VERMES MIKLÓS Fizikaverseny
2024. március 12.
Megyei szakasz

X. osztály

JAVÍTÓKULCS

1. feladat – megoldás és javítókulcs (Kovács Zoltán)

		Pont
a)	$p_0V_1 = \nu RT_1$, $\nu = m/\mu = N/N_A$, $p_0V_1 = (m/\mu)\cdot RT_1$, $\boldsymbol{\rho} = m/V_1 = p_0\cdot\mu/R\cdot T_1 = 2\cdot10^5/8310\cdot300 \approx 0{,}08$ kg/m^3 $p_0V_1 = (N/N_A)\cdot RT_1$, $\boldsymbol{n} = N/V_1 = p_0\cdot N_A/RT_1 = 10^5\cdot6\cdot10^{26}/8310\cdot300 \approx 6\cdot10^{26}/25 = 2{,}4\cdot10^{25}$ 1/m^3	**3**
b)	$\boldsymbol{\rho/n} = \mu/N_A = m_0$, azaz egy H_2 molekula tömege: $\boldsymbol{m_0} = 2/6\cdot10^{26} = 3{,}33\cdot10^{-27}$ kg $\approx$ 2 u.	**1**
c)	$\boldsymbol{\nu} = p_0V_1/RT_1 = 10^5\cdot10^{-3}/8310\cdot300 \approx 0{,}04\cdot10^{-3} = 4\cdot10^{-5}$ kmol $\boldsymbol{m} = \mu\cdot p_0V_1/RT_1 = 2\cdot10^5\cdot10^{-3}/8310\cdot300 \approx (2/25)\cdot10^{-3}$ kg $= 0{,}08\cdot10^{-3}$ kg $= 0{,}08$ g	**2**
d)	$\boldsymbol{N} = \nu\cdot N_A = 4\cdot10^{-5}\cdot6\cdot10^{26} = 2{,}4\cdot10^{20}$ mivel $V_1 = N\cdot a^3$, ahonnan $\mathbf{a} = (10^{-3}/2{,}4\cdot10^{20})^{1/3} = (4{,}1\cdot10^{-24})^{1/3} = 1{,}6\cdot10^{-8}$ m.	**2**
e)	$p_1/T_1 = p_2/T_2$, ahonnan $p_2 = p_1T_2/T_1 = 10^5\ 600/300 = 2\cdot10^5$ Pa	**1**

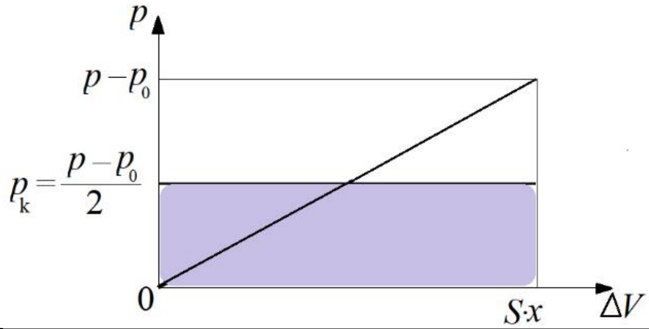
Összesen: **9 pont**

2. feladat – megoldás és javítókulcs (2.7.15. Hristev, A. – Kovács Z. kiegészítéseivel)

		Pont
a)	$Q_{termál} = Q_{fkád} + Q_{jég}$	**1**
	$m_t\cdot c_{víz}\cdot(t_{termál} - \theta) = C(\theta - t_1) + m_j\cdot c_j\cdot(t_0 - t_{jég}) + m_j\cdot\lambda_j + m_j\cdot c_v\cdot(\theta - t_0)$ és $m_t/\rho_v + m_j/\rho_j = V$	**3**
	$m_t\cdot4181\cdot(60 - 30) = 4\cdot10^5(30 - 20) + m_j\cdot2090\cdot(0 - (-20)) + m_j\cdot340000 + m_j\cdot4181\cdot(30 - 0)$ és $m_t/1000 + m_j/900 = 0{,}1$	**3**
	$125430\cdot m_t = 4\cdot10^6 + (41800 + 340000 + 125430)\cdot m_j$ azaz $125430\cdot m_t = 4\cdot10^6 + 507230\cdot m_j$	
	$m_t + 10\ m_j/9 = 100$. Behelyettesítve m_t-t a fenti egyenletbe, kapjuk:	
	$125430\cdot(100 - 10\cdot m_j/9\ ) = 4\cdot10^6 + 507230\cdot m_j$	
	$24{,}72842 - 0{,}27476\cdot m_j = 7{,}8859699 + m_j$	
	$m_j = 15{,}842451/1{,}2747603 = 12{,}427788$ kg	
	$m_t + 10\ m_j/9 = 100$ ebből $m_t = 100 - 13{,}808654 = 86{,}191346$ kg	
	$m_t + m_j = 98{,}619134$ kg	
b)	$\Delta m_t\cdot c_v(t_{termál} - \theta) = (C + \rho_v\cdot V\cdot c_v)(\theta - t_2)$	**2**
	$\Delta m_t\cdot4181\cdot(60 - 30) = (4\cdot10^5 + 1000\cdot4181\cdot0{,}1)(30 - 27)$	
	$\Delta m_t = 818100/41810 = 19{,}567$ kg (illetve 19,57 liter)	

