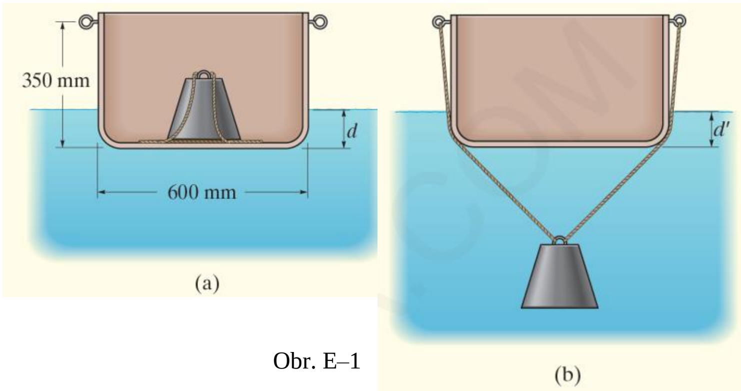
65. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2023/2024
1. kolo kategória E
Texty úloh

1) Závažie v nádobe

Na obr. E–1 je znázornená nádoba s obdĺžnikovým dnom, ktorého rozmery sú a = 600 mm, b = 900 mm. Tiaž nádoby je G_n = 500 N. Máme aj oceľové závažie, ktoré má tiaž G_z = 200 N. Najprv dáme závažie do stredu dna nádoby a nádobu položíme na vodu (obr. E–1a).



Obr. E–1

a) Do akej hĺbky d sa nádoba ponorí do vody?

Potom závažie zavesíme na tenké vlákno, ktorého konce pripevníme k uchám nádoby. Závažie zavesíme tak, aby viselo pod nádobou, ktorá pláva na vode, obr. E–1b.

b) Ponorí sa takto nádoba viac, alebo menej než v prípade a). Vypočítaj hĺbku ponoru d' nádoby.
c) Aká je najmenšia tiaž závažia G_z', pri ktorej sa v jednom z uvedených prípadov nádoba ponorí tak hlboko, že začne naberať vodu?

Objem vlákna a tiaž vlákna sú zanedbateľne malé. Hustota zliatiny, z ktorej je zhotovené závažie, ρ_z = 8 000 kg/m^3, hustota vody ρ_v = 1 000 kg/m^3, gravitačná konštanta g = 9,81 N/kg.

2) Kovová podložka

V reštaurácii vydávajú z kuchyne polievky v kovových miskách. Prázdna miska má hmotnosť m_m = 100 g. V miske je polievka s hmotnosťou m_p = 300 g. Než kuchár položí misku s polievkou na kovovú podložku, majú polievka a miska rovnakú teplotu t_p = 80,0 °C. Podložka je z rovnakého kovu ako miska a má hmotnosť M = 1 000 g. Pred vydaním prvej polievky je teplota podložky t_0 = 20,0 °C. Podložka je tepelne izolovaná od pultu, na ktorom sa nachádza.

a) Na akej teplote t_a sa ustáli teplota podložky, misky a polievky, pokiaľ sa miska ponechá dostatočne dlho na podložke, aby sa všetky teploty vyrovnali?

V skutočnosti prichádzajú čašníci a misky s polievkami odnášajú k zákazníkom. Žiadna miska nezotrvá na podložke tak dlho, aby sa vyrovnali teploty. Zotrvajú tam len tak dlho, aby vymenili medzi sebou polovinu tepla, než ktorú by vymenili pri dokonalom vyrovnaní teplôt.

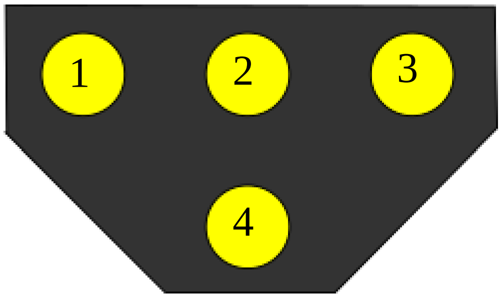
b) Na akú teplotu t_b sa zohreje podložka po prvej miske polievky, keď polievka s miskou odovzdali len polovinu tepla z toho, čo mohli odovzdať pri úplnom vyrovnaní teplôt?
c) Koľko tepla odovzdá podložke tretia miska v poradí?
d) K akej teplote sa blíži teplota podložky, ak sa vydá veľa misiek s polievkou?

