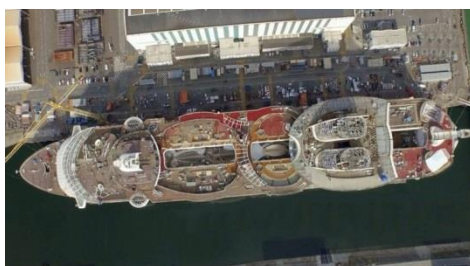


57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Krajské kolo kategórie E
Text úloh

1. Harmony of the Seas

10. marca 2016 vyplávala z lodenice Saint Nazare vo Francúzsku na more najväčšia výletná loď na svete s impozantnými parametrami: dĺžka 362 m, šírka 66 m, výška nad úrovňou vody 72 m, obr. E–1 (a). Kapacita lode je približne 6 000 pasažierov a 2 000 členov posádky.



Obr. E–1 Harmony of the Seas – (a) celkový pohľad, (b) pohľad zhora (pôdorys),
(c) pohľad spredu (čelný prierez)

- a) Loď má ploché dno, pričom na úrovni hladiny je šírka lode $s = 47$ m. Pre jednoduchosť predpokladaj, že ponorená časť lode má tvar plochého kvádra s dĺžkou $d = 350$ m, šírkou s a výškou h , ktorá predstavuje ponor lode. Plne naložená loď má na mori ponor $h = 9,3$ m. Urči hmotnosť m plne naloženej lode.
- b) V technickom opise lode je uvedené, že plný náklad lode má hmotnosť $m_1 = 15\,000$ t. Urči zmenu Δh ponoru lode, v dôsledku naloženia plného nákladu do prázdnej lode.
- c) Nakresli prierez lode (pozri obr. E–1 (c)) v rovine kolmej na pozdĺžnu os. Do obrázku zakresli ťažisko T lode, pôsobisko P vztlakovej sily (nachádza sa v ťažisku objemu loďou vytlačenej vody), gravitačnú silu F_g a vztlakovú silu F_{vz} pôsobiace na loď. Uveď pomer $p = F_g/F_{vz}$ veľkostí oboch síl.
- d) Keďže loď Harmony of the Seas má ploché dno a výška ponorenej časti lode je pomerne malá vzhľadom na celkovú výšku lode, nachádza sa bod T nad bodom P. Vysvetli, prečo sa loď pri naklonení okolo pozdĺžnej osi neprevráti. Nakresli prierez naklonenej lode, v obrázku vyznač novú polohu bodov T a P pôsobiace sily F_g , F_{vz} a s použitím obrázku svoje vysvetlenie zdôvodni.

Hustota morskej vody v lodenici $\rho = 1030$ kg/m³, gravitačná konštanta $g \approx 10$ N/kg.

2. Tepelný zásobník

Podobne ako sa ukladá elektrická energia do vhodných elektrických zariadení, ktoré nazývame elektrické akumulátory, možno ukladať aj teplo do vhodných tepelných zariadení, tepelných zásobníkov (tepelných akumulátorov). Na povrchu Zeme neustále prebiehajú procesy tepelnej výmeny a akumulácie tepla, ako súčasť procesov v prírode. Pre tepelné javy sú najdôležitejšie činitele slnečné žiarenie a voda.

- Dôležitou látkou z hľadiska tepelných javov v prírode je voda v rôznych skupenstvách. Uveď aspoň tri príklady prírodných tepelných javov, v ktorých sa voda uplatňuje, a uveď vlastnosť, ktorá je pre daný jav určujúca.
- Klimatické podmienky na pevnine v blízkosti veľkých vodných plôch (jazerá, moria) sú badateľne rozdielne od podmienok v miestach vzdialených od vodných plôch. Na pobreží je stabilnejšia teplota v porovnaní s vnútrozemím. Vysvetli.
- Termofor (plochá gumová fľaša), obr. E-2, je jednoduchý tepelný akumulátor, ktorý sa bežne používa v domácnosti na ohrievanie častí tela pri zdravotných problémoch. Termofor s objemom $V_1 = 1,5 \text{ l}$ naplníme vodou so začiatočnou teplotou $t_1 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ a ponecháme ho pôsobiť na príslušnú časť tela, až kým jeho teplota nepoklesne na teplotu tela $t_2 = 37 \text{ }^\circ\text{C}$. Urči teplo Q_1 , ktoré termofor odovzdal do svojho okolia počas tepelnej výmeny. Aký prúd by prechádzal elektrickým ohrievačom pripojeným na zdroj napätia $U = 230 \text{ V}$, ktorý by dodal za 1 hodinu rovnaké teplo Q_1 .



