

b Isòbar vol dir P constant. Per tant, s'hi pot aplicar la llei de Charles.

$$n = \text{ct.}$$

$$P = 1,05 \text{ atm} = \text{ct.}$$

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

$$V_1 = 400 \text{ mL}$$

$$V_2 = 1,5 \text{ L} = 1500 \text{ mL}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{400 \text{ mL}}{300 \text{ K}} = \frac{1500 \text{ mL}}{T_2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{300 \text{ K} \cdot 1500 \text{ mL}}{400 \text{ mL}} = T_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow T_2 = 1125 \text{ K} = (1125 - 273)^\circ\text{C} \rightarrow T_2 = 852^\circ\text{C}$$

20 a $M = ?$

$$P = 3 \text{ atm}$$

$$T = 27^\circ\text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$\rho = 5,416 \text{ g L}^{-1}$$

$$\rho = \frac{PM}{RT} \rightarrow 5,416 \text{ g L}^{-1} = \frac{3 \text{ atm} \cdot M}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{5,416 \text{ g L}^{-1} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{3 \text{ atm}} = M$$

$$M = 44,41 \text{ g mol}^{-1}$$

b El volum molar és el volum d'un mol.

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 3 \text{ atm} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow V = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{3 \text{ atm}} \rightarrow V = 8,2 \text{ L}$$

c El volum molar en condicions normals de pressió i temperatura ($P = 1 \text{ atm}$, $T = 273 \text{ K}$) és $22,4 \text{ L}$, ja que:

$$PV = nRT \rightarrow 1 \text{ atm} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow V = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} \rightarrow V = 22,39 \text{ L}$$

d El volum molar en condicions estàndard de pressió i temperatura és $22,7 \text{ L}$, ja que:

$$P = 1 \text{ bar} \cdot \frac{10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101325 \text{ Pa}} = 0,9869 \text{ atm}$$

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

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 0,9869 \text{ atm} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow V = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}}{0,9869 \text{ atm}} \rightarrow V = 22,68 \text{ L}$$

21 a $V_1 = 15 \text{ cm}^3$

$$V_2 = ?$$

$$V_3 = 15 \text{ cm}^3$$

$$P_1 = 0,6 \text{ atm}$$

$$P_2 = 1,4 \text{ atm}$$

$$P_3 = P_2 = 1,4 \text{ atm}$$

$$T_1 = 10^\circ\text{C} = (10 + 273) \text{ K} = 283 \text{ K}$$

$$T_2 = T_1 = 283 \text{ K}$$

$$T_3 = ?$$

El primer canvi té lloc a T constant, per això s'hi pot aplicar la llei de Boyle-Mariotte:

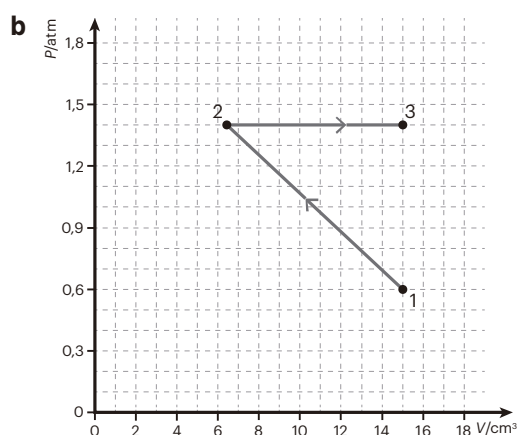
$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \rightarrow 15 \text{ cm}^3 \cdot 0,6 \text{ atm} = V_2 \cdot 1,4 \text{ atm} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{15 \text{ cm}^3 \cdot 0,6 \text{ atm}}{1,4 \text{ atm}} = V_2 \rightarrow V_2 = 6,43 \text{ cm}^3$$

