

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

Kategória E

Zadanie úloh okresného kola

1) Silverstone

Prvý závod Formule-1 sa konal v roku 1950 v Silverstone (Veľká Británia). V roku 2022 mal okruh dĺžku $\ell = 5,891$ km a bolo ho treba prejsť $N = 52$ -krát. Závod v roku 2022 vyhral Carlos Sainz (Ferrari). Najrýchlejšie absolvoval 44-té kolo za čas $t_m = 1$ min 30,813 s na nových pneumatikách.

Podľa pravidiel F-1 sa počas súťaže do vozidiel nedopĺňa palivo, preto pretekárske autá sú na začiatku ťažké (až 15% hmotnosti predstavuje palivo). S každým kolom, ako klesá ich hmotnosť, sa stávajú rýchlejšími. Predpokladajme, že vďaka znižujúcej sa hmotnosti sa rýchlosť pretekárskeho auta zvýši v každom kole o Δv_m . Ale na druhej strane, najlepšiu príľnavosť majú pneumatiky keď sú úplne nové, opotrebením ich schopnosť udržať auto na ceste sa zhoršuje. Opotrebovaním kolies sa rýchlosť znižuje v každom kole o Δv_p . Pre jednoduchosť budeme predpokladať, že $\Delta v_m = \Delta v_p$, teda rýchlosť vozidla je medzi dvomi výmenami pneumatík konštantná.

Pretekár na čele preteku, nikým nerušený, absolvuje prvých $n_1 = 42$ kôl za čas $t_1 = 1$ h 11 min 7,284 s. Po výmene pneumatík prejde 43-té kolo za čas $t_m = 1$ min 30,813 s (najkratší čas v preteku).

- a) Urči rýchlosť v_1 v prvej etape (do výmeny pneumatík). O koľko (Δv_m) by narastala jeho rýchlosť v každom kole, keby sa nezhoršovala kvalita pneumatík. Za aký čas t_p absolvuje pretekár celý pretek, keď už druhýkrát pneumatiky nemení?

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 $t_d = 20,00$ s, keďže v oblasti depa je maximálna dovolená rýchlosť iba 50 km/h.

- b) Čo vedie k lepšiemu výsledku ak chcú meniť pneumatiky len raz (v našom zjednodušenom modeli)? Vymeniť ich po prvom kole, alebo jedno kolo pred koncom? Odpoveď zdôvodni výpočtom.
- c) Aký by bol výsledný čas t_{p2} pretekára z časti a), pokiaľ by urobili 2 výmeny pneumatík, prvú po 21-om kole, druhú po 42-om kole? Aký by bol najrýchlejší čas t_{m2} za jedno kolo? (Potrebné rýchlosti získaj podľa časti a)).

Všetky rýchlosti vyjadri v jednotkách m/s aj km/h, a všetky časy v sekundách, ako aj v minútach a sekundách.

Poznámka: Rýchlosť pretekára je v jednotlivých kolách konštantná. Pri každej výmene pneumatík je časová strata t_d .

2) Rúry

Na obrázku E-1 vidíme zložitý systém, rúr a nádrží, v ktorých je olej, voda, ortuť a vzduch. V bode A otvorenej rúry je voľná hladina oleja. Medzi bodmi A a B je olej, medzi bodmi B a D voda, medzi D a E vzduch, medzi E a G ortuť a medzi G a H voda. Nad hladinou vody v druhej nádrži je vzduch.

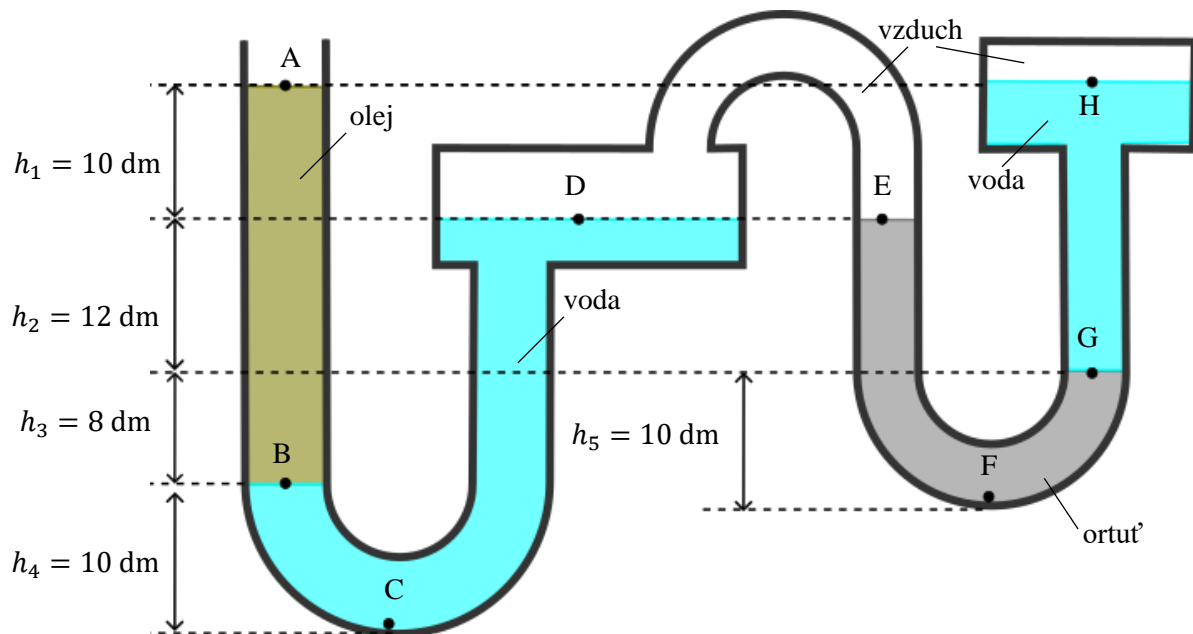
a) Urči tlak p v jednotlivých bodoch sústavy a výsledky zapíš do tabuľky.

