

Heinrich László Fizika Tantárgyverseny, 2018 Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely Megoldások X. osztály

1. Feladat (1 pont) Lehetséges-e, hogy egy gáz a környezetéből ne vegyen fel hőt, miközben belső energiája 500 J-lal növekedik?

- A) igen, adiabatikus összenyomással
- B) nem lehetséges, csak hőfelvétellel
- C) igen, izoterm tágulással
- D) igen, izobár összenyomás során

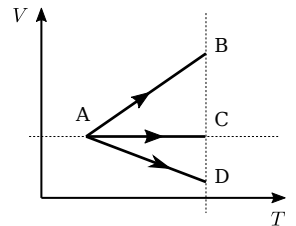
2. Feladat (1 pont) Egy vezető merőleges keresztmetszetén egy másodperc alatt 2×10^{18} számú elektron halad át. Egy elektron töltése $q_e = 1,6 \times 10^{-19}$ C. A vezetőn áthaladó elektromos áram erőssége:

- A) 0.032 A
- B) 0.32 A
- C) 3.2 A
- D) 32 A

Indoklás: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{Nq_e}{\Delta t} = 2 \times 1.6 \times 10^{18-19} = 0.32$ A

3. Feladat (1 pont) Az ábra egy ideális gáz három lehetséges állapotváltozását tünteti fel. A a kezdeti állapotot, B, C és D pontok a végállapotot jelölik. Milyen a nyomások közötti viszony a végállapotokban?

- A) $p_B = p_C = p_D$
- B) $p_B > p_C > p_D$
- C) $p_B > p_D > p_C$
- D) $p_B < p_C < p_D$



Indoklás: A D állapotból a B-be eljuthatunk a C állapoton keresztül izoterm tágulás révén, amely során a nyomás csökken.

4. Feladat (1 pont) Hogyan viszonyul két különböző ellenállású párhuzamosan kapcsolt fogyasztó eredő ellenállása az egyes ellenállások értékéhez?

- a) kisebb mindkét ellenállásnál
- b) a két ellenállásérték között van
- c) ezekből az adatokból nem határozható meg
- d) nagyobb mindkét ellenállásnál

- A) csak az d) helyes
- B) a) és c) is helyes
- C) b) és c) is helyes
- D) csak az a) helyes

Indoklás: $R_s = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ $R_1 = \frac{R_1(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} = \frac{R_1^2}{R_1 + R_2} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_s = R_1 - \frac{R_1^2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_s < R_1$ hasonlóan $R_s < R_2$

5. Feladat (1 pont) A napjainkban elérhető legkisebb vákuum 10^{-11} Pa, 273 K hőmérsékleten. Átlagosan hány molekula van ilyen nyomáson 1 cm³-nyi gázban? (Az egyetemes gázállandó $R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$, Avogadro-szám $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ molekula/mol)

- A) 10 B) 10^5 C) 42 D) **2654**

Indoklás: $pV = \nu RT = \frac{NRT}{N_A} \Rightarrow N = \frac{pVN_A}{RT} = \frac{10^{-11} 10^{-6} 6.022 \times 10^{23}}{8.31 \times 273} = 2654.4 \simeq 2654$

6. Feladat (2 pont) Három ellenállást egy 12 Ω -ost, egy 16 Ω -ost és egy 20 Ω -ost párhuzamosan kapcsolunk. Mekkora ellenállást kell sorbakötni ezzel a párhuzamos összeállítással, hogy az eredő ellenállás 25 Ω legyen?