Összesen: **9 pont**

3. feladat – megoldás és javítókulcs (FIRKA 2. 1991, Néda Árpád, Kovács Zoltán kiegészítéseivel)

I. útvonal	*II. útvonal*	**Pont**
Az alakváltoztató külső erő $F = k\cdot\Delta l$, ahonnan $k = F/\Delta l = 10/0{,}001 = 10^4$ N/m		
a) $p_0V_1 = \nu RT_1$ és $pV_2 = \nu RT_2$, $p = p_0 + k\cdot x/S$ ahonnan $x = S(p - p_0)/k$ és $V_2 = V_1 + S\cdot x$ $pV_2/p_0V_1 = T_2/T_1$ $p(V_1 + S\cdot x)/p_0V_1 = T_2/T_1$ $p(V_1 + S^2\cdot(p - p_0)/k)/p_0V_1 = T_2/T_1$ $pV_1 + S^2p^2/k - S^2pp_0/k = p_0V_1T_2/T_1$ $p\cdot10^{-3} + p^2\cdot10^{-4}/10^4 - p\cdot10^{-4}\cdot10^5/10^4 = 2\cdot10^5\cdot10^{-3}$ $p\cdot10^{-3} + p^2 10^{-8} - p\cdot10^{-3} = 2\cdot10^2$ $p^2 10^{-8} = 2\cdot10^2$ $p^2 = 2\cdot10^{10}$ $\boldsymbol{p} = \sqrt{2}\cdot10^5 = 1{,}4142\cdot10^5$ N/m^2	a) $p_0V_1 = \nu RT_1$ és $pV_2 = \nu RT_2$, $pV_2/p_0V_1 = T_2/T_1$ $p = p_0 + k\cdot x/S$ és $V_2 = V_1 + S\cdot x$ $(p_0 + k\cdot x/S)(V_1 + S\cdot x)/p_0V_1 = T_2/T_1$ $p_0V_1 + V_1\cdot k\cdot x/S + p_0S\cdot x + S\cdot k\cdot x^2/S = p_0V_1T_2/T_1$ $p_0V_1 + V_1\cdot k\cdot x/S + p_0S\cdot x + k\cdot x^2 = p_0V_1T_2/T_1$ $10^5 10^{-3} + 10^{-3}10^4x/10^{-2} + 10^5 10^{-2}x + 10^4x^2 =$ $= 10^5\cdot10^{-3}\cdot600/300$ $10^2 + 10^3x + 10^3x + 10^4x^2 = 2\cdot10^2$ $1 + 2\cdot10\cdot x + 10^2\cdot x^2 = 2$ $100x^2 + 20x - 1 = 0$ $\boldsymbol{x} = 0{,}041$ m = 4,1 cm. (a másik x érték negatív: –0,242 m)	**4**
b) $x = S\cdot(p - p_0)/k$ $\boldsymbol{x} = 10^{-2}(1{,}41\cdot10^5 - 10^5)/10^4 = 0{,}041$ m = 4,1 cm	b) $\boldsymbol{p} = p_0 + k\cdot x/S = 10^5 + 10^4\cdot0{,}041/10^{-2} =$ $(1 + 10\cdot x)\cdot10^5 = 1{,}41\cdot10^5$ N/m^2	**2**
c) $\boldsymbol{L}_{1\text{-}2} = k\cdot x^2/2 = 10^4\cdot0{,}04142^2/2 = 8{,}57$ J Ugyanerre az eredményre lehet jutni más úton is. Mivel a rugóra kifejtett erő az alakváltozással arányos, így a gáz túlnyomása is lineárisan növekszik az x elmozdulással. Ezért használhatjuk az izobár munka képletét, ahol a közepes túlnyomás a két szélsőérték számtani középarányosa: $\boldsymbol{L}_{1\text{-}2} = p_k\Delta V = (0 + (p - p_0))S\cdot x/2 = 0{,}4142\cdot10^5\cdot10^{-2}\cdot0{,}04142/2 = 0{,}4142^2\cdot10^2/2 =$ 8,58 J. Vagy $L = p_k\Delta V = (0 + (p - p_0))S\cdot x/2 = (p - p_0)^2S^2/2k = 0{,}4142^2\cdot10^{10}10^{-4}/2\cdot10^4 = 8{,}58$ J. $\boldsymbol{Q}_{1\text{-}2} = \Delta U_{1\text{-}2} + L_{1\text{-}2} = \nu\cdot C_v(T_2 - T_1) + L_{1\text{-}2} = 4\cdot10^{-5}\ 2{,}5\cdot8310\cdot300 + 8{,}58 = 249{,}3 + 8{,}58 = 33{,}51$ J		**2**
d) 		**1**

Összesen: **9 pont**

Hivatalból: **3 pont**

Munkaidő: **2 óra**