

Tökéletes és reális gázok

F1. Egy $-5,0\text{ }^\circ\text{C}$ -os téli napon egy autógumiban a nyomást 250 kPa értékre állították be. Mennyi lesz a nyomás egy $35,0\text{ }^\circ\text{C}$ -os nyári napon? Tegyük fel, hogy az autógumi nem ereszt és térfogata nem változik.

$$T_1 = 268,15\text{ K}$$

$$p_1 = 250\text{ kPa}$$

$$T_2 = 308,15\text{ K}$$

$$p_2 = ?$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{Gay-Lussac-törvény}$$

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \underline{\underline{287,29\text{ kPa}}}$$

Gay-Lussac II. (vagy Charles-törvény):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Boyle-Mariotte törvény:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

- F2. Egy vastag falú, 150 cm^3 térfogatú kémcsőbe 293 K hőmérsékleten és 100 kPa nyomáson acetont töltünk. A kémcsövet lezárjuk, majd 623 K hőmérsékletre melegítjük. Maximum hány gramm acetont tölthetünk bele, ha a nyomás legfeljebb $5,00 \text{ MPa}$ értéket érhet el? A kémcsőben lévő levegőtől tekintünk el.

$$V = 150 \text{ cm}^3 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$p = 5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$T = 623 \text{ K}$$

$$pV = nRT \implies n = \frac{pV}{RT} = 0,144798 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{CH}_3)_2\text{CO}} = 58 \text{ g/mol}$$

$$m = n \cdot M = \underline{\underline{8,398 \text{ g}}}$$

A 293 K ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) hőmérséklet és 100 kPa (1 bar) nyomás alapján betöltéskor az acetan még folyadék, azaz térfogata elhanyagolható a gázhöz képest.

F3. Egy $22,4 \text{ dm}^3$ térfogatú edényben $273,15 \text{ K}$ -en $2,00 \text{ mol}$ hidrogén és $1,00 \text{ mol}$ nitrogén van. Számítsa ki az egyes komponensek móltörtjét, parciális nyomását és a teljes nyomást.

$$V = 22,4 \text{ liter} = 0,0224 \text{ m}^3$$

$$T = 273,15 \text{ K}$$

$$n_{\text{H}_2} = 2,0 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}_2} = 1,0 \text{ mol}$$

$$n_{\text{összes}} = 3,0 \text{ mol}$$

$$X_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{összes}}} = \frac{2}{3} = \underline{0,6} (=66,6\%)$$

$$X_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{összes}}} = \frac{1}{3} = \underline{0,3} (=33,3\%)$$

$$X_{\text{H}_2} + X_{\text{N}_2} = 1,000$$

$$p = \frac{nRT}{V} = 304147,6 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{H}_2} = X_{\text{H}_2} \cdot p = \underline{\underline{202765 \text{ Pa}}} (\approx 2 \text{ atm})$$

$$p_{\text{N}_2} = X_{\text{N}_2} \cdot p = \underline{\underline{101382 \text{ Pa}}} (\approx 1 \text{ atm})$$

Másik megoldási lehetőség a következőt kapnivalja fel:

gázok normál állapotában $T = 0^\circ\text{C} (273,15 \text{ K})$

$$p = 1 \text{ atm} (101325 \text{ Pa})$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3 / \text{mol}$$

p_{N_2} emiatt pont 1 atm , p_{H_2} pedig 2 atm .

F4. Számítsa ki 1,00 mol 273,15 K hőmérsékletű és 22,414 dm³ térfogatú etán által kifejtett nyomást

a) tökéletes gázként, illetve

b) van der Waals gázként ($a = 5,489 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$, $b = 0,0638 \text{ L mol}^{-1}$), és adja meg az etán kritikus állapotjelzőit.

$$n = 1 \text{ mol}$$

$$T = 273,15 \text{ K}$$

$$V = 22,414 \text{ dm}^3 = 0,022414 \text{ m}^3$$

$$a) \quad p = \frac{nRT}{V} = \underline{\underline{101319 \text{ Pa} \approx 1 \text{ atm}}}$$

Másik megoldás: mint F3-nal.

$$b) \quad \left(p + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT \quad \text{vagy} \quad \left(p + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

$$a = 5,489 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2} = 556172,925 \text{ L}^2 \text{ Pa mol}^{-2} = 0,556172925 \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$$

$$b = 0,0638 \text{ L/mol} = 6,38 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$$