- A) 5.106 Ω B) 8.615 Ω C) **19.894 Ω** D) 16.385 Ω

Indoklás: A három párhuzamos ellenállás eredője $R_p = 5.106 \Omega \Rightarrow 25\Omega - R_p = 19.894\Omega$

7. Feladat (2 pont) Két sorba kapcsolt ellenállás vezetőképességének (a vezetőképesség az ellenállás inverze $G = 1/R$) eredője:

- A) $G_s = \frac{G_1 + G_2}{G_1 G_2}$ B) **$G_s = \frac{G_1 G_2}{G_1 + G_2}$** C) $G_s = G_1 G_2$ D) $G_s = G_1 + G_2$

Indoklás: $R_s = R_1 + R_2 \Rightarrow 1/G_s = 1/G_1 + 1/G_2 \Rightarrow G_s = G_1 G_2 / (G_1 + G_2)$

8. Feladat (2 pont) Az $E = 24$ V elektromotoros feszültségű és $r = 6 \Omega$ belső ellenállású feszültségforrásra R változtatható ellenállású fogyasztót csatlakoztatunk. Mekkora kell legyen R értéke ahhoz, hogy a fogyasztón ugyanakkora legyen a teljesítménnyelvétele mint az $R = 9 \Omega$ értékre?

- A) 6 Ω B) **4 Ω** C) 24 Ω D) 36 Ω

Indoklás: Rögzített teljesítmény esetén érvényes: $r^2 = R_1 R_2$; $R_1 = 9$; $r = 6 \Rightarrow R_2 = 4\Omega$

9. Feladat (2 pont) Egy 10 k Ω ellenállású fogyasztó egy óra alatt Q energiát fogyaszt, ha 1 A erősségű áram folyik át rajta. Mekkora a Q értéke?

- A) $Q = 10$ kW B) $Q = 10$ Wh C) **$Q = 10$ kWh** D) $Q = 10$ J

Indoklás: $P = I^2 R = 10 \text{ kW}$; $Q = P \Delta t = 10 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 10 \text{ kWh}$

10. Feladat (2 pont) Egy l hosszúságú és S keresztmetszetű rézhuzal ellenállása R . Megkétszerezzük hosszát és megfelezzük keresztmetszetét. Az új huzal ellenállása:

- A) R B) $2R$ C) $\frac{R}{2}$ D) **$4R$**

Indoklás: $R = \rho l / S$; $l' = 2l$; $S' = S/2 \Rightarrow R' = \rho l' / S' = 4\rho l / S = 4R$

11. Feladat (2 pont) Egy henger alakú tartályt súrlódásmentesen mozgó fallal egy $V_1 = 5$ l-es és egy $V_2 = 3$ l-es részekre osztunk. A fal és a henger jó hővezető. A hengerben a környezet hőmérsékletével azonos hőmérsékletű, de a külső levegő nyomásnál nagyobb nyomású gáz van. A bal oldali (V_1) részből kiengedjük a gáz tömegének $2/5$ részét. Mekkora lett a két rész térfogata, miután a rendszer ismét felvette a környezet hőmérsékletét?

- A) $V_1 = 3$ l és $V_2 = 5$ l
B) $V_1 = 5$ l és $V_2 = 3$ l
C) **$V_1 = 4$ l és $V_2 = 4$ l**
D) $V_1 = 5$ l és $V_2 = 2$ l

Indoklás: $p_0 V_1 = \nu_1 RT$ $p_0 V_2 = \nu_2 RT \Rightarrow \nu_1 / \nu_2 = V_1 / V_2 = 5/3 \Rightarrow \nu_1 = 5\nu_0$ $\nu_2 = 3\nu_0$
 $\nu'_1 = 3\nu_1/5 = 3\nu_0$ $\nu'_2 = \nu_2 = 3\nu_0$ $V'_1 / V'_2 = \nu'_1 / \nu'_2 = 1 \Rightarrow V'_1 = V'_2 = 4$ l

12. Feladat (2 pont) Egy tó aljáról a víz felszínére emelkedő légbuborék térfogata megháromszorozódik. A hőmérséklet a tó alján 10°C , a felszínen 20°C . Milyen mély a tó? (A külső légnyomás 10^5 Pa. A víz sűrűsége 1 kg/l , a gravitációs gyorsulás pedig 10 m/s^2 .)

