**Bolyai Farkas Országos Fizika Tantárgyverseny 2017**
**Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely**

**X. Osztály**

**Megoldások**

1. **Helyes válasz: B**

Indoklás:
A gáz adiabatikus átalakuláson megy keresztül, ha a testet ráhelyezzük a dugattyúra.

2. **Helyes válasz: C**

Indoklás:
$\rho_1 = \frac{p\mu}{RT_1}$
$T_1 = \frac{p\mu}{R\rho_1}$
$T_2 = \frac{p\mu}{R\rho_2} = \frac{p\mu}{R\frac{\rho_1}{2}} = 2\frac{p\mu}{R\rho_1} = 2T_1$

3. **Helyes válasz: A**

Indoklás:
A mechanikai munka geometriai jelentése alapján. Mivel ugyanabból az állapotból kiindulva, izobár illetve izoterm feltételek mellett nyomjuk össze a gázat, az izoterma az izobár fölött helyezkedik el, tehát ugyanakkora téfogatváltozás esetén, alatta nagyobb lesz a terület, nagyobb munkát kell végezzünk.

4. **Helyes válasz: C**

Indoklás:
$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = R_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = R_2 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$
Tehát:
$R_{12} < R_1 \text{ és } R_{12} < R_2$

5. **Helyes válasz: A**

Indoklás:
Az ideális ampermérő rövidre zárja az $R_2$ ellenállást, tehát az $I$ főáramot, az ideális voltmérő pedig a forrást leterhelő $R_1$ ellenállásra eső külső, vagy kapocsfeszültséget méri. Tehát Ohm törvénye alapján
$\frac{U}{I} = R_1$

6. **Helyes válasz: C**

Indoklás:
Az 1-2 izobár, az 1-3 izoterm kiterjedés. $\Delta V_{12} = \Delta V_{13} = V_2 - V_1 = 2V_1 - V_1 = V_1$.
$L_{12} = p_1 V_1$
$L_{13} = \nu R T_1 ln\frac{V_3}{V_1} = p_1 V_1 ln\frac{2V_1}{V_1} = p_1 V_1 ln2$
$\frac{L_{12}}{L_{13}} = \frac{1}{ln2}$

**7. Helyes válasz: C**

Indoklás:

A keverék térfogata a termikus állapotegyenlet alapján:

$$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{(\nu_1+\nu_2)RT}{p}$$

A keverék tömege:

$$m = m_1 + m_2 = \nu_1\mu_1 + \nu_2\mu_2$$

A keverék közepes sűrűsége:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\nu_1\mu_1+\nu_2\mu_2}{(\nu_1+\nu_2)RT} \cdot p$$

$$\rho = 0{,}114606\,\frac{kg}{m^3} = 114{,}6\,\frac{g}{m^3}$$

**8. Helyes válasz: B**

Indoklás:

$$pV = pap^2 = ap^3 = \nu RT$$

$$\frac{p^3}{T} = \acute{a}lland\acute{o}$$

$$\frac{p_2^3}{T_2} = \frac{p_2^3}{8T_1} = \frac{p_1^3}{T_1}$$

$$p_2^3 = 8p_1^3 = 2^3 p_1^3 = (2p_1)^3$$

$$p_2 = 2p_1$$

**9. Helyes válasz: A**

Indoklás:

$$\eta_C = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{(n-1)T_2} = \frac{n-2}{n-1}$$

$$\eta_c = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

$$\frac{|Q_2|}{Q_1} = 1 - \eta_c = 1 - \frac{n-2}{n-1} = \frac{1}{n-1}$$

**10. Helyes válasz: B**

Indoklás:

$$Q_1 = m_1c_1(T - T_1)$$

$$Q_2 = m_2c_2(T_2 - T) = 3m_1 \cdot 3c_1 \cdot (3T_1 - T) = 9m_1c_1(3T_1 - T)$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1c_1(T - T_1) = 9m_1c_1(3T_1 - T)$$

$$T - T_1 = 27T_1 - 9T$$

$$10T = 28T_1$$

$$T = 2{,}8T_1$$

**11. Helyes válasz: C**

Indoklás:

Mivel a tömegük és sűrűségük azonos, ezért a térfogatuk is azonos:

$S_1 l = S_2 2l$ , ebből következik a vezetők keresztmetszetére: $S_2 = \frac{S_1}{2}$

Azonos feszültségekre kapcsolva:

$$I_2 = I_1\frac{R_1}{R_2} = I_1\frac{\frac{\rho l}{S_1}}{\frac{\rho 2l}{\frac{S_1}{2}}} = \frac{I_1}{4} = 2{,}5\ mA$$

**12. Helyes válasz: D**
Indoklás:
$U = E - Ir = \frac{E}{3}$
$Ir = E - \frac{E}{3} = \frac{2}{3}E$
$IR = U = \frac{E}{3}$
$\frac{R}{r} = \frac{E}{2E} = \frac{1}{2}$
$R = \frac{r}{2}$

**13. Helyes válasz: A**
Indoklás:
Az összehajtogatás után, a kapott vezetőt, két, $R_1$, illetve $R_2$ ellenállású részből álló, soros kapcsolású, $R_s = R_1 + R_2$ eredő ellenállású vezetőként foghatjuk fel. A részek hosszúsága egyforma $l_1 = l_2 = l/4$, keresztmetszetük pedig $S_1 = 3S$, illetve $S_2 = S$, ahol $S$ a vezető keresztmetszete az összehajtogatás előtt. Ebből következik, hogy $R_1 = R/12$, illetve $R_2 = R/4$, az eredő ellenállás pedig: $R_s = (1/12 + 1/4)R = R/3$.

**14. Helyes válasz: D**
Indoklás:
$IR = I_1(R + R_0)$
$I = I_1\frac{R+R_0}{R}$
$I = \frac{130}{125} \cdot 4 = 4{,}16A$

**15. Helyes válasz: B**
Indoklás:
$I = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{6r} = 2A$
$P_R = I^2R = I^2 \cdot 5r = 4 \cdot 2{,}5 = 10W = 10^{J}/_{s}$

**16. Helyes válasz: A**
Indoklás:
Adiabatikus átalakulásra:
$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} = \frac{T_1}{2}(8V_1)^{\gamma-1}$
$2 = 2^{3(\gamma-1)}$
$3(\gamma - 1) = 1$
$\gamma = \frac{4}{3}$
$C_p = \frac{\gamma R}{\gamma-1}$
$C_p = 4R$

**17. Helyes válasz: C**
Indoklás:
$Q = \nu C_p\Delta T = \frac{\gamma}{\gamma-1}\nu R\Delta T$
$L = p\Delta V = \nu R\Delta T$
$Q = \frac{\gamma}{\gamma-1}L$
$L = \frac{\gamma-1}{\gamma}Q$

**18. Helyes válasz: D**

Indoklás:

A rövidre zárt generátoron átfolyó áram erőssége:

$I_r = \frac{E}{r}$

Terhelés esetén a külső áramkörnek leadott teljesítmény maximális, ha $R = r$.

Ebben az esetben

$I = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{2r}$, a maximális külső teljesítmény pedig:

$P_{max} = I^2R = I^2r = \frac{E^2}{4r^2}r = \frac{E^2}{4r} = \frac{E}{4} \cdot \frac{E}{r} = \frac{E}{4} \cdot I_r$. Tehát:

$E = \frac{4P_{max}}{I_r}$

**19. Helyes válasz: C**

Indoklás:

$P_{össz} = U_1 I + I^2 R_2$

$I^2 R_2 + U_1 I - P_{össz} = 0$

$20I^2 + 60I - 200 = 0$

$I^2 + 3I - 10 = 0$

$I = 2A$

**20. Helyes válasz:**

**I.** **B**

**II.** **A**

**III.** **C**

**Megoldás:**

**I.**

$p_3 = p_0$

Az 1-3-as adiabatikus átalakulásra:

$2p_0V_0^\gamma = p_0V_3^\gamma$, innen $V_3 = V_0 \cdot 2^{\frac{1}{\gamma}}$

A 2-3-as izobár átalakulásra:

$\frac{2V_0}{T_0} = \frac{V_3}{T_3} = \frac{2^{\frac{1}{\gamma}}V_0}{T_3}$, innen$T_3 = T_0 \cdot \frac{2^{\frac{1}{\gamma}}}{2} = T_0 \cdot 2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

**II.**

$Q_{felvett} = Q_{12} = \nu RT_0 ln2 = 2p_0V_0 ln2$

$Q_{leadott} = Q_{23} = \nu C_p(T_3 - T_0) = \nu\frac{\gamma R}{\gamma-1}(T_3 - T_0) = \frac{\gamma}{\gamma-1}p_0(V_3 - 2V_0) = \frac{\gamma}{\gamma-1}p_0V_0\left(2^{\frac{1}{\gamma}} - 2\right)$

$\frac{Q_{23}}{Q_{12}} = \frac{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left(2^{\frac{1}{\gamma}}-2\right)}{2ln2} = \frac{3\left(2^{\frac{2}{3}}-2\right)}{2ln2} = \frac{3\left(\sqrt[3]{4}-2\right)}{2ln2} = -0{,}89288$

**III.**

$\eta = 1 + \frac{Q_{leadott}}{Q_{felvett}} = 1 - 0{,}89288 = 0{,}10712 = 10{,}712\%$

$\eta_C = 1 - \frac{T_3}{T_0} = 1 - 2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 1 - 2^{-\frac{0{,}5}{1{,}5}} = 1 - 2^{-\frac{1}{3}} = 1 - \frac{1}{2^{\frac{1}{3}}} = 0{,}20629 = 20{,}629\%$

$\frac{\eta_C}{\eta} = \frac{20{,}629}{10{,}712} = 1{,}9257$

**21. Helyes válasz**

**I.** **A**
**II.** **D**
**III.** **B**

**Megoldás:**

**I.** Jelöljük $R_x$-el az $R_0$ ellenállásnak azt a részértékét ameddig a csúszóérintkező be van húzva és $R_0 - R_x$-el a fennmaradó rész ellenállását, így az $R_x$ sorosan van kapcsolva az $R$ és $R_0 - R_x$ párhuzamos csoporttal. Mivel $U_R = U_0/2$, ezért $U_{Rx}$ is $U_0/2$-vel lesz egyenlő. Ebből következik:

$$R_0 - R_x = \frac{R_x R}{R_x + R}$$

$$R_0 R_x + R_0 R - R_x^2 - R_x R = R_x R$$

$$R_x^2 + R_x(2R - R_0) - R_0 R = 0$$

$$R_x^2 + 100R_x - 6 \cdot 10^4 = 0$$

$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{10^4 + 24 \cdot 10^4} = 500$$

$$R_{x_{12}} = \frac{-100 \pm 500}{2}$$

$R_{x_1} = 200\Omega$ jó megoldás, valamint: $R_{x_2} = -300\Omega$ nem elfogadható, mert $R_x > 0$

Tehát: $\frac{R_x}{R_0} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3}$ . A csúszóérintkező $R_0$ kétharmadáig van behúzva.

**II.** Az $R$ fogyasztó felvett teljesítménye és az összteljesítmény aránya:

$P_R = \frac{\frac{U_0^2}{4}}{R} = \frac{U_0^2}{4R}$ , valamint: $P_{össz} = \frac{U_0^2}{2(R_0 - R_x)}$

$$\frac{P_R}{P_{össz}} = \frac{2(R_0 - R_x)}{4R} = \frac{2 \cdot 100}{4 \cdot 200} = \frac{1}{4} = 25\%$$

**III.** Az összteljesítmény értékkészlete, ha $U_0 = 60V$:

$$P_{min} = \frac{U_0^2}{R_0} = \frac{3600}{300} = 12W, ha\ R_x = 0$$

$$P_{max} = \frac{U_0^2}{\frac{RR_0}{R+R_0}} = \frac{U_0^2}{RR_0}(R + R_0) = \frac{3600}{200 \cdot 300} \cdot 500 = 30W, ha\ R_x = R_0$$