Odpor oboch drôtov vo vedení R_v je rovnaký, lebo predpokladáme, že majú rovnakú dĺžku. Táto dĺžka je aj to, čo v tejto úlohe chceme vypočítať, a preto si ju označíme ako l .

Vieme, že keď celkový obvod je zapojený na 230 V, preteká ním prúd 63 A. Jedná sa vlastne o sériové zapojenie rezistorov, vďaka čomu môžeme písať

$$\frac{230 \text{ V}}{63 \text{ A}} = 2 R_v + R_k$$

Často ste zabúdali, že vo vedení sú vodiče dva, čím vám potom vyšiel dvojnásobne veľký výsledok.

Ďalej poznáme napätie na konári (tým myslíme napätie medzi koncami konára), ktoré je 100 V. Cez konár však tiež preteká prúd 63 A, a teda podľa Ohmovho zákona vieme zistiť odpor konára

$$R_k = \frac{100}{63} \Omega$$

z čoho po dosadení do prvej rovnice získavame

$$R_v = \frac{65}{63} \Omega$$

Keď už poznáme odpor jedného vodiča vo vedení, dĺžku vedenia vypočítame ľahko pomocou vzorca na výpočet odporu. Ten znie

$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow l = \frac{R_v S}{\rho} = \frac{65 \Omega \cdot 25 \text{ mm}^2}{63 \cdot 0,03 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}} \doteq 860 \text{ m}$$

Poznámka na záver: V celom vzoráku sme potichu predpokladali, že namerané napätie v chate bude aj napätím na konári. Dôvod, prečo to tak je si môžeme ukázať teraz. V podstate chceme ukázať, že na časti vedenia, kde nepreteká prúd je napätie nulové. Ak by nebolo, na konári by muselo byť iné napätie, konkrétne súčet napätí aj na spomínaných kusoch vodiča.

Ako teda zistíme, že napätie na vodiči, kde nepreteká prúd je nulové? S použitím Ohmovho zákona, keďže platí $U = IR$ a vieme, že $I = 0$, teda že pravá strana rovnice je nulová. Aby bola rovnica (Ohmov zákon) splnená, musí byť nutne aj ľavá strana rovnice nulová, čo znamená, že $U = 0$, čo sme chceli dokázať.

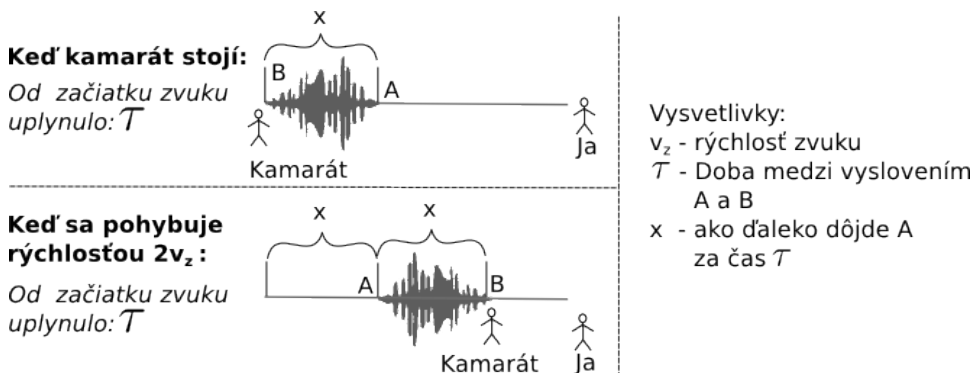
Bodovanie: Za neuvedenie si, že vodiče vo vedení sú dva a nie len jeden sme strhávali 1 b, za zanedbanie odporu stromu sme strhávali 2 b. Numerické chyby alebo nedostatočný slovný komentár spôsobili strhnutie o 0,5 – 1,5 b.

