

57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Krajské kolo kategórie E
Riešenie úloh

1. Harmony of the Seas

Riešenie:

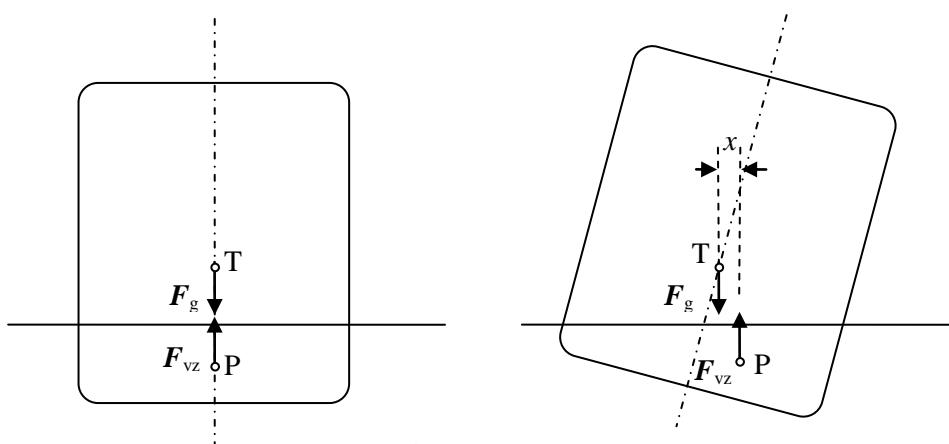
- a) Podľa Archimedovho zákona je tiažová sila $F_G = m g$ pôsobiaca na loď v rovnováhe so vztlakovou silou $F_{vz} = m_v g$, kde m_v je hmotnosť vody vytlačenej ponorenou časťou lode

$$m = m_v = d s h \rho. \text{ Pre dané hodnoty } m \approx 158\,000 \text{ t.} \quad 2b$$

- b) Vyložením nákladu s hmotnosťou m_1 sa zmení rovnako i hmotnosť vody vytlačenej ponorenou časťou lode. Zmena ponoru

$$\Delta h = \frac{m_1}{d s \rho}. \text{ Pre dané hodnoty } \Delta h \approx 89 \text{ cm.} \quad 2b$$

- c) Na obr. RE–1 je znázornený priečný prierez lode v základnej polohe a lode naklonenej.



Obr. RE–1

Ťažisko T lode je na zvislej osi priečného prierezu bližšie ku dnu lode (ťažšie časti sa kvôli stabilite ukladajú do dolnej časti a posúvajú ťažisko nadol). Pôsobisko P vztlakovej sily je približne v polovici výšky ponorenej časti lode. Obidve sily majú rovnakú veľkosť, pomer $p = F_g/F_{vz} = 1$. 3b

- d) Pri naklonení lode, obr. RE–1 vpravo, zostáva objem ponorenej časti lode rovnaký, ale ťažisko P ponorenej časti lode sa posúva vpravo. Sily F_g a F_{vz} majú stále rovnakú veľkosť, ale ich vektorové priamky majú vzdialenosť x . Dvojica síl tak vytvára moment sily $M = F_g x$, ktorý vracia loď nazad do pôvodnej rovnovážnej polohy. 3b

2. Tepelný zásobník

Riešenie:

- a) Voda má pre prírodu rad významných a jedinečných vlastností, ktoré sú dôležité pre život na Zemi. Okrem mechanických, elektrických, optických, chemických vlastností sú to aj vlastnosti tepelné.
- Voda je látka s najväčšou hmotnostnou tepelnou kapacitou a preto je vhodná pre akumuláciu tepla, napr. v oceáne alebo jazerách. Príkladom prírodného javu sú morské prúdy, napr. Golfský prúd, v ktorom voda prenáša teplo získané v rovníkovej oblasti do polárnych oblastí a spôsobuje tak mierne podnebie v oblasti severozápadnej Európy.
 - Pri vyparovaní vody sa prostrediu odoberá značné množstvo tepla, čím sa prostredie chladí. Chladenie odparovaním vody (potu) využívajú napr. rôzne živočíchy aj človek.
 - Najväčšiu hustotu má voda s teplotou približne 4 °C. V rybníku sa teda voda s touto teplotou drží pri dne, zatiaľ čo zamrzajúca voda s teplotou 0 °C je pri hladine. Rybník tak pomaly zamrzá od hladiny nadol, čo umožňuje vodným živočíchom prežiť zimu.
 - Ľad má väčší objem ako voda s rovnakou hmotnosťou. Pri zamrznutí vody v skalných puklinách dochádza k rozširovaniu puklín a postupnému zvetrávaniu skál.
 - Pevninský ľad v polárnych oblastiach viaže obrovské množstvo vody. Pri globálnej zmene teploty sa ľadovce roztápajú, čo môže vyvolať zmenu výšky hladiny oceánov a ohrozenie nižšie položených pobrežných osídlení.