El segon canvi té lloc a P constant, per això s'hi pot aplicar la llei de Charles:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \rightarrow \frac{6,43 \text{ cm}^3}{283 \text{ K}} = \frac{15 \text{ cm}^3}{T_3} \rightarrow \frac{283 \text{ K} \cdot 15 \text{ cm}^3}{6,43 \text{ cm}^3} = T_3 \rightarrow$$

$$\rightarrow T_3 = 660,19 \text{ K} = (660,19 - 273)^\circ\text{C} \rightarrow T_3 = 387,19^\circ\text{C}$$



$$22 \text{ a } V = 6,25 \text{ L aire} \cdot \frac{21 \text{ L O}_2}{100 \text{ L aire}} = 1,31 \text{ L O}_2$$

$$P = 2,5 \text{ atm}$$

$$T = 25^\circ\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$n = ? \text{ de O}_2$$

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 2,5 \text{ atm} \cdot 1,31 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{2,5 \text{ atm} \cdot 1,31 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}} = n \rightarrow n = 0,134 \text{ mol O}_2$$

$$b \text{ } T = 35^\circ\text{C} = (35 + 273) \text{ K} = 308 \text{ K}$$

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 2,5 \text{ atm} \cdot 6,25 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{2,5 \text{ atm} \cdot 6,25 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}} = n \rightarrow n = 0,639 \text{ mol}$$

Inicialment hi ha 0,639 mol d'aire.

Observa que el percentatge de O₂ que conté l'aire en volum i en mol coincideix, ja que:

$$\begin{aligned} \frac{0,134 \text{ mol O}_2}{0,639 \text{ mol aire}} &= \frac{x}{100 \text{ mol aire}} \rightarrow \\ \rightarrow \frac{0,134 \text{ mol O}_2 \cdot 100 \text{ mol aire}}{0,639 \text{ mol aire}} &= x \rightarrow \\ \rightarrow x = 20,97 \approx 21 \text{ mol O}_2 \end{aligned}$$

En 100 mol d'aire hi ha 21 mol de O₂. És a dir, l'aire conté un 21% de O₂ en mol.

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow P \cdot 6,25 \text{ L} = 0,639 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 308 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P = \frac{0,639 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 308 \text{ K}}{6,25 \text{ L}} \rightarrow P = 2,58 \text{ atm}$$

$P = 2,58 \text{ atm}$ és la pressió a 35 °C.

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 2,5 \text{ atm} \cdot 6,25 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 308 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{2,5 \text{ atm} \cdot 6,25 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 308 \text{ K}} = n \rightarrow n = 0,619 \text{ mol aire}$$

Si la pressió és de 2,5 atm, dins del pneumàtic hi ha d'haver 0,619 mol d'aire.

$0,639 \text{ mol} - 0,619 \text{ mol} = 0,02 \text{ mol}$ d'aire s'han de treure del pneumàtic.

$$23 \text{ } V = 3 \text{ L}$$

$$m = 9,63 \text{ g}$$

$$T = 20^\circ\text{C} = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

$$P = 700 \text{ Torr} \cdot \frac{1 \text{ mm Hg}}{1 \text{ Torr}} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,92 \text{ atm}$$

$$M = \frac{mRT}{PV} \rightarrow M = \frac{9,63 \text{ g} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 293 \text{ K}}{0,92 \text{ atm} \cdot 3 \text{ L}} \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 83,8 \text{ g mol}^{-1}$$

Buscant a la taula periòdica es veu que es tracta del criptó, Kr.

$$24 \text{ } m = 17 \text{ g}$$

$$T_1 = 100^\circ\text{C} = (100 + 273) \text{ K} = 373 \text{ K}$$

$$T_2 = 200^\circ\text{C} = (200 + 273) \text{ K} = 473 \text{ K}$$

$$P_1 = 2 \text{ atm}$$

$$P_2 = 4 \text{ atm}$$

$$V_1 = 5 \text{ L}$$

$$V_2 = ?$$

Hi apliquem la llei d'estat dels gasos ideals:

$$\begin{aligned} \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{2 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L}}{373 \text{ K}} = \frac{4 \text{ atm} \cdot V_2}{473 \text{ K}} \rightarrow \\ \rightarrow \frac{2 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L} \cdot 473 \text{ K}}{373 \text{ K} \cdot 4 \text{ atm}} &= V_2 \rightarrow V_2 = 3,17 \text{ L} \end{aligned}$$