Obr. E-2

V niektorých krajinách sa rozvíja technika sezónnej akumulácie tepla. Spájajú sa v nej postupy priamej premeny (zohrievanie vody) alebo nepriamej premeny (fotovoltaické slnečné kolektory) slnečnej energie na teplo vo veľkokapacitných nádržiach s objemom aj niekoľko stoviek až tisícov m^3 naplnených vodou. Vo vhodných slnečných podmienkach sa tepelné zásobníky „nabíjajú“ a v prípade potreby sa ich teplo používa na ohrev vody alebo podporu vykurovania domov. Doba „vybíjania“ zásobníka je aj niekoľko mesiacov.

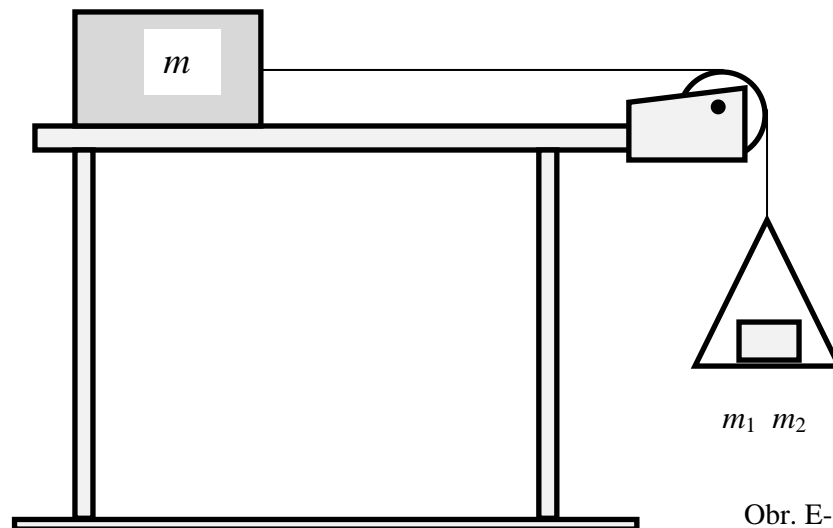
- Vypočítaj teplo Q_2 , o ktoré vieme doplniť spotrebu v bytoch domu, ktorého tepelný zásobník s objemom $V_2 = 2\,870 \text{ m}^3$ vody má začiatočnú teplotu $t_3 = 74 \text{ }^\circ\text{C}$ a na podporu vykurovania sa používa pri poklese teploty vody v zásobníku až na hodnotu $t_4 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$. Predpokladaj, že účinnosť využitia zásobníka na vykurovanie je $\eta = 0,52$. Hodnotu tepla vyjadri v jednotkách J a kWh. Určte hmotnosť m uhlia s výhrevnosťou $H = 15 \text{ MJ/kg}$, ktoré by sa muselo spáliť, aby sa získalo rovnaké množstvo tepla Q_2 .
- Uveď aspoň tri iné technické zariadenia, v ktorých sa voda používa na akumuláciu alebo prenos tepla.

Hustota vody $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, hmotnostná tepelná kapacita vody $c = 4,18 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$.

3. Pokusy s hranolmi

Učiteľ fyziky spolu so žiakmi pripravil jednoduché pokusy pomocou demonštračnej súpravy (obr. E-3). Rovnorodý hranol spojil ľahkým a pevným vláknom cez kladku s miskou, na ktorú pokladal závažia. Hmotnosť hranola $m = 1,8 \text{ kg}$. V úlohe sú opísané výsledky pozorovania pokusu, ako aj otázky, na ktoré žiaci odpovedali.