(za každú správnu odpoveď 0,5b, max. 1,5b)

- b) Vodná plocha predstavuje obrovskú zásobárňu tepla a teda teplotný stabilizátor. Pri zvýšenej teplote ovzdušia sa zvýši odparovanie a tým sa prostredie chladí. Ak dôjde k poklesu teploty ovzdušia, zohrieva sa vzduch od teplejšej vody. Tak sa zmierňujú výkyvy teploty v oblasti vodnej plochy. Pevná zem má menšiu hmotnostnú tepelnú kapacitu a tým schopnosť viazať teplo, preto je efekt stabilizácie teploty podstatne slabší a krátkodobý. Napr. v púšti sa cez deň zvýši teplota až na 40 °C, ale v noci klesá aj pod 0 °C. 2b

- c) Teplo, ktoré sa uvoľní pri ochladení vody

$$Q_1 = \rho V c (t_1 - t_2). \text{ Pre dané hodnoty } Q_1 = 113 \text{ kJ.} \quad 1b$$

Teplo dodané elektrickým ohrievačom

$$Q_1 = U I \tau, \text{ kde } \tau \text{ je doba činnosti ohrievača.}$$

Odtiaľ máme

$$I = \frac{Q_1}{U \tau}, \text{ pre dané hodnoty } I = 0,14 \text{ A.} \quad 1b$$

- d) Využitelné teplo

$$Q_2 = \rho V_2 (t_3 - t_4) \eta. \text{ Pre dané hodnoty } Q_2 = 287 \text{ GJ} = 80 \text{ tis. kWh} \quad 2b$$

Potrebné množstvo uhlia

$$m = \frac{Q_2}{H}, \text{ pre dané hodnoty } m = 19 \text{ t.}$$

1b

e) Technické zariadenia môžu byť

- Prenos tepla horúcovodmi z teplárne do sídliska
- Prenos tepla v ústrednom kúrení v dome
- Odvod tepla z jadrového reaktoru vodou prúdiacou v chladiacom okruhu
- Vodou chladené motory automobilov
- Domáci bojler ako zásobník teplej vody
- Zem ako zásobník tepla – geotermálne zariadenia
- V minulosti ľadovne (sklady ľadu získaného v zime) ako celoročný zdroj chladu
- atď.

(za každú správnu odpoveď 0,5b, max. 1,5b)

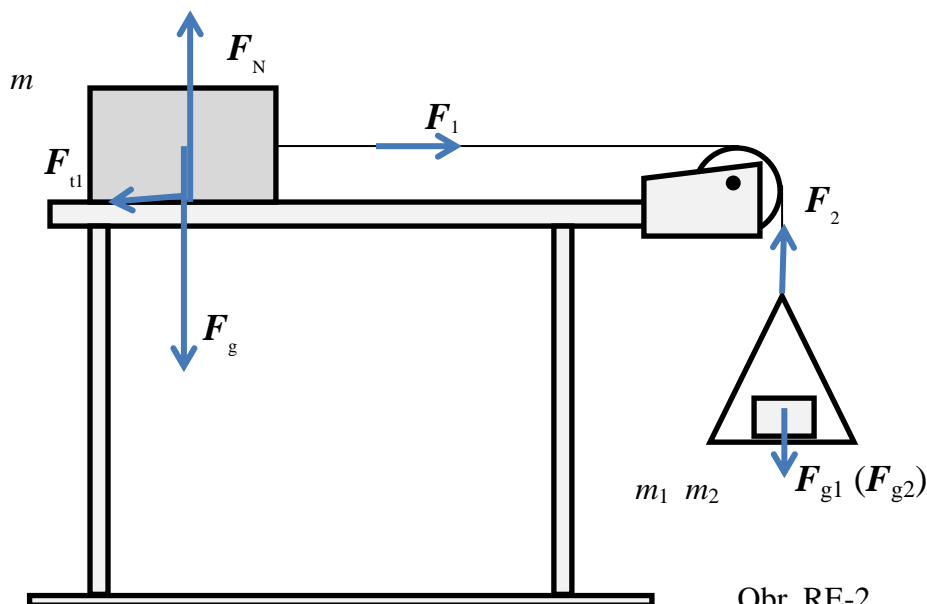
3. Pokusy s hranolmi

Riešenie:

a) Sústava je v pokoji, preto $F_{t1} = F_1$. Sila napínajúca vlákno má rovnakú veľkosť pozdĺž vlákna, preto $F_1 = F_2$. V stave pokoja je $F_2 = F_{g1} = m_1 g$, $F_g = m g$.