- A) 11 m B) 48 m C) 19 m D) 36 m

Indoklás: $T_1 = 283\text{K}; V_1; p_1 = p_0 + \rho gh; T_2 = T_1 + \Delta t = 293\text{K}; V_2 = 3V_1; p_2 = p_0$
 $p_1 V_1 = \nu RT_1; p_2 V_2 = \nu RT_2 \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow h = \frac{p_0}{\rho g} \frac{2T_1 - \Delta t}{T_1 + \Delta t} = 18.97 \simeq 19\text{m}$

13. Feladat (2 pont) Egy tartályban három ideális gáz keveréke található: 6 mól molekuláris oxigén, 4 mól molekuláris nitrogén és 2 mól atomos argon. Az egyes gázok móltömegei:

anyag	O ₂	N ₂	Ar
μ (kg/kmol)	32	28	40

Mennyi a gázkeverék közepes móltömege egész értékekre kerekítve (legközelebbi egész számot vesszük) kg/kmol-ban?

- A) 28 B) 31 C) 32 D) 33

Indoklás: $\bar{\mu} = \frac{m_{össz}}{\nu_{össz}} = \frac{\nu_1 \mu_1 + \nu_2 \mu_2 + \nu_3 \mu_3}{\nu_1 + \nu_2 + \nu_3} = 32$

14. Feladat (2 pont) Héliumgáz állandó nyomáson történő melegítése során a gázzal közölt hőmennyiség Q . Mennyi a gáz által végzett munka?

- A) $L = Q/5$ B) $L = Q$ C) $L = Q/2$ D) $L = 2Q/5$

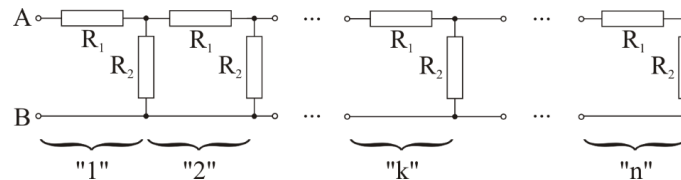
Indoklás: $Q = \nu C_p \Delta T = 5\nu RT/2; \Delta U = \nu C_v \Delta T = 3\nu RT/2; \Delta U = Q - L \Rightarrow L = \nu RT = 2Q/5$

15. Feladat (2 pont) Hőszigetelt edényben 200 g 25°C -os víz van. Ha ehhez 100 g 95°C -os vizet öntünk, a közös hőmérséklet 35°C lesz. Mekkora az edény K_e hőkapacitása a teljes vízmennyiség K_v hőkapacitása függvényében?

- A) $K_e = 4K_v/3$ B) $K_e = K_v/3$ C) $K_e = 8K_v/13$ D) $K_e = 3K_v/4$

Indoklás: $Q^- = m_2 c_v \Delta t_2; Q^+ = m_1 c_v \Delta t_1 + K_e \Delta t_1; Q^- = Q^+ \Rightarrow K_e = c_v \frac{m_2 \Delta t_2 - m_1 \Delta t_1}{\Delta t_1} = K_v \frac{m_2 \Delta t_2 - m_1 \Delta t_1}{(m_1 + m_2) \Delta t_1}$
 $m_1 = 200\text{g}; m_2 = 100\text{g}; \Delta t_1 = 10^\circ\text{C}; \Delta t_2 = 60^\circ\text{C} \Rightarrow K_e = 4K_v/3$

16. Feladat (4 pont) Az ábrán látható hálózat eredő ellenállása (R_{AB}) nem függ az (R_1, R_2) ellenállásokból alkotott egységek számától, ha $n \rightarrow \infty$. Mekkora a hálózat eredő R_{AB} ellenállása abban a sajátos esetben, amikor $R_1 = R$ és $R_2 = 2R$?