Hmotnostná (merná) tepelná kapacita polievky c_p = 3 800 J/(kg·°C), kovového materiálu misky a podložky c = 420 J/(kg·°C).

Poznámka: Predpokladáme, že teplota misky a polievky sa mení spolu, tzn. sú vždy rovnaké. K tepelnej výmene dochádza len medzi podložkou, miskou a polievkou, ale nie s okolím.

3) Signalizácia

Pri riadení električiek sa používa aj signalizačné zariadenie, ktoré je zobrazené na obr. E–2. Zariadenie pozostáva zo štyroch žiaroviek (žiarovky 1, 2, 3, 4). Pokiaľ svietia žiarovky 1-2-3, je to signalizácia STOP (ako červená na semafore). Ak svietia žiarovky (2, 4), znamená VOĽNO (zelená na semafore).



Obr. E-2

a) Zakreslite schému elektrického obvodu s žiarovkami 1, 2, 3, 4 a s jedným zdrojom napätia Z. Do obvodu umiestnite jeden prepínač P s dvomi polohami tak, aby s týmto jediným prepínačom (jeho dvomi polohami) sa dal nastaviť stav STOP a VOĽNO. Na prepínači označte S polohu STOP, polohu V pre VOĽNO.

b) Čo vieme povedať o odporoch jednotlivých žiaroviek, pokiaľ požadujeme, aby napájacím zdrojom prechádzal rovnako veľký prúd v stave STOP aj v stave VOĽNO?

4) Archimedov zákon na Marse

Mars Express bol vypustený Európskou vesmírnou agentúrou (ESA) 2. júna 2003, čo oslávila 2.júna 2023 celodenným živým vysielaním z Marsu. Od začiatku vedeckých operácií v roku 2004 poskytuje Mars Express úchvatné pohľady na Mars v troch rozmeroch. Poskytla najkompletnejšiu mapu chemického zloženia atmosféry, študovala vnútorný mesiac Marsu Phobos v bezprecedentných detailoch a sledovala históriu vody na celej planéte. Dokázala, že Mars kedysi poskytoval podmienky prostredia, ktoré mohli byť vhodné pre život.

Karol zobral drevenú kocku, ktorej dĺžka hrany bola a = 5,00 cm. Kocku vložil do vody s hustotou ρ = 1,00 g/cm^3. Kocka plávala vo vode tak, že jej horná strana bola vodorovná a vyčnievala do výšky h = 4,0 mm nad voľnú hladinu vody.

a) Aká veľká vztlaková sila F_Z pôsobila na drevenú kocku, ak gravitačná konštanta g_Z = 9,81 N/kg?

b) Aká je hmotnosť m kocky?

Na Marse je gravitačná konštanta menšia než na Zemi g_M = 3,71 N/kg.

c) Aká veľká vztlaková sila F_M pôsobí na spomínanú drevenú kocku, ak Karol ponorí do vody kocku na Marse a podrží ju tak, aby jej horná strana bola vodorovná a vyčnievala do výšky h = 4,0 mm nad voľnú hladinu vody?

d) Ak potom kocku (na Marse) pustí, bude kocka plávať, vznášať sa, alebo sa ponorí pod voľnú hladinu vody. Svoju odpoveď zdôvodni.

5) Formula 1 – Monako

Ikonické preteky Formule-1 sa konajú v Monaku. V roku 2023 mal okruh dĺžku $\ell = 3{,}337\ \mathrm{km}$ *a bolo ho treba prejsť* $N = 78$*-krát.*

Podľa pravidiel F-1 používajú pretekári tri typy pneumatík: S (Soft – mäkké), M (Medium – stredne tvrdé), H (Hard – tvrdé). Tvrdé pneumatiky by vydržali až dokonca, ale podľa pravidiel musia pretekári počas pretekov použiť aspoň dva typy pneumatík. Na M sa absolvuje 1 kolo o $\Delta t_M = 0{,}300$ s rýchlejšie, než na H, kým na S o $\Delta t_S = 0{,}500$ s rýchlejšie, než na H. Pneumatiky M však vydržia len 40 kôl, kým S len 20 kôl.

a) V Monaku sa použili všetky typy pneumatík. Najrýchlejší čas na jeden okruh, nikým nerušený, absolvoval v roku 2023 Lewis Hamilton za čas $t_{\mathrm{F}} = 1\ \mathrm{min}\ 15{,}650\ \mathrm{s}$. Akou rýchlosťou v a na akých pneumatikách okruh absolvoval?

