

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

Katéria E

Zadanie úloh okresného kola

1. Silverstone

Az első Forma 1-es futam Silverstone-ban (Brit Nagydíj) volt megrendezve 1950-ben. A pálya hossza 2022-ben $\ell = 5,891$ km, a futam $N = 52$ körből állt, és a futamot Carl Sainz (Ferrari) nyerte. A leggyorsabb kört a 44-ik körben $t_m = 1$ min 30,813 s alatt új gumibroncsokon is ő futotta.

A Forma 1 versenyszabályzata szerint a verseny folyamán nem lehet az üzemanyagot utántölteni, így a versenyautók a futam elején nehezek (az üzemanyag akár a teljes tömeg 15 %-t is kiteheti). A versenyautók, ahogy fogy az üzemanyag, egyre gyorsabbak. Tételezzük fel, hogy a tömegcsökkenés következtében egy versenyautó sebessége körönként Δv_m -vel nő. A másik oldalon azonban a gumibroncsok tapadása a használatuk elején a legjobb. Kopásukkal egy versenyautó sebessége körönként Δv_p -vel csökken. Tételezzük fel, az egyszerűség kedvéért, hogy $\Delta v_m = \Delta v_p$, más szóval, két gumicsere között egy versenyautó sebessége nem változik.

Az élen haladó versenyző, senkitől sem zavartatva, az első $n_1 = 42$ kört $t_1 = 1$ h 11 min 7,284 s alatt teszi meg. Gumicsere után a 43-ik körben megfutja a leggyorsabb kört $t_m = 1$ min 30,813 s-os köridővel (a verseny legjobb körideje).

a) Határozd meg a versenyautó v_1 sebességét az első szakaszban (a gumicseréig)! Mekkora Δv_m -vel nőne körönként a sebessége, ha a gumibroncsok minősége nem változna? Milyen t_p idővel teljesíti a versenyző a futamot, ha már második gumicserét nem hajt végre?

A versenyszabályzat szerint a futam folyamán legalább egy gumicsere kötelező. Bár maga a gumicsere csak pár másodpercet vesz igénybe, a teljes idővesztés azonban $t_d = 20,00$ s, mivel át kell hajtani a boxutcán, ahol a maximális megengedett sebesség 50 km/h.

b) Milyen taktika kifizetődőbb, ha a csapat csak egy gumicserét tervez végrehajtani? Lecserélni a gumikat az első kör után vagy az utolsó kör előtt? Igazold számítással!

c) Mennyi lenne az a) részfeladatban szereplő versenyző t_{p2} futamideje, ha 2 gumicserét hajtana végre: az első a 21-ik kör végén a másodikat a 42-ik kör végén? Mennyi lenne a legjobb t_{m2} köridő? A szükséges adatokat az a) részfeladatból vedd!

Minden sebességet m/s és km/h egységekben is fejezd ki, az időket pedig másodpercekben és kevert formában is (percekben és másodpercekben)!

Megjegyzés: egy versenyző sebessége az egyes körökben állandó. Minden gumicsere t_d idővesztéssel jár.

2. Csövek

Az E-1 ábrán egy bonyolult csőrendszer látható, amelyben olaj, víz, higany és levegő van. Az A pontban található az olaj szabad felszíne. Az A és B pontok közt olaj, a B és D pontok közt víz, a D és E pontok közt levegő, az E és G pontok közt higany, a G és H pontok közt víz van. A második tartály vízfelszíne felett levegő van.

a) Határozd meg a rendszer megadott pontjaiban lévő p nyomást és írd a táblázatba