3,17 L és el volum en les noves condicions de T i P .

$$PV = nRT \rightarrow 2 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 373 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{2 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 373 \text{ K}} = n \rightarrow n = 0,327 \text{ mol}$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{17 \text{ g}}{0,327 \text{ mol}} \rightarrow M = 51,996 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho_1 = \frac{P_1 M}{R T_1} \rightarrow \rho_1 = \frac{2 \text{ atm} \cdot 51,996 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 373 \text{ K}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho_1 = 3,4 \text{ g L}^{-1}$$

3,4 g L⁻¹ és la densitat en les condicions inicials.

$$\rho_2 = \frac{P_2 M}{R T_2} \rightarrow \rho_2 = \frac{4 \text{ atm} \cdot 51,996 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 473 \text{ K}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho_2 = 5,36 \text{ g L}^{-1}$$

5, 36 g L⁻¹ és la densitat en les condicions finals.

La massa molecular és de 51,996 u perquè ha sortit que la massa molar és de 51,996 g mol⁻¹.

25 a $V = 1 \text{ L}$

$$T = 27^\circ\text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$P = 10^{-4} \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 1,32 \cdot 10^{-7} \text{ atm}$$

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 1,32 \cdot 10^{-7} \text{ atm} \cdot 1 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1,32 \cdot 10^{-7} \text{ atm} \cdot 1 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}} = n \rightarrow n = 5,37 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$$

$$A_r(\text{H}) = 1; A_r(\text{N}) = 14; M(\text{NH}_3) = 14 + 3 \cdot 1 = 17 \text{ g}$$

$$5,37 \cdot 10^{-9} \text{ mol NH}_3 \cdot \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 9,13 \cdot 10^{-8} \text{ g NH}_3$$

$9,13 \cdot 10^{-8} \text{ g}$ és la massa en grams.

b

$$5,37 \cdot 10^{-9} \text{ mol NH}_3 \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ molèc. NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} =$$

$$= 3,23 \cdot 10^{15} \text{ molèc. NH}_3$$

26 a $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$

$$T = 25^\circ\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$P = 1 \text{ bar} \cdot \frac{10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}}$$

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 10^5 \text{ Pa} \cdot V = 1 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}$$

$$\rightarrow V = \frac{1 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa}} \rightarrow V = 0,0248 \text{ m}^3$$

El globus que conté CO_2 ocupa $0,0248 \text{ m}^3$.

Observa que les dades de P , n , R i T per calcular el volum dels globus que contenen Ar i H_2 són les mateixes; per tant: els tres globus tenen el mateix volum.

b La densitat es calcula amb $\rho = \frac{PM}{RT}$. La P , la R i la T són les mateixes per als tres gasos, però la

M , que és la massa molar, és diferent; per tant, la densitat també és diferent.

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{O}) = 16; M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g}$$

$$A_r(\text{Ar}) = 40; M(\text{Ar}) = 40 \text{ g}$$

$$A_r(\text{H}) = 1; A_r(\text{H}_2) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g}$$

El gas que té més massa molar també té més densitat, per tant, el CO_2 és el que té més densitat en aquestes condicions.

27 a És cert, perquè volums iguals de gasos diferents, mesurats en les mateixes condicions de temperatura i pressió, tenen el mateix nombre de molècules i, per tant, el mateix nombre de mols. Això va ser establert per Avogadro l'any 1811 i s'anomena *hipòtesi d'Avogadro*. En l'actualitat no existeix cap prova que desmenteixi que sigui cert.

b La massa no pot ser la mateixa perquè hi ha el mateix nombre de mols, i la massa d'un mol d'oxigen i la d'un mol d'amoniac són diferents.

c No hi ha el mateix nombre d'àtoms perquè si que hi ha el mateix nombre de molècules. Una molècula d'oxigen té 2 àtoms d'oxigen, i una molècula d'amoniac té un àtom de N i 3 de H. Per això, el nombre d'àtoms és diferent.

