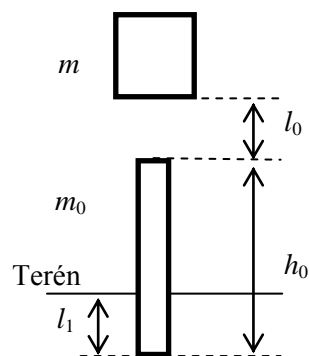


**57. ročník Fyzikálnej olympiády**  
**v školskom roku 2015/2016**  
**Katégória E – domáce kolo**  
*Text úloh*

**1. Stavebná pilotáž**

Pri zakladaní stavieb sa veľmi často používa tzv. pilotáž. Piloty sú veľké betónové alebo kovové stĺpy - (štvorcový, obdĺžnikový alebo kruhový prierez) s hmotnosťou  $m_0$  a dĺžkou  $h_0$ . Kladivom s hmotnosťou  $m$  špeciálneho stroja sa zatĺkajú piloty v zvislom smere do zeme (obr. E-1).

Kladivo sa pohybuje po zvislici voľným pádom. Začiatočná vzdialenosť medzi dolným okrajom kladiva a horným okrajom piloty bola  $l_0$ . Kladivo po dopade na pilotu zatlačenú do hĺbky  $l_1$  ju zatlačilo do hĺbky  $l_1 + d < h_0$ . Pre zjednodušenie výpočtu predpokladaj, že v procese zrazu kladiva s pilotou nedochádza k strate mechanickej energie sústavy.



Obr. E-1

- Nakresli situačný obrázok a vyznač v ňom všetky veličiny vyjadrujúce fyzikálny dej pri zatĺkaní pilót.
  - Vysvetli, ako fyzikálne prebieha dej pilotáže. Predpokladaj, že zem (pôdny podklad) po celej hĺbke pilotáže kladie proti prieniku pilóty rovnaký odpor vyjadrený silou  $F_0$ .
  - Urči veľkosť  $F_0$  odporovej sily pôsobiacej proti prieniku pilóty v tomto prípade.
- Úlohu rieš najskôr všeobecne a potom pre hodnoty daných veličín:  $m_0 = 560$  kg,  $m = 400$  kg,  $l_0 = 0,80$  m,  $d = 0,20$  m,  $g = 10$  N/kg.

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

Do voľných políčok tabuľky, podobne ako pri vyplňovaní tajničky, doplňte podiely  $W_1/W_2$ , kde  $W_1$  sú hodnoty práce uvedené v 1. riadku a  $W_2$  hodnoty práce uvedené v 1. stĺpci. Napr. v políčku v 4. riadku a 5. stĺpci ( $S_{45}$ ) bude podiel  $1 \text{ J} / 1 \text{ kWh} = 1/(3,6 \times 10^6)$  ( $= 0,278/10^6$ ).

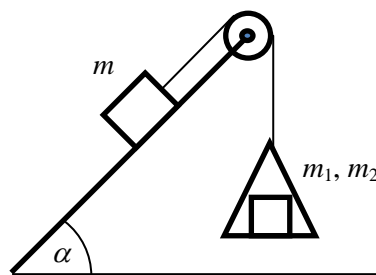
Stĺpec → Riadok ↓	1	2	3	4	5	6	7
1	$W_1/W_2$	1 mJ	1 Ws	1 kWh	1 J	1 MWs	1 kJ
2	1 mJ						
3	1 Ws						
4	1 kWh				<b>0,278/10<sup>6</sup></b>		
5	1 J						
6	1MWs						
7	1kJ						

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

### 3. Naklonená rovina

Na naklonenej rovine s uhlom  $\alpha = 45^\circ$  je uložený hranol s hmotnosťou  $m = 2,6$  kg spojený s miskou vláknom cez kladku (obr. E-2), na ktorú budeme pokladať závažia s rôznou hmotnosťou.

Urobíme s touto sústavou niekoľko pokusov a určíme hmotnosť  $m_1 = 1,38$  kg misky spolu so závažiami, pri ktorej sa sústava pohybuje rovnomerným pohybom v jednom smere a hmotnosť  $m_2 = 2,3$  kg misky spolu so závažiami, pri ktorej sa sústava pohybuje rovnomerným pohybom v opačnom smere, ak sústave udelíme na začiatku malý impulz<sup>1</sup> v jednom alebo druhom smere.