Podľa pravidiel sú pretekári povinní počas preteku aspoň raz vymeniť pneumatiky. Výmena pneumatík trvá v depe síce len pár sekúnd, ale celková časová strata je $t_d = 25{,}00$ s, keďže v uličke pred depami je maximálna dovolená rýchlosť iba 50 km/h.

b) Za aký čas t_{b} by absolvoval nikým nerušený pretekár Veľkú cenu Monaca, keby prvých $n_1 = 20$ kôl absolvoval na pneumatikách S a zvyšok pretekov na pneumatikách H? Aká bude jeho priemerná rýchlosť v_{b}?

c) Akou výmenou pneumatík by mohol súper pretekára z časti b) najviac ohroziť, keby sa rozhodol meniť pneumatiky dvakrát? Za aký čas t_{c} by absolvoval Veľkú cenu Monaka on, keby mohol jazdiť nikým nerušený?

Poznámka: Rýchlosť pretekára na daných pneumatikách je konštantná. Pri každej výmene pneumatík je časová strata t_d*. Rýchlosti udávajte v jednotkách m/s aj v jednotkách km/h, a časy tiež v h, min, s. Neuvažuj rozdiely medzi pretekármi na rovnakých pneumatikách.*

6) Loď na rieke

Rieka je široká $s = 480\ \mathrm{m}$, a pláva na nej loď z jedného brehu na druhý. Loď sa plaví voči vode rýchlosťou $v_{\mathrm{L}} = 14{,}4\ \mathrm{km/h}$. Voda v rieke tečie rovnobežne s rovnými brehmi. Rýchlosť toku je najväčšia v strede rieky a klesá smerom k brehom. Pre zjednodušenie uvažujme, že rýchlosť rieky v daných pásmach je konštantná (pozri tabuľku nižšie a obr. E–3). Loď vychádza z prístavu A.

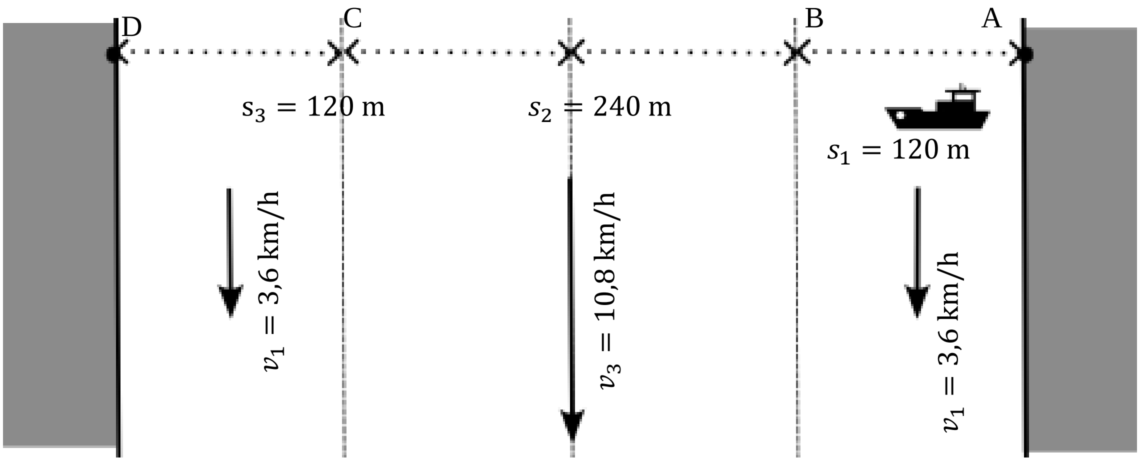
a) Za aký najkratší čas t_1 sa môže dostať loď z prístavu A k druhému brehu?

b) Urči vzdialenosť s_{b} od prístavu D, v ktorom loď dorazí k brehu za čas t_1 podľa časti a).

c) Za aký čas t_2 sa preplaví loď cez rieku, ak sa plaví pozdĺž spojnice prístavov A a D?

