Bolyai Farkas Országos Fizika Tantárgyverseny 2016
Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely

X. Osztály

Megoldások

1. **Helyes válasz: D**

Indoklás:
1. ha a testek anyaga megegyezik: $c_1 = c_2$
2. $C = mc$
3. $c = \frac{Q}{m\Delta T}$

2. **Helyes válasz: B**

Indoklás:
$p_1V_1 = p_3V_3$
de: $p_3 = p_2 = \frac{p_1}{3}$
Tehát: $V_3 = \frac{V_1}{3}$
$V_3 = \frac{V_1}{2}$ hibás!

3. **Helyes válasz: B**

Indoklás:
Termodinamika II. Főtétele a Clausius-féle megfogalmazásban.

4. **Helyes válasz: D**

Indoklás:
$R = \rho\frac{l}{S}$
$R' = \rho\frac{2l}{\frac{S}{2}} = 4\rho\frac{l}{S} = 4R$

5. **Helyes válasz: A**

Indoklás:
Az áramforrás sarkain a feszültség egyenlő a kapocsfeszültséggel.
$U = IR, U = 0,$ ha $R = 0$

6. **Helyes válasz: B**

Indoklás:
$v_T = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$
$v_T^2 = \frac{3RT}{\mu}$
$\Delta(v_T^2) = \frac{3R\Delta T}{\mu}$
$\mu = \frac{3R\Delta T}{\Delta(v_T^2)}, \mu = 28\frac{kg}{kmol}$

7. **Helyes válasz: A**

Indoklás:

Adiabatikus átalakulásra:

$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} = \frac{T_1}{2}(8V_1)^{\gamma-1}$

$2 = 2^{3(\gamma-1)}$

$3(\gamma-1) = 1$

$\gamma = \frac{4}{3}$

$C_p = \frac{\gamma R}{\gamma-1}$

$C_p = 4R$

8. **Helyes válasz: B**

Indoklás:

Kiterjedés során a gáz az adiabatával való érintési pontig hőt vesz fel.
A legnagyobb hőmérsékletet pedig az izotermával való érintési pontban éri el.

9. **Helyes válasz: D**

Indoklás:

$\eta_C = \frac{L}{Q_{fel}} = 1 + \frac{Q_{le}}{Q_{fel}} = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$

$\frac{Q_{le}}{L} = -\frac{1}{3}, L = -3Q_{le}$

$-3\frac{Q_{le}}{Q_{fel}} = 1 + \frac{Q_{le}}{Q_{fel}}$

$\frac{Q_{le}}{Q_{fel}} = -\frac{1}{4}$

$1 - \frac{1}{4} = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$

$\frac{T_{max}}{T_{min}} = 4$

10. **Helyes válasz: C**

Indoklás:

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

$\bar{\mu} = 32\frac{kg}{kmol}$

11. **Helyes válasz: D**

Indoklás:

$m = 8g; t_1 = 18°C;\ t_0 = 0°C;\ t_2 = -5°C;\ c_{víz} = 4{,}2\frac{J}{gK};\ c_{jég} = 2{,}1\frac{J}{gK};\ \lambda_{olv} = 334\frac{kJ}{kg}$

$|Q| = |mc_{víz}(t_0 - t_1)| + m\lambda_{olv} + |mc_{jég}(t_2 - t_0)|$

$|Q| = 3360{,}8J$

12. **Helyes válasz: D**

Indoklás:

Két pont között a feszültség egyenlő a részpotenciálkülönbségek algebrai összegével.

$U_{AB} = -IR - E - Ir = -E - I(R + r)$

13. Helyes válasz: A

Indoklás:

Az **A** és **B** pontok között egy $\frac{R}{4}$ és egy$\frac{3R}{4}$ értékű ellenállás van párhuzamosan kapcsolva.

$R_{AB} = \frac{\frac{R}{4} \cdot \frac{3R}{4}}{\frac{R}{4} + \frac{3R}{4}}$

$R_{AB} = \frac{3R}{16}$

14. Helyes válasz: B

Indoklás:

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{E}{r+R_1}}{\frac{E}{r+R_2}} = \frac{r+R_2}{r+R_1}$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{2+8}{2+3} = \frac{10}{5} = 2$

15. Helyes válasz: A

Indoklás:

$I_s = \frac{nE}{R+nr}$

$I_p = \frac{E}{R+\frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR+r}$

$\frac{nE}{R+nr} = \frac{nE}{nR+r}$

$nR + r = R + nr$

$(n-1)R = (n-1)r$

$R = r$

16. Helyes válasz: B

Indoklás:

Az üvegcső két részében található gáz a cső függőleges helyzetbe állítása során izoterm átalakuláson megy keresztül.