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{an^2}{V^2} = \underline{\underline{100501,39 \text{ Pa} = 0,99187 \text{ atm}}}$$

Kritikus állapotjelző meghatározása: A kritikus pontban

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right) = 0 & \rightarrow p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2} \\ \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2} \right) = 0 & \rightarrow -\frac{RT}{(V_m - b)^2} + \frac{2a}{V_m^3} = 0 \\ & \rightarrow \frac{2RT}{(V_m - b)^3} - \frac{6a}{V_m^4} = 0 \end{aligned}$$

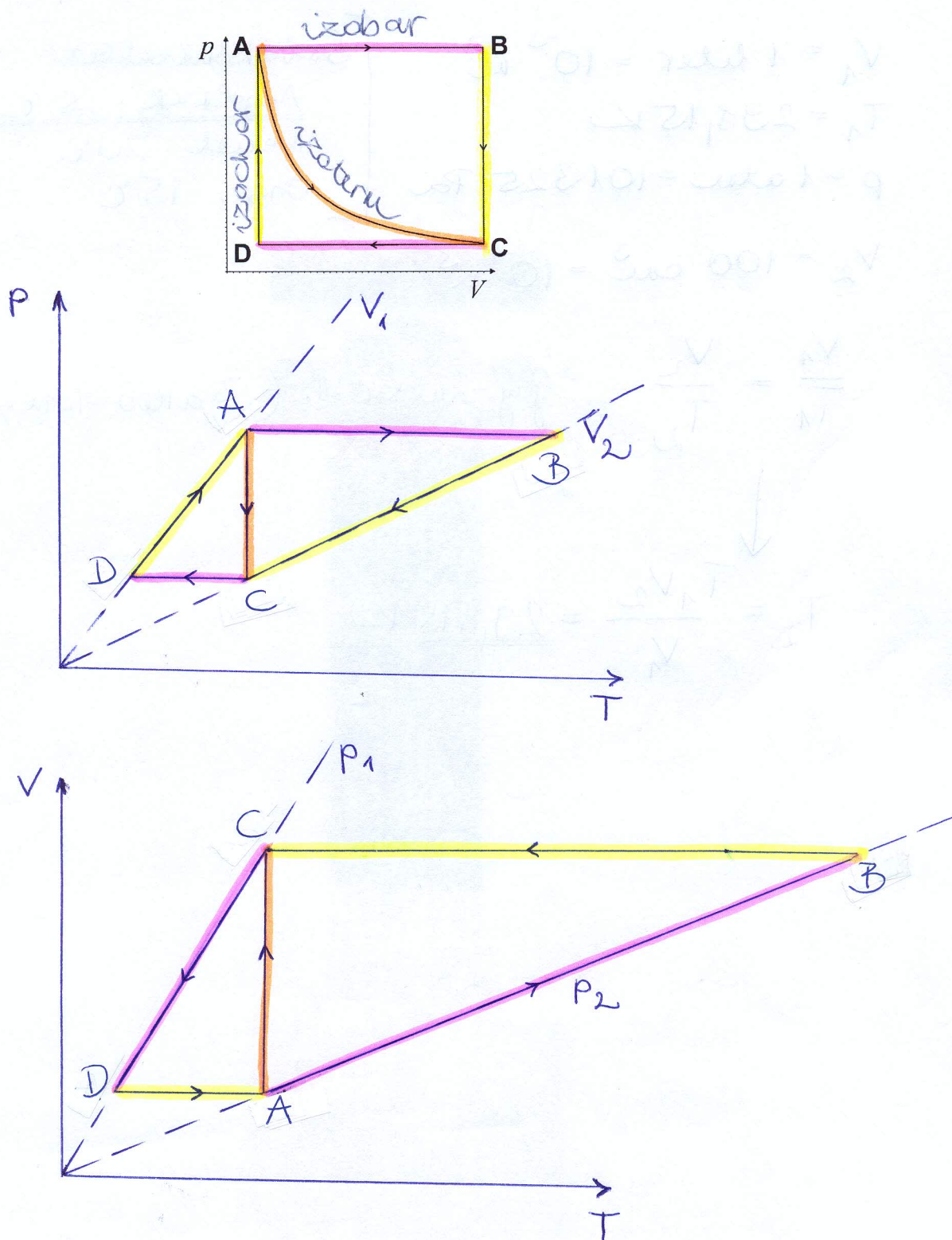
Ezekből az egyenletekből a kritikus állapotjelzők kifejezhetők. (Kézd: F16 feladattal.)

