

**57. ročník Fyzikálnej olympiády  
v školskom roku 2015/2016  
Kategória E – domáce kolo  
Riešenie úloh**

**1. Stavebná pilotáž**

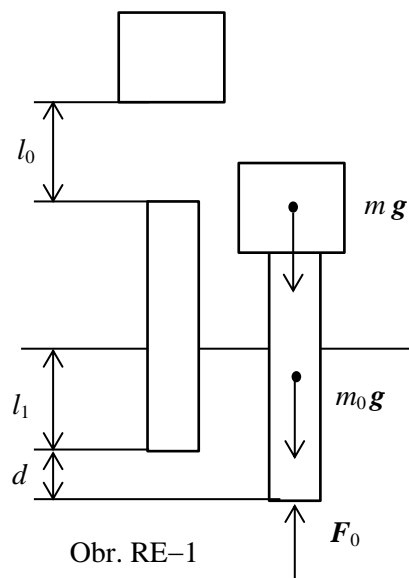
- a) Obr. RE-1 2b
- b) Pilotáž sa deje na úkor zmeny potenciálnej energie kladiva a pilóty ( $\Delta E_p$ ). Odporová sila zeme, až do zastavenia kladiva a pilóty, koná prácu  $W = F_o d$ . 2b
- c) Platí  $\Delta E_p = F_o d$ , pričom  $\Delta E_p = m g (l_0 + l_1) + m_o g l_1$ , a teda

$$F_o d = m g (l_0 + l_1) + m_o g l_1.$$

Z toho

$$F_o = g \left[ m \left( \frac{l_0}{l_1} + 1 \right) + m_o \right]. \quad 4b$$

Pre dané hodnoty veličín  $F_o \approx 26 \text{ kN}$ . 2b



**2. Jednotky, diely a násobky práce**

Stĺpec → Riadok ↓	1	2	3	4	5	6	7
1	$W_1/W_2$	<b>1 mJ</b>	<b>1 Ws</b>	<b>1 kWh</b>	<b>1 J</b>	<b>1 MWs</b>	<b>1 kJ</b>
2	<b>1 mJ</b>	1	1000	$3,6 \times 10^9$	1000	$10^9$	$10^6$
3	<b>1 Ws</b>	1/1000	1	$3,6 \times 10^6$	1	$10^6$	$10^3$
4	<b>1 kWh</b>	$1/(3,6 \times 10^9)$	$1/(3,6 \times 10^6)$	1	$1/(3,6 \times 10^6)$	1/3,6	$1/(3,6 \times 10^3)$
5	<b>1 J</b>	1/1000	1	$3,6 \times 10^6$	1	$10^6$	$10^3$
6	<b>1MWs</b>	$1/10^9$	$1/10^6$	3,6	$1/10^6$	1	$1/10^3$
7	<b>1kJ</b>	$1/10^6$	$1/10^3$	$3,6 \times 10^3$	$1/10^3$	$10^3$	1

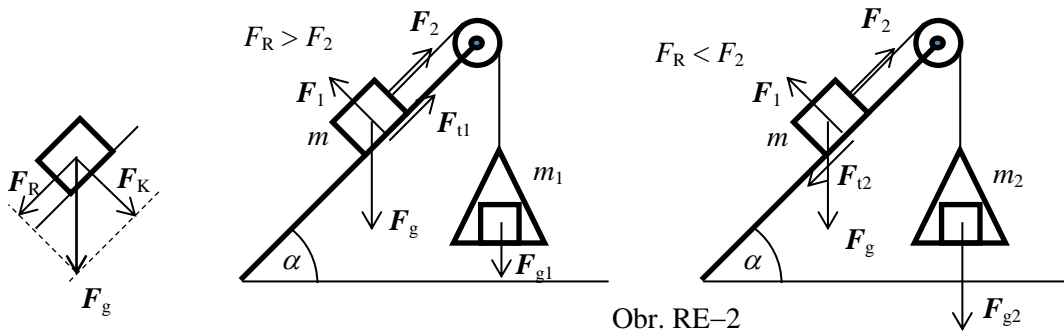
Hodnotenie: Počet správnych odpovedí 7 – 2b, 14 – 4b, 21 – 6b, 28 – 8b, 35 – 10b.

Pozn.: akceptovať aj iné matematické vyjadrenie, napr.  $1/3,6 \approx 0,278$ , na rôznych miestach tab.