- a) V prvom pokuse na misku položil závažie s hmotnosťou $m_1 = 300 \text{ g}$. Sústava ani pôsobením malého postrčenia hranola rukou sa neuviedla do pohybu. Urči silu statického trenia F_{t1} , ktorá v tomto prípade pôsobí na hranol, ďalej urči gravitačnú silu F_g pôsobiacu na hranol, tlakovú silu F_N stola na hranol, ťahovú silu F_1 , ktorou pôsobí vlákno na hranol, ťahovú silu F_2 , ktorou pôsobí vlákno na misku so závažím, a gravitačnú silu F_{g1} pôsobiacu na závažie v jednotkách N (newton). Nakresli náčrtok tejto sústavy a vyznač v ňom všetky sily, ktoré pôsobia na hranol, ťahovú silu, ktorou pôsobí vlákno na misku so závažím, a gravitačnú silu pôsobiacu na misku so závažím.

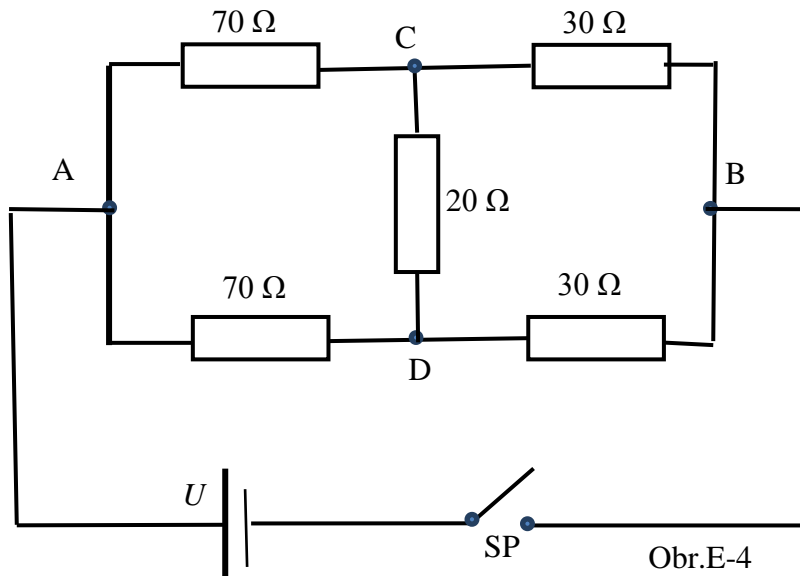


- b) V druhom pokuse opakoval predchádzajúci pokus so závažiami s väčšou hmotnosťou ako m_1 . Pri závaží s hmotnosťou $m_2 = 420 \text{ g}$, po malom postrčení hranola, sa sústava uviedla do rovnomerného pohybu. Urči silu šmykového trenia F_t pôsobiacu na hranol v tomto prípade a faktor šmykového trenia f medzi hranolom a povrchom stola.

Trenie v osi kladky, hmotnosť kladky a hmotnosť misky sú veľmi malé. Gravitačná konštanta $g \approx 10 \text{ N/kg}$. Faktor šmykového trenia $f = F_t / F_N$.

4. Elektrický obvod

Na obr. E-4 je schéma elektrického obvodu, v ktorom zdroj s napätím $U = 5,0$ V je spojený s piatimi rezistormi s hodnotami odporu uvedenými v schéme. Úlohu rieš postupnými krokmi vždy pre dané hodnoty odporov. Využi symetriu v umiestnení odporov na zjednodušenie elektrického obvodu.



- Urči celkový odpor R_{AB} medzi svorkami A, B.
- Po zapnutí spínača SP obvodom prechádza elektrický prúd. Urči celkový prúd I prechádzajúci obvodom, ako aj prúdy prechádzajúce jednotlivými rezistormi. Hodnoty prúdov vyznač v obvode, ktorý si prekresli do riešenia.
- Urči elektrické napätie U_{AC} medzi uzlami A,C a elektrické napätie U_{DB} medzi uzlami D a B.
- Urči elektrický výkon P zdroja.

Vnútorý odpor zdroja v riešení úlohy neuvažuj.