$$V_{m,kr} = 3b = \underline{\underline{1,914 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,1914 \text{ liter}}}$$

$$T_{kr} = \frac{8a}{27b^2} = \underline{\underline{310,67 \text{ K} = 37,52 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$p_{kr} = \frac{a}{27b^2} = \underline{\underline{5060631,6 \text{ Pa} = 5,061 \text{ MPa}}}$$

F5. Az alábbi $p - V$ diagramon adott állapotváltozásokat ábrázolja $p - T$ és $V - T$ diagramokban.
 (Az AC görbe izoterm állapotváltozást jelöl.)



F6. Milyen hőmérsékletre kell 1,00 liter, szobahőmérsékletű levegőt állandó 1,00 atm nyomáson lehűteni, hogy térfogata 100 cm^3 -re csökkenjen?

$$V_1 = 1 \text{ liter} = 10^{-3} \text{ m}^3$$
$$T_1 = 298,15 \text{ K}$$
$$p = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Szobahőmérséklet:} \\ \text{Angolok: } 25^\circ\text{C} \\ \text{Német: } 20^\circ\text{C} \\ \text{Orosz: } 15^\circ\text{C} \end{array} \right]$$

$$V_2 = 100 \text{ cm}^3 = 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Gay-Lussac II. (Charles-törvény)

$$\downarrow$$
$$T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1} = \underline{\underline{29,815 \text{ K}}}$$

F7. Egy levegőminta térfogata $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on és $1,00\text{ atm}$ nyomáson $1,00\text{ liter}$. Milyen nyomás szükséges ahhoz, hogy ezen a hőmérsékleten a térfogata 100 cm^3 legyen?

$$T = 298,15\text{ K}$$

$$p_1 = 101325\text{ Pa} = 1\text{ atm}$$

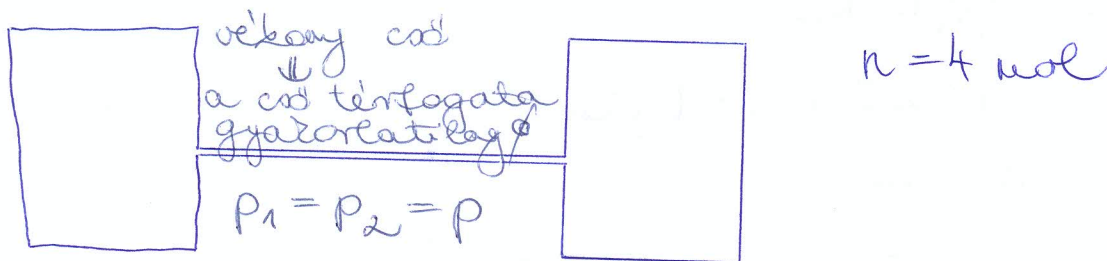
$$V_1 = 10^{-3}\text{ m}^3$$

$$V_2 = 10^{-4}\text{ m}^3$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \text{Boyle-Mariotte törvény}$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \underline{\underline{10\text{ atm}}}$$

- F8. Két, egyenként $50,0 \text{ dm}^3$ térfogatú edényünk van. A két edényt vékony cső köti össze. Az egyik edényt 100°C -on, a másikat 0°C -on tartjuk. Összesen $4,00 \text{ mol}$ gázt engedünk az edényekbe. Milyen közös nyomás alakul ki az edényekben?



$$V_1 = 50 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 = V = V_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$T_1 = 100^\circ\text{C} = 373,15 \text{ K}$$

$$T_2 = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$n_1 = \frac{pV}{RT_1}$$

$$n_2 = \frac{pV}{RT_2}$$

$$n_1 + n_2 = n \Rightarrow \frac{pV}{RT_1} + \frac{pV}{RT_2} = 4$$

$$pVR(T_1 + T_2) = 4R^2 T_1 T_2$$

$$p = \frac{4RT_1 T_2}{V(T_1 + T_2)} = \underline{\underline{104894 \text{ Pa} = 1,035 \text{ atm}}}$$

Nem jó, ha úgy gondolnánk, miszt $V_{\text{össz}} = 100 \text{ dm}^3$ lenne, a hőmérséklet pedig a két \bar{t} átlaga (50°C , $323,15 \text{ K}$), ugyanis a két térben nem egyarányos molekulák van. Ha az átlaghőmérséklettel akarunk dolgozni, akkor a molekulák száma kénti súlyozott átlagot kell kiszámolni. Mivel a hidegebb térben több molekula van, ez a hőmérséklet nagyobb súlyú ként, azaz a súlyozott átlaghőmérséklet valószínűleg 50°C alatt kell hogy legyen ($42,26^\circ\text{C}$, $315,41 \text{ K}$).