- A) R B) 2R C) 3R D) 4R

Indoklás: Induljunk ki egy n elemet tartalmazó hálózattól, amelynek az ellenállása legyen R_x . Ezt bővítjük balról egy egységgel és számoljuk ki ennek az új hálózatnak az R'_x ellenállását:

$$R'_x = \frac{2R^2 + 3RR_x}{2R + R_x}$$

Felhasználva, hogy $R_x \equiv R'_x \Rightarrow 2R^2 + R_x R - R_x^2 = 0 \Rightarrow R_x \in 2R, -R \Rightarrow R_x = 2R$

17. Feladat (4 pont) Egy egyenáramú tápforrás elektromotoros feszültsége $E = 10 \text{ V}$ és belső ellenállása $r = 1 \Omega$. A tápforrásra két ismeretlen ellenállású (R_1, R_2) fogyasztót kapcsolunk. A fogyasztókat sorosan kapcsolva a tápforráson áthaladó áram erőssége 2.5 A . Ezután a fogyasztókat párhuzamosan kapcsolva a tápforráson áthaladó áram erőssége 6.0 A lesz. Mekkora a fogyasztók ellenállása?

- A) $3 \Omega, 2 \Omega$ B) $5 \Omega, 5 \Omega$ C) $1 \Omega, 2 \Omega$ D) $1 \Omega, 5 \Omega$

Indoklás: $R_s = E/I_s - r = 3\Omega$; $R_p E/I_p - r = 2/3\Omega$; $R_s = R_1 + R_2$; $R_p = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) \Rightarrow R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$

18. Feladat (4 pont) Egy mól ideális gáz egy olyan körfolyamatban vesz részt, amely két izoterm ($T_1 = 300 \text{ K}$, $T_2 = 400 \text{ K}$) és két izochor ($V_1 = 0.2 \text{ m}^3$, $V_2 = 0.544 \text{ m}^3$) folyamatból áll. Adott az izochor mólhő $C_v = 12.26 \text{ J/(mol K)}$ és az univerzális gázállandó $R = 8.31 \text{ J/(mol K)}$ értéke. A fenti ciklus szerint működő termikus motor η hatásfoka?

- A) $\eta = 13 \%$ B) $\eta = 33 \%$ C) $\eta = 18 \%$ D) $\eta = 28 \%$

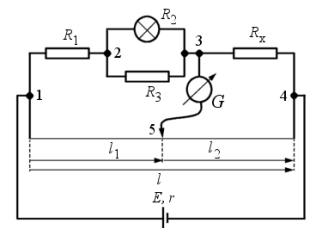
Indoklás: A körfolyamat során a gáz által végzett munka $L = R(T_2 - T_1) \ln(V_2/V_1) = 831 \text{ J}$;
A körfolyamat során a gáz által felvett hőmennyiség $Q_{fel} = C_v(T_2 - T_1) + RT_1 \ln(V_2/V_1) = 4550 \text{ J}$
 $\eta = L/Q_{fel} = 0.1826 \simeq 18\%$

19. Feladat (4 pont) Egy $V = 2 \text{ l}$ térfogatú tartályt ismeretlen gázzal töltünk fel addig, amíg a nyomása $p_1 = 200 \text{ kPa}$ lesz. Ekkor a tartály és a benne lévő gáz össztömege $m_1 = 1.002 \text{ kg}$. A tartályból $\Delta m = 1 \text{ g}$ tömegű gázt kiengedve, a nyomás értéke $p_2 = 150 \text{ kPa}$ -ra csökken. Ezen műveleteket $t = 27^\circ \text{C}$ állandó hőmérsékleten végeztük. Mekkora lesz a tartálybeli gáz sűrűsége 0°C -on és 100 kPa nyomáson?

- A) 0.8 kg/m^3 B) 1.1 kg/m^3 C) 1.0 kg/m^3 D) 0.65 kg/m^3

Indoklás: $p_1 V = m_1 R T$; $p_2 V = m_2 R T \Rightarrow p_1/p_2 = m_1/m_2 = 4/3$; $m_1 - m_2 = 1 \text{ g} \Rightarrow m_1 = 4 \text{ g}$; $m_2 = 3 \text{ g}$
Az ismeretlen gázunk p_2 nyomáson és $T_2 = 300 \text{ K}$ hőmérsékleten: $\rho_2 = 3/2 \text{ g/l}$
 $p = \rho R T / m u \Rightarrow \rho_3 = \rho_2 \frac{p_3 T_2}{p_2 T_3} = 1.0989 \simeq 1.1 \text{ g/l}$