Pre dané hodnoty $F_{t1} = F_1 = F_2 = F_{g1} \approx 3,0 \text{ N}$, $F_N \approx 18 \text{ N}$.

4b



(Správne nakreslené sily po 0,5b) max. 3b

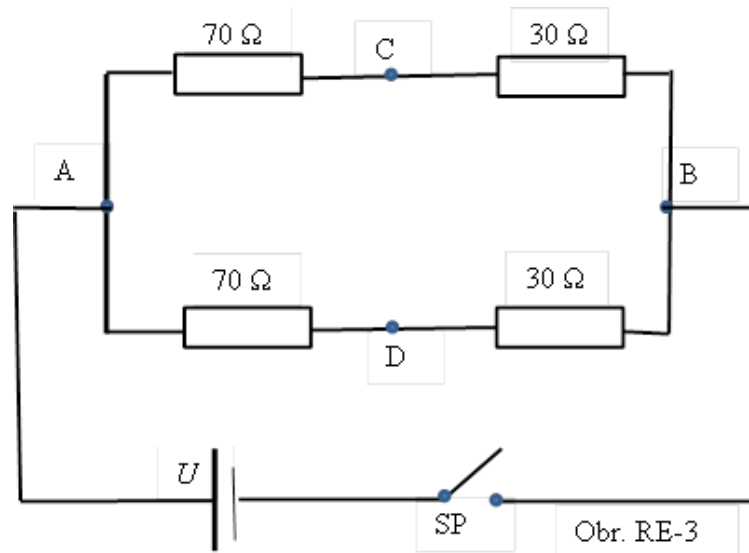
b) V tomto prípade, pretože sústava sa pohybuje rovnomerne, $F_t = m_2 g$, teda $F_t = 4,2 \text{ N}$, a $F_N = F_g = m g$. Faktor statického trenia $f = F_t/F_N = m_2/m$, pre dané hodnoty $f = 0,23$.

3b

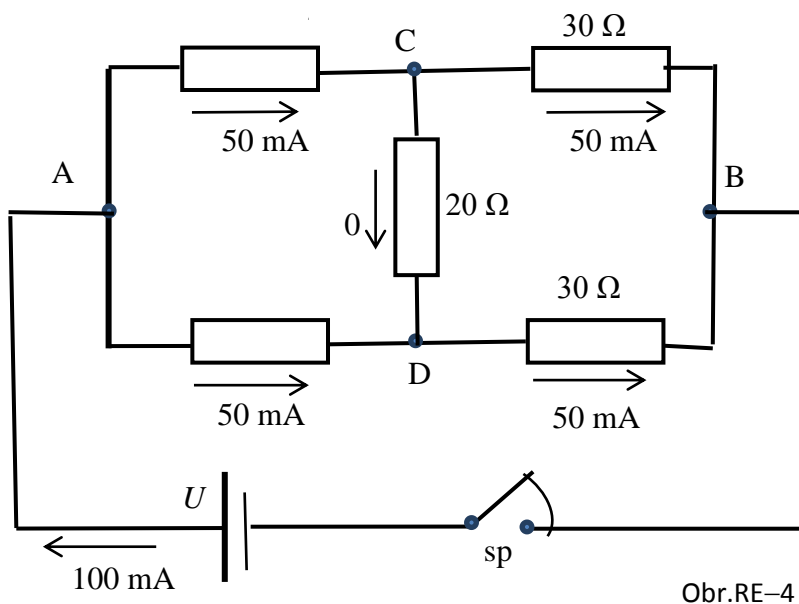
4. Elektrický obvod

Riešenie:

- a) Keďže je obvod symetrický podľa elektrickej osi AB, prúd medzi uzlami C a D je nulový, preto rezistor $R_{CD} = 20 \Omega$ možno odpojiť (obr. RE-3) bez ovplyvnenia obvodu. Vetvy ACB a ADB, každá s odporom 100Ω , sú paralelné, a teda celkový odpor $R_{AB} = 50 \Omega$. 4b



- b) Po zapnutí obvodu prechádza zdrojom prúd $I = U / R_{AB} = 100 \text{ mA}$. 1b
 Prúdy jednotlivých rezistorov sú vyznačené v obr. RE-4. 2b



- c) Napätie $U_{AC} = R_{AC} I_{AC}$. Pre dané hodnoty $U_{AC} = 3,5 \text{ V}$. 1b

Napätie $U_{DB} = R_{DB} I_{DB}$. Pre dané hodnoty $U_{DB} = 1,5 \text{ V}$.

1b

d) Elektrický výkon zdroja

$P = UI$, pre dané hodnoty $P = 0,50 \text{ W}$.

1b

57. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie E

Autor úloh:

Daniel Klivanec

Recenzia a úprava:

Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka:

Aba Teleki

Redakcia:

Daniel Klivanec

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal:

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2016