F9. Tegyük fel, hogy Blaise Pascal tömege 65 kg volt. Számítsa ki azt a nyomást, amit 250 cm² felületű csizmában, illetve 2,0 cm² élfelületű korcsolyában fejtett ki a talajra, illetve a jégre.

$$p = \frac{F(\text{erő})}{A(\text{felület})} = \frac{m \cdot g}{A} \quad g = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

$$A_1 = 250 \text{ cm}^2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$p_1 = \frac{65 \cdot 9,80665}{2,5 \cdot 10^{-2}} = 25497 \text{ Pa} = \underline{\underline{25,5 \text{ kPa}}}$$

$$A_2 = 2 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$p_2 = \frac{65 \cdot 9,80665}{2 \cdot 10^{-4}} = 3,187 \cdot 10^6 \text{ Pa} = \underline{\underline{3,187 \text{ MPa}}}$$

F10. Mekkora nyomáskülönbséget kell létrehozni egy 15 cm hosszú függőleges helyzetű szívószál alkalmazásával azért, hogy egy vízhez hasonló ($1,0 \text{ g cm}^{-3}$) sűrűségű folyadékot megihassunk?

$$V_{\text{foly.}} = A \cdot h = A \cdot 0,15 \text{ m}$$

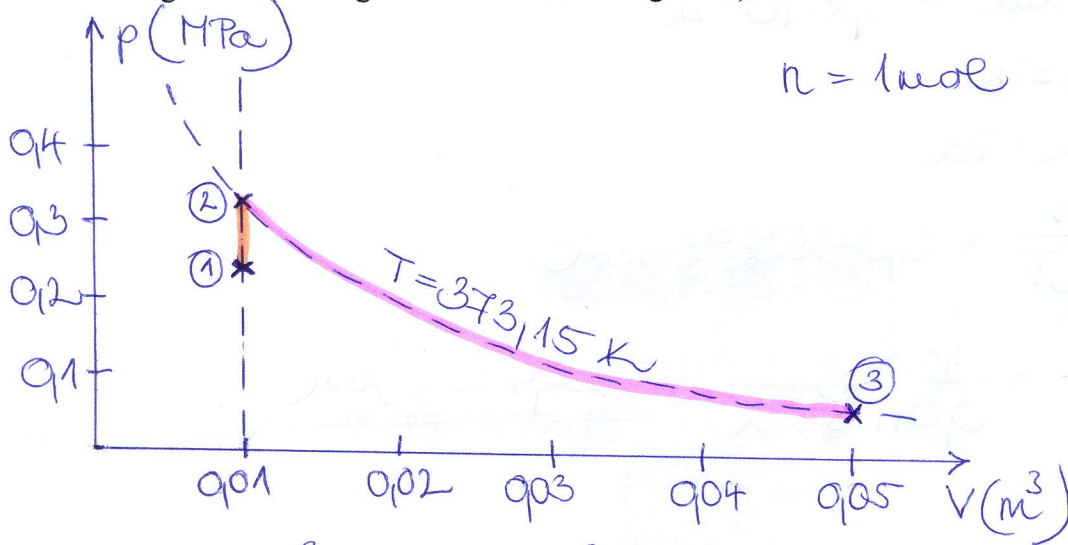
m^2 -ben van megadva (SI)

$$m = \rho \cdot V = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,15 \text{ A} = (150 \text{ A}) \text{ kg}$$

$$F = m \cdot g = 150 \text{ A} \cdot 9,80665 = (1470,9975 \text{ A}) \text{ N}$$

$$p = \frac{F}{A} = \underline{\underline{1470,9975 \text{ Pa} = 1471 \text{ hPa}}}$$