### 3. Naklonená rovina

a) Obr. RE-2

2b



Obr. RE-2

- b) Na teleso na naklonenej rovine pôsobia sily: gravitačná sila  $F_g$ , tlaková sila  $F_1$  naklonenej roviny, ťahová sila  $F_2$  vlákna a sila trenia  $F_t$ . Ak je teleso v pokoji, alebo ak sa pohybuje rovnomerným pohybom, je súčet sil nulový a sila veľkosť  $F_2$  sily ťahu vlákna je rovná tiažovej sile misky so závažím  $m_j g$ , kde  $j = 1$  alebo  $2$ . Tiažovú silu  $F_g$  možno rozložiť na dve zložky,  $F_K$  kolmú na naklonenú rovinu a  $F_R$  rovnobežnú s naklonenou rovinou, obr. RE-2 vľavo. Obidve zložky pri uhle  $\alpha = 45^\circ$  majú rovnakú veľkosť  $m g / \sqrt{2}$ . Zložka  $F_K$  pritláča teleso k naklonenej rovine a je v rovnováhe so silou  $F_1$ , ktorou pôsobí naklonená rovina na teleso v smere kolmo na naklonenú rovinu. V smere rovnobežnom s naklonenou rovinou, pôsobia sily  $F_R$ ,  $F_2$  a  $F_t$ . Trenie vždy bráni relatívnemu pohybu, a teda pre  $F_R > F_2$  smeruje nahor a pre  $F_R < F_2$  nadol, obr. RE-2. Ak je sústava v pokoji, trenie je statické a platí  $|F_R - F_2| = F_t \leq f F_1$ . Ak dosiahne trenie medznú hodnotu  $f F_1$ , teleso po udelení krátkého impulzu sa môže pohybovať rovnomerným pohybom.

Medzné podmienky sú

$$m g / \sqrt{2} - m_1 g = f m g / \sqrt{2} \quad \text{a} \quad m_2 g - m g / \sqrt{2} = f m g / \sqrt{2}. \quad (1) \quad 2b$$

- c) Ak je hmotnosť misky so závažím  $m_i$  medzi hodnotami  $m_1$  a  $m_2$ , trenie zostáva statické a teleso sa nebude rovnomerne pohybovať ani po udelení krátkého impulzu (po uvedení do pohybu hneď účinkom trenia zastane). 1b
- d) V prípadoch  $m_i < m_1$  alebo  $m_i > m_2$ , tzn.  $m_i$  je menšie ako 1,38 kg alebo väčšie ako 2,30 kg, je veľkosť rozdielu síl  $F_R - F_2$  väčšia ako medzná hodnota statického trenia, a preto sa teleso bude po naklonenej rovine šmýkať aj bez udelenia začiatočného impulzu nadol, ak  $m_i < m_1$ , alebo nahor, ak  $m_i > m_2$ . 1b
- e) Rovnice (1) upravíme na tvar (stačí jednu z nich)

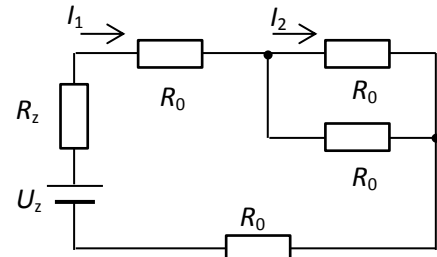
$$f = 1 - \sqrt{2} \frac{m_1}{m} \quad \text{alebo} \quad f = \sqrt{2} \frac{m_1}{m} - 1.$$

Pre dané hodnoty  $f \approx 0,25$ .

4b

#### 4. Meranie prúdu a napätia v elektrickom obvode

- a) Najskôr určíme celkový odpor  $R$  obvodu.  
 Zo zapojenia rezistorov máme  $R = 2,5 R_0 + R_z$ ,  
 pre dané hodnoty odporu rezistorov  $R = 13,5 \Omega$ .  
 Prúd prechádzajúci ampérmetrom A1 je  $I_1 = U_z/R$ .  
 Pre dané hodnoty veličín  $I_1 \approx 0,22 \text{ A}$ . 4b
- b) Ampérmetrom A2 prechádza prúd  $I_2 = I_1/2 \approx 0,11 \text{ A}$ . 3b
- c) Voltmetrom V nameriáš napätie  $U = R_0 I_1$ . Pre dané hodnoty veličín  $U \approx 1,1 \text{ V}$ . 3b