28 a $V = 5 \text{ L}$

$$A_r(\text{N}) = 14; M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g}$$

$$n = 42 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{28 \text{ g}} = 1,5 \text{ mol N}_2$$

$$T = 27^\circ\text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$P = ?$$

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow P \cdot 5 \text{ L} = 1,5 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P = \frac{1,5 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{5 \text{ L}} \rightarrow P = 7,38 \text{ atm}$$

b La massa de N_2 que hi ha dins del matràs quan $P = 1 \text{ atm}$ és:

$$PV = nRT \rightarrow 1 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}} = n \rightarrow n = 0,203 \text{ mol}$$

$$m = 0,203 \text{ mol} \cdot \frac{28 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 5,69 \text{ g N}_2 \text{ queden dins del matràs.}$$

$$\text{Han sortit } 42 \text{ g} - 5,69 \text{ g} = 36,31 \text{ g N}_2$$

c

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 7,38 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L} = 0,203 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot T \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{7,38 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L}}{0,203 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}}} = T \rightarrow T = 2216,75 \text{ K}$$

29 a $V = 30 \text{ L}$ $n = ?$

1 mol de gas ideal en condicions normals de P i T ocupa 22,4 L.

$$30 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ L}} = 1,34 \text{ mol de NO}_2$$

b $A_r(\text{N}) = 14$; $A_r(\text{O}) = 16$; $M(\text{NO}_2) = 14 + 2 \cdot 16 = 46 \text{ g}$

$$1,34 \text{ mol NO}_2 \cdot \frac{46 \text{ g NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} = 61,61 \text{ g NO}_2$$

c

$$1,34 \text{ mol NO}_2 \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ molèc. NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} \cdot \frac{2 \text{ àtoms O}}{1 \text{ molèc. NO}_2} =$$

$$= 1,61 \cdot 10^{24} \text{ àtoms O}$$

30 Les condicions normals de P i T són $P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ i $T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$.

$A_r(\text{Ar}) = 40$; $M(\text{Ar}) = 40 \text{ g}$, és a dir:

$$40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,04 \text{ kgmol}^{-1}$$

$$\rho_{\text{Ar}} = \frac{PM_{\text{Ar}}}{RT} \rightarrow \rho_{\text{Ar}} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0,04 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho_{\text{Ar}} = 1,79 \text{ kgm}^{-3}$$

$A_r(\text{O}) = 16$; $M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ g}$; és a dir:

$$32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,032 \text{ kgmol}^{-1}$$

$$\rho_{\text{O}_2} = \frac{PM_{\text{O}_2}}{RT} \rightarrow \rho_{\text{O}_2} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0,032 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho_{\text{O}_2} = 1,43 \text{ kgm}^{-3}$$

Barreges de gasos

31 El butà és $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ o C_4H_{10}

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{H}) = 1; M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4 \cdot 12 + 10 \cdot 1 = 58 \text{ g}$$

El propà és $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ o C_3H_8

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{H}) = 1; M(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 44 \text{ g}$$

Base de càlcul: se suposa que es tenen 100 g de barreja de gasos, que conté 88 g de C_4H_{10} i $100 \text{ g} - 88 \text{ g} = 12 \text{ g}$ de C_3H_8 , perquè els percentatges de l'enunciat són en massa.

$$88 \text{ g C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} = 1,517 \text{ mol C}_4\text{H}_{10} \text{ en els } 100 \text{ g}$$

de barreja de base de càlcul = $n_{\text{C}_4\text{H}_{10}}$

$$12 \text{ g C}_3\text{H}_8 \cdot \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} = 0,273 \text{ mol C}_3\text{H}_8 \text{ en els } 100 \text{ g}$$

de barreja de base de càlcul = $n_{\text{C}_3\text{H}_8}$

El nombre de mols total és:

$$n_t = n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} + n_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1,517 \text{ mol} + 0,273 \text{ mol} = 1,79 \text{ mol total}$$