F11. 1,00 mol, 10,0 dm³ térfogatú és 25,0 °C hőmérsékletű oxigéngázt állandó térfogaton 100,0 °C-ra melegítünk, majd térfogatát izoterm körülmények között 50,0 dm³-re növeljük. Számítsa ki a hiányzó nyomásokat, és ábrázolja az egyes lépéseket egy ~~V-p~~ $p-V$ diagramon (az oxigént tekintse tökéletes gáznak).



$$V_1 = 10 \text{ dm}^3 = 0,010 \text{ m}^3$$

$$T_1 = 25 \text{ °C} = 298,15 \text{ K}$$

$$p_1 = \frac{nRT_1}{V_1} = 247882 \text{ Pa} = \underline{\underline{0,248 \text{ MPa}}}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{Gay-Lussac I.}$$

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{0,248 \text{ MPa} \cdot 373,15 \text{ K}}{298,15 \text{ K}} = \underline{\underline{0,310 \text{ MPa}}}$$

$$p_2 V_2 = p_3 V_3 \quad \text{Boyle-Mariotte}$$

$$p_3 = \frac{p_2 V_2}{V_3} = \frac{0,310 \text{ MPa} \cdot 10 \text{ dm}^3}{50 \text{ dm}^3} = \underline{\underline{0,062 \text{ MPa}}}$$

F12. Mennyi annak a vegyületnek a relatív molekulatömege, melynek 1,42 g-ját gőzzé alakítva $0,38 \text{ dm}^3$ $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -os és $94,7 \text{ kPa}$ nyomású gázt kapunk?

$$V = 0,38 \text{ dm}^3 = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 373,15 \text{ K}$$

$$p = 94700 \text{ Pa}$$

$$n = \frac{pV}{RT} = 0,0115995 \text{ mol}$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{1,42 \text{ g}}{0,0116 \text{ mol}} = \underline{\underline{12242 \text{ g/mol}}}$$

F13. Egy meteorológiai léggömb sugara 1,0 m, amikor a tengerszinten (1,0 atm, 20,0 °C) felbocsátják. Sugara 3,0 m-re nő meg, amikor eléri a maximális magasságot, ahol a hőmérséklet -20,0 °C. Mekkora a léggömbben a nyomás ezen a magasságon?

$$\frac{pV}{T} = \text{állandó}$$

gömb térfogata: $V = \frac{4}{3} r^3 \pi$

$$\frac{pr^3}{T} = \text{állandó}$$

$$T_1 = 293,15 \text{ K}$$

$$T_2 = 253,15 \text{ K}$$

$$\frac{p_1 r_1^3}{T_1} = \frac{p_2 r_2^3}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{p_1 r_1^3 T_2}{T_1 r_2^3} = \underline{\underline{0,03198 \text{ atm}}}$$

Ha a p_1 értéket atm-ban adjuk be, akkor p_2 -t is atm-ban kapjuk. A hőmérsékletet viszont át kell váltani K-re!

F14. A száraz levegő tengerszinten közelítőleg a következő tömegszázalékos összetételű: nitrogén ($M = 28 \text{ g mol}^{-1}$) 75,5 %; oxigén ($M = 32 \text{ g mol}^{-1}$) 23,2 %; argon ($M = 40 \text{ g mol}^{-1}$) 1,3 %. Mekkora a komponensek móltörtje és parciális nyomása 1,0 atm teljes nyomáson?

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ g levegő} : 75,5 \text{ g N}_2 \xrightarrow{M=28} 2,69643 \text{ mol N}_2 \\
 \quad \quad \quad 23,2 \text{ g O}_2 \xrightarrow{M=32} 0,725 \text{ mol O}_2 \\
 \quad \quad \quad 1,3 \text{ g Ar} \xrightarrow{M=40} 0,0325 \text{ mol Ar} \\
 \hline
 n_{\text{összes}} = 3,45393 \text{ mol}
 \end{array}$$

$$X_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{összes}}} = \underline{\underline{0,7807}}$$

$$X_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{összes}}} = \underline{\underline{0,2099}}$$

$$X_{\text{Ar}} = \frac{n_{\text{Ar}}}{n_{\text{összes}}} = \underline{\underline{0,0094}}$$

$$p_{\text{N}_2} = X_{\text{N}_2} \cdot p = \underline{\underline{0,7807 \text{ atm}}}$$

$$p_{\text{O}_2} = \underline{\underline{0,2099 \text{ atm}}}$$

$$p_{\text{Ar}} = \underline{\underline{0,0094 \text{ atm}}}$$

F15. Egy 30,0 literes acélpalackban 7,8 kg acetilén van. Az acetilén van der Waals-állandói a következők: $a = 0,4427 \text{ N m}^4 \text{ mol}^{-2}$ és $b = 5,12 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$. Milyen hőmérsékletig szabad a palackot melegíteni, ha az 20,0 MPa nyomásra van hitelesítve?