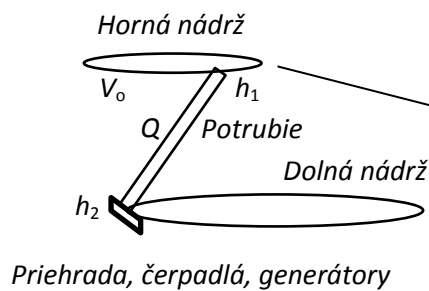
Obr. RE-3

#### 5. Elektrická varná kanvica

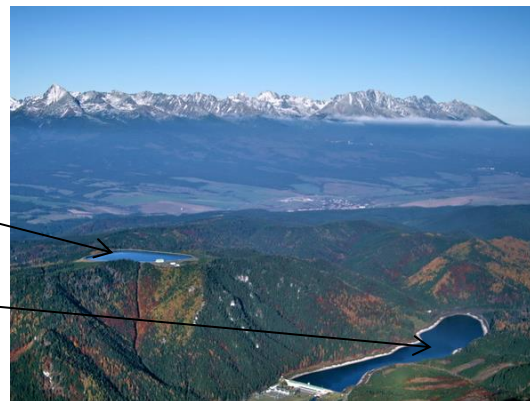
- a) Teplo dodané kanvici a vode v nej  $Q = C m (t_v - t_1) = C \rho V_0 (t_v - t_1)$ .  
 Pre dané hodnoty veličín  $Q \approx 550 \text{ kJ}$ . 3b
- b) Okrem tepla  $Q$  dodaného kanvici a vode sa teplo  $Q_1$  odovzdá do okolia (straty).  
 Celkové dodané teplo  $Q_c = Q + Q_1$ .  
 Účinnosť  $\zeta = Q/(Q + Q_1)$ , a odtiaľ  $Q_1 = \frac{1-\zeta}{\zeta} Q$ . Pre dané hodnoty  $Q_1 \approx 41 \text{ kJ}$ . 2b
- c) Príkion špirály  $P = (Q + Q_1) / \tau$ , pre dané hodnoty veličín  $P \approx 2,1 \text{ kJ/s} \approx 2,1 \text{ kW}$ . 2b
- d) Pre prúd  $I$  máme  $I = \frac{P}{U}$ , pre dané hodnoty  $I \approx 9,3 \text{ A}$ . 1b
- e) Elektrický odpor špirály  $R = \frac{U^2}{P}$ , pre dané hodnoty  $R = 24 \Omega$ . 1b
- f)  $W = Q + Q_1 = P \tau$ , pre dané hodnoty  $W \approx 590 \text{ kJ} \approx 0,16 \text{ kWh}$ . 1b

#### 6. Prečerpávací vodná elektráreň Čierny Váh

- a) Geografická poloha: horný Liptov, v dolnej časti rieky Čierny Váh asi 10 km nad jej sútokom s Bielym Váhom. Zemepisné súradnice: 49,010° severnej šírky, 19,911° východnej dĺžky.



Obr. RE-4



1b

- b) Voda v hornej nádrži má voči dolnej nádrži potenciálnu energiu (ako aj v iných vodných elektrárnach), ktorá sa vedie potrubím (vtokmi) na turbíny umiestnené na dolnej nádrži. Kinetická energia prúdiacej vody roztáča turbíny, ktoré následne otáčajú rotory generátorov elektrickej energie. 2b
- c)  $E_p = m g (h_1 - h_2) = \rho V_o g (h_1 - h_2)$ . Pre dané hodnoty veličín  $E_p \approx 15,8$  TJ. 2b
- d) Príkion elektrárne  
 $P_p = E_p / t = m g (h_1 - h_2) / t = \rho V_o g (h_1 - h_2) / t = [ \rho g (h_1 - h_2) ] V_o / t = Q \rho g (h_1 - h_2)$ .  
Elektrický výkon elektrárne  $P = \zeta Q \rho g (h_1 - h_2)$ .  
Pre dané hodnoty veličín  $P \approx 692$  MW. 2b
- e) Elektrická energia, ktorá sa vyrobí spádom jednej naplnenej hornej nádrže  
 $W_1 = \zeta E_p = \zeta m g (h_1 - h_2) = \zeta \rho V_o g (h_1 - h_2)$ .  
Pre dané hodnoty  $W_1 \approx 14,2$  TJ =  $3,94 \times 10^6$  kWh = 3,94 GWh. 2b
- f) Na výrobu elektrickej energie  $W_o$  je potrebné naplniť hornú nádrž, ako to vyplýva z bodu e) riešenia, celkom  $n = W_o / W_1$  krát, tzn.  $n \approx 94$ . 1b

## 7. Skúmanie kvapiek vody – experimentálna úloha

---

### 57. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie E

Autori úloh:	Daniel Klivanec E1-E5, Ivo Čáp E6-E7
Recenzia a úprava:	Ivo Čáp
Úlohy posúdil:	Milan Ivaška, učiteľ fyziky Základná škola, ul. Energetikov, Prievidza
Redakcia:	Daniel Klivanec
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015