

## 60. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2018/2019

kategória E

text úloh krajského kola

### 1. Rozcvička športovca

Športovec v pokoji drží v ruke guľu s hmotnosťou  $m = 7,15$  kg vo výške  $h_0 \approx 150$  cm nad zemou. Pri rozcvičke z tejto výšky vrhol guľu konštantnou silou zvisle nahor. Guľa opustila ruku športovca vo výške  $h_1 \approx 190$  cm nad zemou a dosiahla celkovú výšku  $h_2 \approx 350$  cm.

- Urči prácu  $W_1$ , ktorú vykonal športovec pri vrhu gule.
- Akou konštantnou silou  $F$  pôsobil na guľu počas vrhu?
- Urči kinetickú energiu gule vzhľadom na zem počas pohybu gule zvisle nahor vo výškach  $h_0$ ,  $h_1$  a  $h_2$ .
- Urči kinetickú energiu gule vzhľadom na zem pri pohybe gule zvisle dolu vo výškach  $h_1$ ,  $h_0$ , a v okamihu pred jej dotykom so zemou.
- Akú prácu  $W$  približne vykonala guľa pri jej zaborení do povrchu zeme na konci pádu?

Gravitačná konštanta  $g \approx 9,81$  N/kg.

### 2. Prázdninové dobrodružstvo spolužiakov na plti

Štyria spolužiaci sa rozhodli netradične prežiť prázdniny návrhom a stavbou plte a splavom časti rieky na netradičnom plavidle. Súčasne si overili nielen platnosť fyzikálnych zákonov, ale aj svoje poznatky z fyziky.

Marek prišiel s nápadom, ktorý projektom „Dobrodružstvo na plti“ uchvátil svojich spolužiakov a technicky prispel k jeho realizácii. Rodičia Mareka mali na dvore svojej firmy niekoľko kovových valcových sudov, ktoré navrhol použiť ako plaváky na konštrukciu plte. Ak sa im konštrukcia podarí, plť použijú na výlet po neďalekej rieke. Išlo o pozinkované valcové sudy, ktoré boli pôvodne použité na uskladnenie ovocného muštu. Chlapci si sudy prezreli a rozhodli dôkladne ich vodou vyumývať a vysušiť. Potom vykonali merania, aby vedeli urobiť potrebné výpočty pre návrh plavidla.

Každý sud mal vonkajší polomer  $r \approx 30$  cm a vonkajšiu výšku  $v \approx 82$  cm. Hmotnosť  $m$  jednotlivých sudov určili pomocou váh v neďalekej predajni potravín  $m \approx 21$  kg. Hrúbku  $h$  plechu dna a plášťa sudov odmerali na jednom z pretrhnutých sudov,  $h \approx 1,2$  mm. Hmotnosť chlapcov, stanu, skladacích stoličiek, osobného vybavenia posádky a potravín bola 187 kg.

- Urči objem  $V$  vody, ktorý vytlačí jeden sud v prípade, že je celkom ponorený pod voľnú hladinu vody.
- Vypočítaj hustotu  $\rho_p$  plechu, z ktorého boli sudy vyhotovené.
- Chlapci položili prázdny a uzavretý sud na voľnú hladinu vody. Akým objemom  $V'$  sa sud ponoril pod voľnú hladinu vody? Nakresli náčrtok a vyznač v ňom ako vektory sily pôsobiace na sud.
- Urči výslednú silu  $F$ , ktorou pôsobili chlapci na sud, keď sud vtlačili pod voľnú hladinu a držali ho ponorený pod hladinou. Nakresli náčrtok a v ňom označ ako vektory sily, ktoré pôsobili na sud v tomto prípade. Označ v obrázku približnú polohu pôsobiska síl.

Chlapci odborne usúdili, že vyhotovia bezpečnú plť, ktorá bude mať podlahu z jedľových čiastočne vysušených dosiek s plochou  $S = 3 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ , hrúbkou  $c = 30 \text{ mm}$  a hustotou  $\rho_d \approx 440 \text{ kg/m}^3$ . Ako plaváky plte použijú štyri sudy, ktoré uchytiť lanami pod rohmi podlahy. Na okraje podlahy uchytili stienku z plastovej fólie. S pomocou rodičov svoj návrh aj zrealizovali.

- e) Nakresli náčrtok plte. Urči celkovú hmotnosť  $m_c$  plte, celkový objem  $V_v$  ponorených častí sudov prázdnej plte pod voľnou hladinou vody a pomer  $V_v/4V$ .
- f) Urči bezpečnú hmotnosť  $m_0$  nákladu plte, pri ktorej plť možno ponoriť s objemom 0,75 celkového objemu plavákov.