Bod	A	B	C	D	E	F	G	H
Tlak p / kPa	p_a							

Pozn.: Tabuľku prekresli do svojho riešenia.

- b) Uveď, v ktorom bode je tlak najmenší, a v ktorom najväčší.
 c) Urči tlak p_1 vzduchu v prvej nádrži a tlak p_2 vzduchu v druhej nádrži.
 d) Vyjadrí rozdiel tlaku na hladine vody v druhej nádrži a na hladine oleja v otvorenej trubici pomocou zadaných veličín. Vysvetli, prečo je tlak na oboch hladinách rozdielny, keď sú v rovnakej výške.

Hustota vody $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, hustota oleja $\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3$, hustota ortuti $\rho_{Hg} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$, hustota vzduchu je voči hustote kvapalín zanedbateľne malá. Atmosférický tlak v danom mieste $p_a = 101,30 \text{ kPa}$, gravitačná konštanta $g = 9,81 \text{ N/kg}$.



Obr. E-1

3) Káva, čaj

Mamička poprosila Petra, aby jej zohrial vychladnutú kávu v šálke. V šálke bola káva s objemom $V_1 = 50,0$ ml a teplotou $t_1 = 20$ °C. Peter navrhol doliať do kávy v šálke toľko vriacej vody s teplotou $t_v = 100$ °C, aby káva so šálkou mala výslednú teplotu $t_2 = 50$ °C.

a) Aký objem V_2 by mala káva v šálke po doliatí potrebného množstva vriacej vody?

Petrova mladšia sestra Emka poznamenala, že po zriedení vriacou vodou to už nebude dobrá káva. Navrhla zohriať vychladnutú kávu zavedením do kávy horúcej pary s teplotou $t_v = 100$ °C z trysky kávovaru.

b) Aký objem V_3 bude mať v tomto prípade káva v šálke, ak káva s šálkou dosiahne výslednú teplotu $t_2 = 50$ °C?

Hmotnostná (merná) tepelná kapacita vody a kávy je rovnaká $c = 4,18$ kJ/(kg · °C), tepelná kapacita šálky $C_s = 10,0$ J/°C, hmotnostné (merné) skupenské varu vody $l_v = 2,57$ MJ/kg, hustota vody a kávy je približne rovnaká $\rho = 1,00$ g/cm³.

Výmenu tepla s okolím neuvažuj.

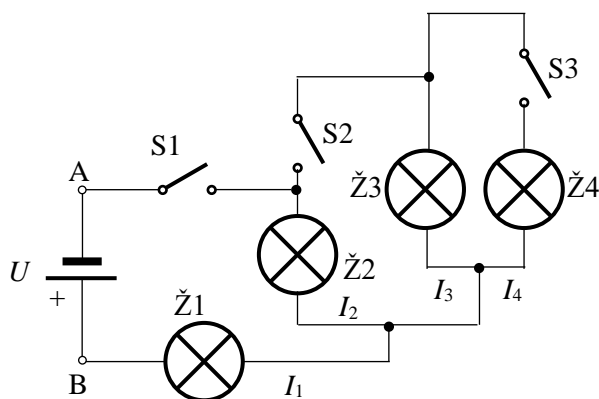
4) Obvod so žiarovkami

Na obrázku E–2 je elektrický obvod so štyrmi rovnakými žiarovkami Ž1 až Ž4, tromi spínačmi S1 až S3 a zdrojom konštantného napätia U . Všetky žiarovky majú rovnaký odpor $R = 12$ Ω.

a) Obvod vhodne prekresli do svojho riešenia a vyznač v ňom smer elektrických prúdov I_1 až I_4 prechádzajúcich príslušnými vetvami žiaroviek, ak sú všetky spínače zapnuté.

b) Urči odpor sústavy R_{AB} vzhľadom na svorky A a B pre všetky stavy spínačov S1, S2 a S3.

c) Cez ktorú žiarovku potečie najväčší prúd, ak sú všetky spínače zapnuté? Svoju odpoveď zdôvodni.



Obr. E–2