20. Feladat (12 pont) Az ábrán szemléltetett egyenáramú Wheatstone-híd a következő áramköri elemeket tartalmazza: $l = 50 \text{ cm}$ hosszúságú, $S = 5 \times 10^{-9} \text{ m}^2$ keresztmetszetű és $\rho = 2 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$ fajlagos ellenállású huzal, $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$ (villanyégő), $R_3 = 5 \Omega$ ellenállások, $r = 2 \Omega$ belső ellenállás és $E = 60 \text{ V}$ elektromotoros feszültségű egyenáramú tápegység, egy R_x mérendő ellenállás és a G -vel jelzett galvanométer. A híd kiegyensúlyozott állapotban van akkor, amikor a huzalellenállást az 5-tel jelzett csúszó érintkező pontosan kettőbe osztja. Határozzátok meg:



I.) Mi annak a feltétele, hogy a galvanométer zéró feszültséget mutasson (a híd kiegyensúlyozottságának feltétele!)?

- A) $\frac{R_{13}}{R_{l_1}} = \frac{R_x}{R_{l_2}}$ B) $\frac{R_{13}}{R_x} = \frac{R_{l_2}}{R_{l_1}}$ C) $\frac{R_{l_2}}{R_{l_1}} = \frac{R_{13}}{R_x}$ D) $\frac{R_{13}}{R_{l_2}} = \frac{R_x}{R_{l_1}}$

Indoklás: $U_{13} = U_{15}$; $U_{34} = U_{54} \Rightarrow R_{13} R_{l_2} = R_x R_{l_1}$

II.) Az R_x ellenállás értékét

- A) 20Ω B) 40Ω C) 10Ω D) 30Ω

Indoklás: $l_1 = l_2 \Rightarrow R_{l_1} = R_{l_2} \Rightarrow R_x = R_{13}$
 $R_{13} = R_1 + R_2 R_3 / (R_2 + R_3) = 10 \Omega$

III.) az 1-5 és 5-4 pontok közötti huzalellenállások értékét

- A) 10 és 20 B) 20 és 20 C) 10 és 10 D) 20 és 10

Indoklás: $R = \rho l / S$; $l_1 = l_2 = 25 \text{ cm} \Rightarrow R_{l_1} = R_{l_2} = 10 \Omega$

IV.) Tegyük fel, hogy működés közben kiég az égő. Határozzátok meg az új állapotban az 1-3 pontok közötti lévő ellenállás értékét és számítsátok ki, milyen helyzetbe kell a csúszó érintkezőt helyezni ahhoz, hogy a híd újból

kiegyensúlyozott legyen.

- A) 11Ω 30.19 cm B) 11Ω 26.19 cm C) 10.5Ω 22.19 cm D) 10.5Ω 28.19 cm

Indoklás: $R'_{13} = R_1 + R_3 = 11\Omega$; $R_{13}l_2 = R_x l_1 \Rightarrow 11l_2 = 10l_1$; $l_1 + l_2 = 50 \Rightarrow l_1 = 26.19\text{cm}$

21. Feladat (12 pont) Adott egy $V_1 = 5\text{ l}$ és egy $V_2 = 10\text{ l}$ térfogatú tartály. Ezeket azonos egyatomos ideális gázzal töltjük fel $T_1 = 300\text{ K}$ állandó hőmérsékleten. A két tartály egy elhanyagolható térfogatú, zárható csővel van összekötve. A feltöltés során ez a cső zárva van és a tartályokban a következő nyomásokat hozzuk létre: $p_1 = 200\text{ kPa}$ és $p_2 = 300\text{ kPa}$. Ez után a csövet záró csapot kinyitjuk, majd az egyensúly beállta után a második tartályt lehűtjük $T_2 = 250\text{ K}$ hőmérsékletre. A tartályok T_1 és T_2 hőmérsékletét külső hőtartályok segítségével tartjuk állandónak. A két tartályt összekötő csövet kellően vékonynak tekintjük ahhoz, hogy a rajta átáramló gázatomok ne borítsák fel a tartályok termikus egyensúlyát.

I.) Határozzátok meg, hogy a feltöltés során hány mólnyi anyag került a tartályokban!