$$V = 30 \text{ liter} = 30 \text{ dm}^3 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$M_{\text{C}_2\text{H}_2} = 26 \text{ g/mol}$$

$$m = 7,8 \text{ kg} = 7800 \text{ g} \quad (\text{a kg az SI, nem a g!})$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{7800 \text{ g}}{26 \text{ g/mol}} = 300 \text{ mol}$$

$$p = 2 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

$$T = \frac{\left(p + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb)}{nR} = \underline{\underline{377,24 \text{ K} = 104,09 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

F16. Számítsa ki azon gáz kritikus állapotjelzőit, amelynek van der Waals-állandói a következők: $a = 0,751 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$, $b = 0,0226 \text{ L mol}^{-1}$.

$$a = 0,751 \text{ dm}^6 \text{ atm mol}^{-2} = 0,07609505 \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$$

$$b = 0,0226 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 2,26 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2} \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right) = 0 \longrightarrow -\frac{RT}{(V_m - b)^2} + \frac{2a}{V_m^3} = 0 \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right) = 0 \longrightarrow \frac{2RT}{(V_m - b)^3} - \frac{6a}{V_m^4} = 0 \quad (3)$$

$$(2) \quad RT V_m^3 = 2a (V_m - b)^2$$

$$(3) \quad 2RT V_m^4 = 3a (V_m - b)^3$$

$$\frac{(3)}{(2)}: \quad V_m = \frac{3}{2} (V_m - b) = 1,5 V_m - 1,5 b$$

$$0,5 V_m = 1,5 b$$

$$\boxed{V_{m,c} = 3b} \quad V_c = 3b = 6,78 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol} = \underline{\underline{67,8 \text{ cm}^3/\text{mol}}}$$

$$(2) - \text{bdl}: \quad RT(3b)^3 = 2a(3b - b)^2$$

$$RT 27b^3 = 2a 4b^2$$

$$\boxed{T_c = \frac{8a}{27bR}} = \underline{\underline{120,0 \text{ K} = -153,15^\circ \text{C}}}$$

(1) - bdl:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2} = \frac{R \cdot \frac{8a}{27bR}}{3b - b} - \frac{a}{9b^2} = \frac{4a}{27b^2} - \frac{a}{9b^2}$$

$$\boxed{p_c = \frac{a}{27b^2}} = \underline{\underline{5,5179 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 5518 \text{ MPa}}}$$

F17. Egy gáz móltérfogata 250 K-en és 15 atm nyomáson 12 %-al kisebb a tökéletes gáz állapotegyenlete alapján számolhatónál. Számítsa ki ilyen körülmények között a gáz kompresszibilitási tényezőjét, valamint móltérfogatát. Melyek a meghatározóak a mintában: a vonzó- vagy a taszítóerők?

$$T = 250 \text{ K}$$

$$p = 15 \text{ atm} = 1519875 \text{ Pa}$$

$$pV_m = 2T$$

$$V_m = \frac{2T}{p} = 1,367546 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad \leftarrow 100\%$$

$$\underline{\underline{1,203441 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}} \quad \leftarrow 88\% (100-12)$$

$$Z = \frac{pV_m}{2T} = \underline{\underline{0,88}}$$

$Z < 1$, tehát a vonzóerők dominálnak.

F18. 300 K-en és 20 atm nyomáson egy gáz kompresszibilitási tényezője 0,86. Számítsa ki, hogy mekkora térfogatot foglal el 8,2 mmol gáz az adott körülmények között, és adjon becslést a második viriálegyütthető (B) értékére.