### 3. Varenie vajícok na mätko

Janko si chcel pripraviť vajička „na mätko“. Babička mu poradila, že vajičko na mätko treba variť vo vriacej vode  $\tau_v = 3$  minúty. Janko naplnil menší hrniec vodou objemom  $V = 500 \text{ ml}$  a teplotou  $t_1 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Prikryl ho vrchnákom a položil na zapnutý plynový sporák. Sporák dodával vode za jednu sekundu konštantné teplo  $q_s = 1,00 \text{ kJ/s}$ .

- a) Za akú dobu  $\tau_1$ , od polozenia hrnca na sporák, získala voda teplotu varu  $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

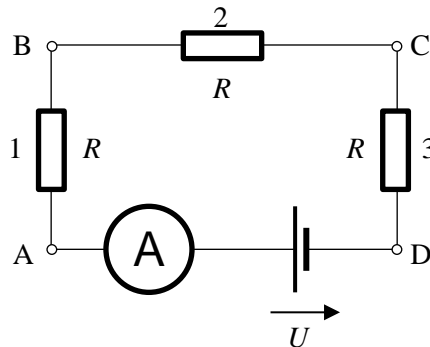
Janko vybral z chladničky 4 vajička, každé s hmotnosťou  $m = 56,0 \text{ g}$ , ktorých teplota bola  $t_0 = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . V okamihu, v ktorom voda začala vriieť, vajička vložil do vriacej vody.

- b) Teplota vody v hrnci a teplota vajícok sa po vložení vajícok vyrovnali za čas  $\Delta\tau = 10 \text{ s}$ . Urči teplotu  $t_3$  vody a vajícok v okamihu vyrovnania teplôt. Koľko tepla  $Q_2$  prijali vajička, po vložení do hrnca až do okamihu vyrovnania teplôt?
- c) Urči dobu  $\tau_2$ , ktorá uplynula od okamihu vloženia vajícok do vody, až do okamihu, v ktorom voda s vajičkami sa znova dostala do varu.
- d) Nakresli približný graf závislosti teploty  $t$  vody v hrnci od okamihu vloženia vody na sporák až po ukončenie varu vajícok na mätko na sporáku. Urči celkovú dobu  $\tau_3$  prípravy vody a varenia vajícok.

Hustota vody  $\rho = 1,00 \text{ g/cm}^3$ , hmotnostná tepelná kapacita vody  $c_1 = 4,18 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ , hmotnostná tepelná kapacita vajička  $c_2 = 3,18 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ . Tepelné straty neuvažuj.

#### 4. Spojenie rezistorov

Tri rovnaké rezistory, každý s odporom  $R = 30 \Omega$ , sú spojené so zdrojom s napätím  $U = 9,0 \text{ V}$  podľa schémy na obr. E-1. Ampérmetrom A meriame elektrický prúd, ktorý prechádza zdrojom. Použitím spojovacích vodičov môžeme meniť elektrický odpor vonkajšieho obvodu pripojeného ku svorkám A, D zdroja s ampérmetrom. Rezistory kvôli zjednodušeniu popisu obvodov označíme 1, 2 a 3. Body A, B, C, D označíme aj ako elektrické svorky obvodu.



Obr. E-1

Vo všetkých prípadoch a) až e) určí elektrický odpor sústavy rezistorov pripojenej k svorkám A, D, elektrický prúd prechádzajúci zdrojom a elektrický výkon každého rezistora. V prípadoch b) až e) nakresli schému obvodu.

- Elektrický obvod je zapojený podľa schémy na obr. E-1.
- V elektrickom obvode podľa obr. E-1 spojíme vodivo uzly A, C (spojenie nakrátko, skrat).
- V elektrickom obvode podľa obr. E-1 spojíme vodivo uzly C, D (spojenie nakrátko, skrat).
- V elektrickom obvode podľa obr. E-1 spojíme vodivo dvojice uzlov A, B a D, C (spojenie nakrátko, skrat).
- V elektrickom obvode podľa obr. E-1 spojíme vodivo dvojice uzlov A, C a D, B (spojenie nakrátko, skrat).

Vnútorňý odpor zdroja a vnútorňý odpor ampérmetra sú zanedbateľné voči odporu rezistorov.

---

60. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie E

Autori návrhov úloh:

Monika Hanáková (1), Daniel Klivanec (2, 4), Boris Lacsný (3)

Recenzia a úprava úloh a riešení:

Ivo Čáp

Redakcia:

Daniel Klivanec

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019