Obr. E-2

- Nakresli obrázok a vyznač v ňom všetky sily, ktoré na obidve telesá pôsobia.
- Vysvetli a fyzikálne zdôvodni v akom smere sa bude sústava pohybovať (napr. dolu alebo hore po naklonenej rovine) v prípadoch hmotnosti  $m_1$  a  $m_2$  misky spolu so závažiami.
- Vysvetli a fyzikálne zdôvodni, ako sa bude správať sústava telies pri uvedených pokusoch, ak hmotnosť  $m_i$  misky spolu so závažiami bude z intervalu  $m_1 < m_i < m_2$ , tzn. od 1,38 kg do 2,30 kg.
- Vysvetli a fyzikálne zdôvodni, ako sa bude správať sústava telies pri uvedených pokusoch, ak hmotnosť  $m_i$  misky spolu so závažiami bude z intervalu  $m_i < m_1$  alebo
- $m_i > m_2$ , tzn. mimo intervalu od 1,38 kg do 2,30 kg.
- Pomocou daných veličín urči súčiniteľ šmykového trenia  $f$  medzi telesom a naklonenou rovinou.<sup>2</sup>

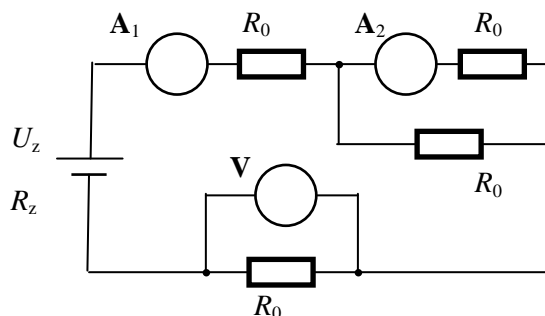
Vlákno má zanedbateľnú hmotnosť a je rovnobežné s naklonenou rovinou, kladka má malú hmotnosť a v osi otáčania zanedbateľné trenie.

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

V elektrickom obvode so schémou na obr. E-3 okrem štyroch rovnakých rezistorov, každý s odporom  $R_0 = 5,0 \Omega$ , sú pripojené dva ampérmetre, jeden voltmeter a zdroj s napätím  $U_z = 3,0$  V s vnútorným odporom  $R_z = 1,0 \Omega$ .

- Urči prúd  $I_1$ , ktorý nameriaš s ampérmetrom A1.
- Urči prúd  $I_2$ , ktorý nameriaš ampérmetrom A2.
- Urči napätie  $U$ , ktoré nameriaš voltmetrom V.

Meracie prístroje sú ideálne, ampérmetre majú zanedbateľný vnútorný odpor a voltmeter veľmi veľký vnútorný odpor.



Obr. E-3

<sup>1</sup> Pôsobenie silou na teleso za krátky čas

<sup>2</sup> Súčiniteľ šmykového trenia  $f$  vyjadruje koľkokrát je sila trenia  $F_t$  väčšia ako tlaková sila  $F_n$  medzi telesom a plochou, po ktorej sa teleso šmykom pohybuje,  $F_t = f F_n$ . Z toho tiež máme  $f = \frac{F_t}{F_n}$ .

## 5. Elektrická varná kanvica

V naplnenej elektrickej kanvici s objemom  $V_0 = 1,7$  l, sa voda so začiatočnou teplotou  $t_1 = 23$  °C ohreje na teplotu varu za dobu  $\tau = 280$  s. Kanvica má úsporný systém ohrievania vody, jej účinnosť  $\zeta = 93$  %.

- Urči teplo  $Q$ , ktoré odovzdal a vyhrievacia špirála nádobe s vodou v tomto prípade.
- Urči teplo  $Q_1$ , ktoré sa odovzdalo do okolia nádoby s vodou.
- Vypočítaj elektrický príkon  $P$  špirály v čase ohrevu vody.
- Vypočítaj prúd  $I$ , ktorý prechádzal špirálou počas ohrevu vody, ak elektrické napätie, na ktoré je pripojená kanvica  $U = 226$  V.
- Urči elektrický odpor  $R$  špirály počas ohrievania vody v kanvici.
- Vypočítaj spotrebu  $W$  elektrickej energie potrebnej na uvedené ohriatie vody.

Hustota vody  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>, merná tepelná kapacita vody  $C = 4,2$  kJ/(kg·°C).

## 6. Prečerpávací vodná elektrárň Čierny Váh

Prečerpávací vodná elektrárň Čierny Váh je našou najväčšou prečerpávacou vodnou elektrárnou a inštalovaným výkonom aj najväčšou vodnou elektrárnou. Horná nádrž, umiestnená v nadmorskej výške  $h_1 = 1\,160$  m, má objem  $V_0 = 3,7 \times 10^6$  m<sup>3</sup> a nemá vlastný prítok. Samotná elektrárň (turbogenerátory) sú inštalované na dolnej nádrži, na toku rieky Čierny Váh, v nadmorskej výške  $h_2 = 733$  m. Elektrárň Čierny Váh patrí medzi reprezentačné technické a ekologické diela na Slovensku<sup>3</sup> v krásnom prírodnom prostredí. Prečerpávací elektrárň poskytuje najmä podporné služby pre elektrizačnú sústavu (v čase prebytku elektrickej energie prečerpáva vodu z dolnej nádrže do hornej a v čase špičky spotreby elektrickej energie voda z hornej nádrže sa vedie potrubím na turbíny inštalované na dolnej nádrži). Inštalovaný objemový prietok vody vtokovými potrubiami  $Q = 180$  m<sup>3</sup>/s, priemerná ročná výroba elektrickej energie je  $W_0 = 371$  GWh.