pont	A	B	C	D	E	F	G	H
nyomás p/kPa	p_a							

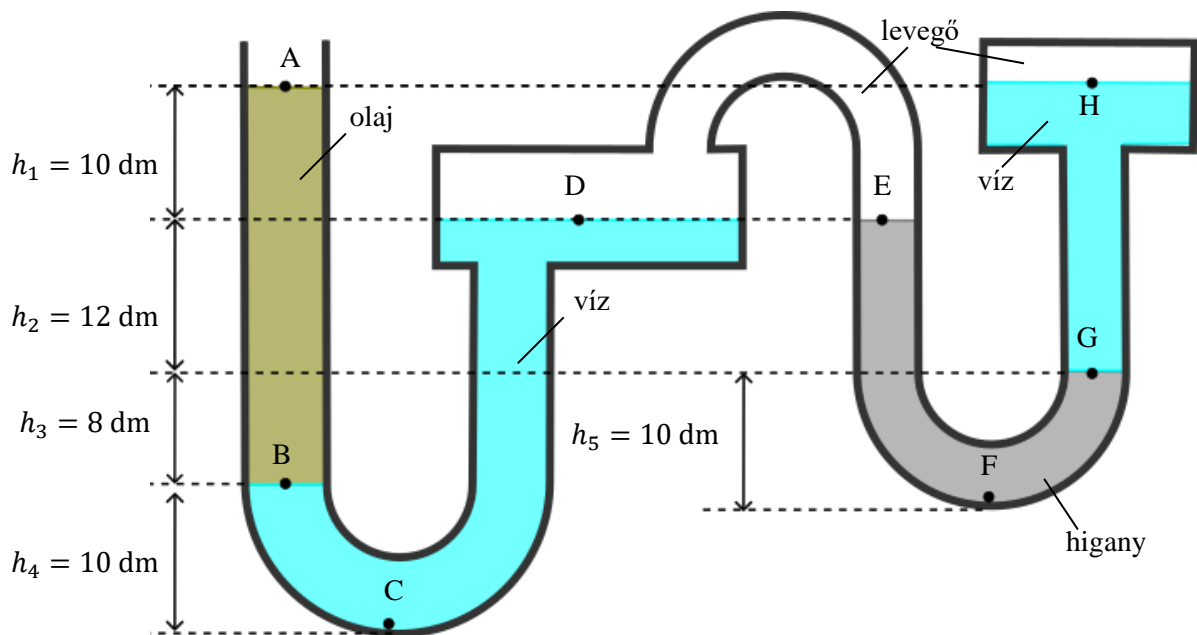
Megjegyzés: A táblázatot másold át a megoldásodba.

b) Melyik pontban legkisebb és melyikben a legnagyobb a nyomás?

c) Határozd meg a levegő p_1 nyomását az első és p_2 nyomását a második tartályban!

d) Mekkora a második tartály vízfelszínén és az olaj felszínén fellépő nyomások közötti különbség?

A víz sűrűsége $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, az olaj sűrűsége $\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3$, a higany sűrűsége $\rho_{\text{Hg}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$, a levegő sűrűsége elhanyagolható a folyadékok sűrűségéhez viszonyítva. A légköri nyomás $p_a = 101,30 \text{ kPa}$, a gravitációs állandó $g = 9,81 \text{ N/kg}$.



E-1 ábra

3. Kávé és tea

Pétert megkérte az anyukája, hogy melegítse meg a kávéját. A csészében $V_1 = 50,0$ ml, $t_1 = 20$ °C hőmérsékletű kávé volt. Péter azt tervezte, hogy a csészében levő kávéhoz $t_v = 100$ °C-os forrásban levő vizet önt, annyit, hogy a csésze és tartalmának végső hőmérséklete $t_2 = 50$ °C legyen.

a) Mekkora lenne a kávé V_2 térfogata a csészében a szükséges mennyiségű forróvíz hozzáöntése után?

Emma, Péter húga, megjegyezte, hogy ha Péter a tervezett vízmennyiséget önti a kávéhoz az már nem is kávé lesz. Azt ajánlotta, hogy inkább a kávéfőző gőzcsapjából $t_v = 100$ °C-os vízgőzt vezessenek a kávéba.

b) Mekkora lesz a kávé V_3 térfogata a csészében a gőz használatával, miután a csésze és kávé hőmérséklete eléri a $t_2 = 50$ °C-ot?

A víz és kávé fajlagos tömegi hőkapacitása azonos $c = 4,18$ kJ/(kg · °C), a csésze hőkapacitása $C_s = 10,0$ J/°C, a víz forráshője $l_v = 2,57$ MJ/kg, a víz és kávé sűrűsége egyaránt $\rho = 1,00$ g/cm³. Tételezd fel, hogy nincs hőcsere a környezettel!

4. Áramkör izzókkal

Az E–2 ábrán egy áramkör látható négy egyforma izzóval (Ž1–Ž4), három kapcsolóval (S1–S3) és egy állandó U feszültségű áramforrással. Mindegyik izzó elektromos ellenállása $R = 12$ Ω.

a) Rajzold át a z áramkör sémáját a megoldásodba! Jelöld be a rajzon a megjelölt áramok (I_1 – I_4) irányát, ha minden kapcsoló be van kapcsolva (zárja az áramkört)!

b) Határozd meg a rendszer A és B pontjai közötti R_{AB} elektromos ellenállását, az S1, S2 és S3 kapcsolók állapotának összes lehetséges változatára!

c) Melyik izzón folyik át a legerősebb áram, ha minden kapcsoló be van kapcsolva (zárja az áramkört)? A válaszodat indokold meg!