- A) $\nu_1 = 0.6$, $\nu_2 = 1.8\text{ mól}$ B) $\nu_1 = 0.2$, $\nu_2 = 0.6\text{ mól}$ C) $\nu_1 = 0.4$, $\nu_2 = 1.2\text{ mól}$ D) $\nu_1 = 0.8$, $\nu_2 = 2.4\text{ mól}$

Indoklás: $\nu_1 = p_1 V_1 / RT_1$; $\nu_2 = p_2 V_2 / RT_1 \Rightarrow \nu_1 = 0.4$; $\nu_2 = 1.2\text{ mol}$

II.) Határozzátok meg, hogy a végállapotban hány mólnyi anyag található az egyes tartályokban!

- A) $\nu'_1 = 0.47$, $\nu'_2 = 1.13$ B) $\nu'_1 = 0.2$, $\nu'_2 = 0.6$ C) $\nu'_1 = 0.5$, $\nu'_2 = 1.1$ D) $\nu'_1 = 0.3$, $\nu'_2 = 0.5$

Indoklás: $\nu'_1 = p V_1 / RT_1$; $\nu'_2 = p V_2 / RT_2 \Rightarrow \nu'_1 / \nu'_2 = V_1 T_2 / V_2 T_1$; $\nu'_1 + \nu'_2 = 1.6 \Rightarrow \nu'_1 = 0.47$; $\nu'_2 = 1.13$

III.) Határozzátok meg az egyes tartályokban a belső energia változását!

- A) $\Delta U_2 = -1966\text{ J}$ B) $\Delta U_2 = -966\text{ J}$ C) $\Delta U_2 = 966\text{ J}$ D) $\Delta U_2 = 1966\text{ J}$

Indoklás: $U_2 = \nu_2 C_v T_1$; $U'_2 = \nu'_2 C_v T_2$; $\Delta U_2 = U'_2 - U_2 = C_v (\nu'_2 T_2 - \nu_2 T_1)$; $C_v = 3R/2 \Rightarrow \Delta U_2 = -966\text{ J}$

Kisfilmhez kapcsolódó kérdések

22. Kérdés - 1. kísérlet (5 pont) Milyen kapcsolás jött létre a piros vezető ág és a villanykörtét is tartalmazó vezető ág között:

- A) Soros
B) Párhuzamos
C) Vegyes
D) Nem lehet eldölni

23. Kérdés - 1. kísérlet (5 pont) Melyik állítás igaz a következők közül?

- A) A piros vezető rövidebb zárta az áramkört.
B) A piros vezető beiktatása megszakította az áramkört.
C) A piros vezető beiktatása miatt a villanykörte kiégett.
D) A piros vezetőre jutó feszültség egyenlő az elektromotoros feszültséggel.

24. Kérdés - 2. kísérlet (5 pont) Mi zárja az áramforrás áramkörét?

- A) Az asztalra helyezett két fadarab
B) Az asztal
C) A ceruzabél
D) Egyik sem



25. Kérdés - 2. kísérlet (5 pont) Miért ég el a ceruza fából készült része?

- A) Mert áram halad át rajta.
- B) Mert a grafit ceruzabél hevíti.
- C) Az áram hatására létrejövő ionok következtében.
- D) A Faraday-hatás következtében.

26. Kérdés - 2. kísérlet (5 pont) Mennyi a kisfilmben használt áramforrás elektromotoros feszültségének értéke?

- A) 0V
- B) 19.47 V
- C) 37.36 V
- D) Végtelen

Pontozás

- Hivatalból: 10 pont
- 1-5 Feladat: $5 \times 1 = 5$ pont
- 6-15 Feladat: $10 \times 2 = 20$ pont
- 16-19 Feladat: $4 \times 4 = 16$ pont
- 20-21 Feladat: $2 \times 12 = 24$ pont
- 22-26 Kérdés: $5 \times 5 = 25$ pont

Munkaidő: 2.5 óra (feladatmegoldás) + 0.5 óra (rövid film vetítése, kérdések megválaszolása)