Príklad 5 - Audiomág opravoval Ján Bogár- Boogie

Väčšina z vás rýchlo prišla na to, že kamarát sa musí pohybovať smerom ku mne rýchlosťou vyššou ako je rýchlosť zvuku. Ale akou rýchlosťou presne? Všimnite si, že má znieť ako video pustené *normálnou rýchlosťou*, ale pozadu. To sa dá len pre jednu konkrétnu rýchlosť.

Zvuk ktorý kamarát vydáva je vlastne zvuková vlna, ktorá sa šíri do okolia rýchlosťou zvuku. Kamarát ju postupne vypúšťa z úst, každá jej časť sa šíri z toho miesta, kde ju vypustil. Označme jej začiatok A a jej koniec B. Keby kamarát stál na mieste a nehýbal sa, vzdialenosť medzi A a B by bola $x = v_z \cdot \tau$, kde v_z je rýchlosť zvuku a τ je doba, ktorá uplynula medzi tým ako povedal A a tým ako povedal B.

Keď sa kamarát bude pohybovať rýchlosťou vyššou ako je rýchlosť zvuku, tak vlnu bude nielen dobiehať, ale aj ju predbehnúť. Keď bude zrovna vypúšťať z úst B, bude ku mne bližšie ako bude v tej chvíli A, a teda ku mne skôr dorazí koniec vlny ako jej začiatok (keďže celá vlna sa šíri rovnakou rýchlosťou): takže to čo povedal budem počuť naopak.



Aby mi ale zvuk znel normálnou rýchlosťou, len obrátene, nesmie byť vlna stlačená ani roztiahnutá. Vzdialenosť medzi koncom a začiatkom vlny teda musí byť rovnaká ako v prípade, keď kamarát stál, čiže x . Takže za dobu kým kamarát vypustí z úst celú vlnu (čiže τ) dôjde A do vzdialenosti x , a kamarát musí v tej chvíli byť ešte o ďalšie x ďalej, keďže práve v tej chvíli vypustí z úst B (a vzdialenosť A od B tak bude x). Ale veď to znamená, že koniec vlny vypustí vo vzdialenosti $2x$ od miesta, kde vypustil začiatok vlny (a o čas τ neskôr). Takže sa musí pohybovať presne dvojnásobnou rýchlosťou zvuku, čiže $2v_z$.

Odpoveď je teda, že ak chceme aby zvuk znel normálne (nebol zrýchlený ani spomalený), len obrátene, tak sa musí kamarát ku mne pohybovať dvojnásobkom rýchlosti zvuku, čiže $0,68 \frac{m}{s}$.

Pár poznámok na záver:

-Keď ku mne obrátený zvuk od môjho kamaráta dorazí, tak môj kamarát už bude dávno za

mnou a bude sa už odo mňa vzdalovať. V okamihu keď hovoril to čo počujem ale musel ísť ešte smerom ku mne.

-Ak by sa kamarát pohyboval inou rýchlosťou, zvuky by zneli ako prehrávané rýchlejšie/pomalšie ako normálne, a mali by teda aj inú výšku tónov- to sa volá Dopplerov efekt.

-Ak vieš dobre po anglicky, na stránke <http://what-if.xkcd.com/37> sa môžeš dočítať, či by to bolo možné aj v reálnom svete bez čarov mága Audiusa.

-Kamarát by sa nemusel pohybovať priamo k tebe, mohol by ťa aj míňať, ale potom by musel meniť svoju rýchlosť a príklad by bol o dosť komplikovanejší.

Bodovanie: Za zistenie, že musí ísť smerom ku mne som dával 1 b, za to, že musí ísť rýchlejšie ako zvuk 1,5 b, za presnú rýchlosť 1,5 b a za dostatočné zdôvodnenie 1 b.

Vyhlasujeme 3. ročník medzinárodnej súťaže krátkych filmov o fyzike. Natoč svoj film a prihlás ho na festival.



<http://www.fyzikalnefilmy.sk>
<http://www.youtube.com/fyzikalnefilmy>