$$T = 300 \text{ K}$$

$$p = 20 \text{ atm} = 2026500 \text{ Pa}$$

$$z = 0,86$$

$$V_m = \frac{RT}{p} = 1231 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ — 100\%}$$

$$1,058481 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \leftarrow 86\%$$

$$1 \text{ mol gáz} - 1,058481 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$8,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \rightarrow 8,6795 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = \underline{\underline{8,6795 \text{ cm}^3}}$$

$$z = 1 + \frac{B}{V_m}$$

$$0,86 = 1 + \frac{B}{1,058481 \text{ liter/mol}}$$

$$-0,14 = \frac{B}{1,058481 \text{ liter/mol}}$$

$$\underline{\underline{B \approx -0,14819 \text{ liter/mol}}}$$

F19. Az argon móltérfogata 10,0 atm nyomáson és 280 K hőmérsékleten 17,2 L mol⁻¹. Milyen nyomás és hőmérséklet mellett lenne a nitrogéngáz megfelelő állapotban?

	p_c /atm	V_c /(cm ³ mol ⁻¹)	T_c /K
Ar	48,0	75,3	150,7
N ₂	33,5	90,1	126,3

$$\text{Ar} : p_c/p = \frac{48 \text{ atm}}{10 \text{ atm}} = 4,8$$

$$\text{N}_2 : \frac{p_c}{p} = \frac{33,5 \text{ atm}}{p} = 4,8$$

$$p = \frac{33,5 \text{ atm}}{4,8} = \underline{\underline{6,979 \text{ atm}}}$$

$$\text{Ar} : \frac{T_c}{T} = \frac{150,7 \text{ K}}{280 \text{ K}} = 0,538$$

$$\text{N}_2 : \frac{T_c}{T} = \frac{126,3 \text{ K}}{T} = 0,538$$

$$T = \frac{126,3 \text{ K}}{0,538} = \underline{\underline{234,66 \text{ K}}}$$

Önellenőrző (igaz/hamis) tesztkérdések

- T1. A nyomás SI egysége az atmoszféra (atm), amely az 1 m^2 felületre ható nyomóerőt (N) adja meg. *h*
- T2. A standard nyomás értéke 1 bar, s ez egyenlő 10^5 Pa nyomással. *i*
- T3. A $pV = nRT$ állapotegyenletet általános gáztörvénynek is nevezzük, mert valamennyi gázra, minden körülmények között érvényes. *h*
- T4. A tökéletes gázok $pV = nRT$ állapotegyenlete határtörvény abban az értelemben, hogy minden gázra igaz, ha a nyomás nullához tart. *i*
- T5. Egy komponens parciális nyomása azzal a nyomással egyenlő, amelyet a komponens akkor fejtene ki, ha ugyanazon hőmérsékleten egyedül töltene ki a rendelkezésre álló teret. *i*
- T6. Az átlagos moláris tömeg a komponensek moláris tömegének mértani közepe. *h*
- T7. Gázok elegyében egy adott gáz parciális nyomását megadhatjuk, mint móltörtje és a teljes nyomás szorzatát. *i*
- T8. A Dalton-törvény szerint ugyanazon hőmérsékleten és nyomáson a különböző gázok azonos térfogataiban azonos számú molekula van. *h*
- T9. A $pV_m = RT(1 + B/V_m + C/V_m^2 + \dots)$ egyenletet a reális gázok van der Waals-féle állapotegyenletének nevezzük. *h*
- T10. A van der Waals-féle állapotegyenletben szereplő b konstans a gáz ún. „belső nyomásával” arányos mennyiség. *h*
- T11. Ha adott körülmények között egy gáz kompresszibilitási tényezője $Z > 1$, az azt jelenti, hogy a gázt könnyebb összenyomni, mint a tökéletes gázt. *h*
- T12. Reális gáznak nevezzük azt a gázt, amelynek állapotváltozása pontosan leírható a van der Waals-féle egyenlettel. *h*
- T13. A van der Waals-féle állapotegyenletben szereplő b állandó (m^3/mol) a gázcsepp által elfoglalt „saját térfogat” értékét adja meg. *i*
- T14. Kritikus hőmérséklet fölött a gáz csak összenyomással nem cseppfolyósítható. *i*
- T15. A kritikus állapotban a kompresszibilitási tényező értéke $Z_c = 1$, s ez megegyezik a tökéletes gáz összenyomhatóságával. *h*
- T16. A redukált állapotjelzőket az aktuális változó és a megfelelő kritikus állapotjelző hányadosaként definiáljuk. *i*
- T17. A megfelelő állapotok tétele szerint, ha két reális gáz bármely két redukált állapotjelzője megegyezik, akkor a harmadik redukált állapotjelzőjük is szükségképpen azonos. *i*