úsek	Rýchlosť vody voči brehu
AB a CD	$v_1 = 3{,}6$ km/h
BC	$v_2 = 10{,}8$ km/h

Poznámka: Rýchlosť toku vody v rieke nemá vplyv na rýchlosť lode voči vode, na ktorej pláva.



Obr. E–3

7) Ohmov zákon – *experimentálna úloha*

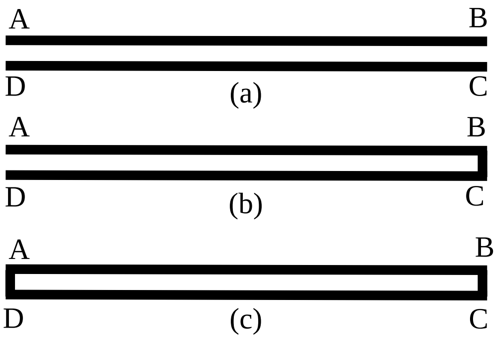
Elektrický odpor vodiča, ktorý v celej svojej dĺžke je z rovnakého materiálu, je homogénny a má rovnaký priemer, závisí od dĺžky vodiča.
Túto skutočnosť môžeme zapísať nasledovne

$$R(\ell) = R_0 \frac{\ell}{\ell_0},$$

kde R_0 je elektrický odpor vodiča dĺžky ℓ_0, a $R(\ell)$ je elektrický odpor vodiča dĺžky ℓ.

Pomôcky:

Ceruzka s grafitovou mäkkou náplňou B, BB, B2 a podobne (ceruzka s grafitovou mikrotuhou), kancelársky papier, dĺžkové meradlo, ohmmeter alebo multimeter s funkciou ohmmeter.



Obr. E–4

Postup:

(1) Nakreslite ceruzkou úsečky AB a CD rovnakej dĺžky aspoň $\ell_0 = 10$ cm. Čiaru AB aj čiaru CD pretiahnite ceruzkou 30-krát (rovnako obidve úsečky), ako ukazuje obrázok E–4(a).

(2) Zmeraj odpory medzi bodmi A a B, a medzi bodmi C a D (obrázok E–4(a)) a uveď výsledky merania.

(3) Zmeraj odpor medzi bodom A a bodom X na úsečke AB pre rôzne vzdialenosti $\ell = |\mathrm{AX}|$. Hodnoty ℓ a $R(\ell)$ zaznamenaj do prehľadnej tabuľky.

(4) Zostroj graf závislosti $R(\ell)$, kde na vodorovnej osi máš ℓ/ℓ_0, kým na zvislej osi budeš mať $R(\ell)/R_0$. Vyhodnoť nameranú závislosť $R(\ell)$.

(5) Spoj body B a C tým, že nakreslíš ceruzkou krátku úsečku BC (aspoň 30-krát). Zmeraj odpor medzi bodmi A a D. Zodpovedá výsledok sériovému zapojeniu úsekov AB a CD?

(6) Spoj body A a D tým, že nakreslíš ceruzkou krátku úsečku AD (aspoň 30-krát). Zmeraj odpor medzi bodmi A ≡ D a B ≡ C. Zodpovedá výsledok paralelnému zapojeniu úsekov AB a CD?

Poznámka. Pri kreslení mikrotuhou B2 s priemerom 0,5 mm, po nakreslení 30 prekrývajúcich sa čiar dĺžky 10 cm je odpor rádovo niekoľko desiatok kΩ.

Fyzikálna olympiáda – 65. ročník – úlohy domáceho kola kat. E

Autori úloh:	Boris Lacsný 1, 2, 7, Aba Teleki 3, 4, 5, 6
Recenzia úloh:	Ivo Čáp
Redakcia:	Ivo Čáp
Úlohy preložil:	Aba Teleki
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
	Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023