$p = \rho g h \frac{\left(\frac{l-h}{2} - \Delta l\right)\left(\frac{l-h}{2} + \Delta l\right)}{\Delta l (l-h)}$

$p = 0{,}51 \cdot 10^5 Pa$

17. Helyes válasz: A

Indoklás:

$T_2 = T_4 = \sqrt{T_1 T_3}$

$L = (p_2 - p_1)(V_4 - V_1) = p_2 V_4 - p_1 V_4 - p_2 V_1 + p_1 V_1$

$L = \nu R T_3 - \nu R T_4 - \nu R T_2 + \nu R T_1 = \nu R (T_3 - 2T_2 + T_1)$

$L = \nu R \left(T_3 - \sqrt{T_1 T_3} + T_1\right)$

$L = \nu R \left(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}\right)^2$

18. Helyes válasz: A
Indoklás:
A négyzet oldalait alkotó ellenállások hídkapcsolásban vannak. Mivel egyformák, a híd kiegyensúlyozott. Az **AB** irányra merőlegesen bekötött ellenállások kivehetők. Az így kapott hálózat egyenértékű az előbbivel. Tehát három $2R$ értékű ág lesz párhuzamosan kapcsolva.
$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$
$R_{AB} = \frac{2R}{3}$

19. Helyes válasz: D
Indoklás:
Az ellenállások párhuzamosan vannak kapcsolva.
Az ellenállásokra eső feszültség: $U = I_2R_2 = 6mV$
Az R_3 ellenálláson $I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{6}{15}mA = 0{,}4mA$ áram folyik.
Kirchhoff I. törvénye alapján: $I_1 = I - (I_2 + I_3) = 0{,}8 - (0{,}3 + 0{,}4) = 0{,}1mA$
$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{6}{0{,}1} = 60\Omega$

20. Helyes válasz:
I. **C**
II. **D**
III. **B**
Megoldás:
I. Legyen $p = 10^5Pa, V = 6 \cdot 10^{-4}m^3, és\ T = 293K$ a kezdeti állapot. A melegítés után a dugattyú elmozdul, a baloldali tartály térfogata $V_{1b} = V + \Delta V$, a jobboldalié pedig $V_{1j} = V - \Delta V$ lesz. Ekkor a baloldali gázra:

$$\frac{p_{1b}V_{1b}}{T_{1b}} = \frac{pV}{T}$$

$$p_{1b} = p \cdot \frac{V}{V_{1b}} \cdot \frac{T_{1b}}{T} = 10^5 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-4} + \Delta V} \cdot 1{,}273Pa$$

A jobboldali gáz hőmérséklete állandó, ezért:

$$pV = p_{1j}V_{1j}$$

$$p_{1j} = p\frac{V}{V_{1j}} = 10^5 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-4} - \Delta V}Pa$$

Mivel a dugattyú könnyen elmozdul, ezért e két nyomás egyenlő:

$$\frac{1{,}273}{6 \cdot 10^{-4} + \Delta V} = \frac{1}{6 \cdot 10^{-4} - \Delta V}$$

$$\Delta V = 6 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1{,}273 - 1}{1{,}273 + 1}m^3 = 7{,}21 \cdot 10^{-5}m^3$$

$$\Delta l = \frac{\Delta V}{A} = 3{,}6cm$$

II. A visszahűtés után a gázok térfogata nem változik: $V_{2b} = V_{1b} = 6{,}72 \cdot 10^{-4} m^3$ és $V_{2j} = V_{1j} = 5{,}28 \cdot 10^{-4} m^3$ marad. A kezdeti állapothoz képest a hőmérséklet nem változott, a nyomásokat a Boyle-Mariotte-törvényből lehet kiszámolni:

$$p_{2b} = p \cdot \frac{V}{V_{2b}} = 0{,}893 \cdot 10^5 Pa$$

$$p_{2j} = p \cdot \frac{V}{V_{2j}} = 1{,}137 \cdot 10^5 Pa$$

III. A dugattyúkra ható erő e két nyomás különbségéből adódik, mivel a külső légnyomásból adódó két erő egymással megegyező és ellentétes irányú. A keresett erő tehát

$$F = pA = (1{,}137 - 0{,}893) \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} N = 48{,}8 N$$

21. Helyes válasz:

I. **C**
II. **B**
III. **B**

Megoldás:

I. A voltmérő az R_1 ellenállással párhuzamosan van kapcsolva, mert az ideális vezetővel összekötött két csomópont összevonható. Az R_1 ellenálláson áthaladó áramerősség:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{9}{75} = 0{,}12 A$$

II. Az R_2 ellenálláson áthaladó áramerősség:

$$I_2 = \frac{U_{23}}{R_2} = \frac{I_1 R_{23}}{R_2}$$

ahol:

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_2} = \frac{40 \cdot 120}{40 + 120} = 30\Omega$$

Tehát:

$$I_2 = \frac{0{,}12 \cdot 30}{40} = 0{,}09 A$$

III. Az áramforrás elektromotoros feszültsége:

$$E = I_1 (r + R_4 + R_{23} + R_1)$$

$$E = 0{,}12 \cdot (5 + 90 + 30 + 75) = 0{,}12 \cdot 200 = 24 V$$