- Urči geografickú polohu elektrárne Čierny Váh. Nakresli náčrtok elektrárne s oboma nádržami.
- Stručne vysvetli funkciu elektrárne z hľadiska premeny energie vody v systéme elektrárne na elektrickú energiu.
- Vypočítaj potenciálnu energiu  $E_p$  vodou naplnenej hornej nádrže elektrárne vzhľadom na hladinu dolnej nádrže.
- Urči celkový elektrický výkon  $P$  elektrárne, ak celý inštalovaný prietok vody sa privádza na turbíny. Účinnosť premeny energie vody elektrárne na elektrickú energiu  $\zeta$  (%) = 90 %.
- Vypočítaj elektrickú energiu  $W_0$ , ktorá sa vyrobí v elektrárni pri použití všetkej vody z jednej naplnenej hornej nádrže.
- Koľkokrát je potrebné naplniť hornú nádrž za jeden rok, aby sa vyrobila v elektrárni elektrická energia  $W_0$ ?

Gravitačná konštanta  $g = 10$  N/kg.

---

<sup>3</sup> Odporúčame si prezrieť internetové zdroje o elektrárni, príp. navštíviť elektrárň rámci školskej exkurzie.

## 7. *Skúmanie kvapiek vody – experimentálna úloha*

Každé kvapalné teleso sa skladá z jednoduchších častíc, molekúl. Kvapalné teleso možno rozdeliť aj na malé útvary, ktoré nazývame kvapky. Kvapky rozličných kvapalín majú rôzne objemy i hmotnosti. Môžeme pozorovať, že povrch kvapky kvapaliny sa fyzikálne správa ako pružná blana. Kvapky majú tendenciu zachovať si guľový tvar. Sploštenosť tvaru kvapky je spôsobená gravitáciou Zeme. Kvapky v beztiažovom stave v kozmickej stanici si udržujú guľový tvar, rovnako aj útvary s väčším objemom. Budeme skúmať vlastnosti kvapiek vody vytekajúcich z vodovodnej rúrky.

*Pomôcky:*

malá a ľahká nádobka, váha s dostatočnou presnosťou na určenie  $n \sim 100$  kvapiek vody, vodovodná batéria (výtoková rúrka).

*Úlohy:*

- Navrhni metódu a opíš postup určenia hmotnosti  $m_0$  jednej kvapky vody.
- Pozoruj proces tvorby kvapky na ústí výtokovej rúrky vodovodnej batérie až po oddelenie kvapky od rúrky.
- Urob náčrtok ústia výtokovej rúrky a nakresli niekoľko fáz tvorby kvapky, ako si ich vypozeroval, od začiatku až po oddelenie kvapky od ústia rúrky.
- Navrhnutým postupom (podľa návrhu v bode a) urči čo najpresnejšie strednú hodnotu  $m_0$  hmotnosti jednej kvapky vody.
- Navrhni metódu a opíš postup určenia kapilárnej konštanty  $\sigma$  vody.
- Urob dostatočný počet meraní, hodnoty veličín zapíš do tabuľky, aby si mohol kapilárnu konštantu vody určiť čo najpresnejšie.
- Pomocou navrhnutej metódy urči kapilárnu konštantu  $\sigma$  vody.

*Poznámky:*

- Kvapka sa drží na ústí rúrky s vonkajším priemerom  $d$  silou  $F = \sigma \pi d$ , kde  $\sigma$  je kapilárna konštantu vody - sila pôsobiaca zvislo nahor na jednotku dĺžky obvodu rúrky.
- Kvapka postupne zväčšuje svoju hmotnosť a zväčšuje sa aj gravitačná sila  $F_g$  pôsobiaca v ťažisku kvapky zvisle dolu.

(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a [www.olympiady.sk](http://www.olympiady.sk))

---

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

Autori úloh:	Daniel Klivanec (1–5), Ivo Čáp (6 a 7)
Recenzia a úprava úloh:	Ivo Čáp
Úlohy posúdil:	Milan Ivaška, učiteľ fyziky ZŠ, ul. Energetikov, Prievidza
Redakcia:	Daniel Klivanec
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015