La fracció molar del butà és:

$$\chi_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = \frac{n_{\text{C}_4\text{H}_{10}}}{n_t} = \frac{1,517 \text{ mol}}{1,79 \text{ mol}} \rightarrow \chi_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 0,847$$

En el càlcul de la fracció molar, no hi cal posar 100 g totals.

La fracció molar del propà és:

$$\chi_{\text{C}_4\text{H}_{10}} + \chi_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1 \rightarrow 0,847 + \chi_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1 \rightarrow$$

$$\rightarrow \chi_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1 - 0,847 \rightarrow \chi_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0,153$$

Càlcul de la massa molar aparent de la barreja:

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow$$

$$\rightarrow M = M(\text{C}_4\text{H}_{10}) \chi_{\text{C}_4\text{H}_{10}} + M(\text{C}_3\text{H}_8) \chi_{\text{C}_3\text{H}_8}$$

$$M = 58 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,847 + 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,153 \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 55,858 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Així, 1 mol de barreja té 55,858 g de barreja.

El % $V = \%n$, per tant, passem els grams a mols:

88 %m de butà és:

$$\frac{88 \text{ g C}_4\text{H}_{10}}{100 \text{ g barreja}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{55,858 \text{ g barreja}}{1 \text{ mol barreja}} =$$

$$= \frac{84,75 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{100 \text{ mol barreja}} \rightarrow 84,75\% n \text{ de C}_4\text{H}_{10} =$$

$$= 84,75\% V \text{ de C}_4\text{H}_{10}$$

$$100\% - 84,75\% = 15,25\% V \text{ de C}_3\text{H}_8$$

32 $P_t = 10^4 \text{ Pa}$

$$T = 25^\circ\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

El nombre que representa el percentatge en volum i en nombre de mols és el mateix, per la llei d'Avogadro: %V = %n

30 %V de H_2 , per tant, 30 %n de H_2

100 % - 30 % = 70 %V de N_2 , per tant, 70 %n de N_2 .

Per cada 100 mol de la barreja de gasos tindrem 30 mol de H_2 i 70 mol de N_2 .

La fracció molar de l'hidrogen és:

$$\chi_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{30 \text{ mol H}_2}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{H}_2} = 0,3$$

I la pressió parcial del H_2 és:

$$p_{\text{H}_2} = P_t \chi_{\text{H}_2} = 10^4 \text{ Pa} \cdot 0,3 \rightarrow p_{\text{H}_2} = 3000 \text{ Pa}$$

La pressió parcial del N_2 és:

$$P_t = p_{\text{H}_2} + p_{\text{N}_2} \rightarrow 10^4 \text{ Pa} = 3000 \text{ Pa} + p_{\text{N}_2} \rightarrow$$

$$10^4 \text{ Pa} - 3000 \text{ Pa} = p_{\text{N}_2} \rightarrow 7000 \text{ Pa} = p_{\text{N}_2}$$

33 $V = 50 \text{ L}$

$$P_t = ?$$

$$n_{\text{N}_2} = 1,8 \text{ mol}$$

$$p_{\text{N}_2} = ?$$

$$n_{\text{O}_2} = 1 \text{ mol}$$

$$p_{\text{O}_2} = ?$$

$$T = 10^\circ\text{C} = (10 + 273) \text{ K} = 283 \text{ K}$$

$$R = 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}}$$

$$n_t = n_{\text{N}_2} + n_{\text{O}_2} \rightarrow n_t = 1,8 \text{ mol} + 1 \text{ mol} \rightarrow n_t = 2,8 \text{ mol}$$

$$P_t V = n_t R T \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 50 \text{ L} = 2,8 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 283 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{2,8 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 283 \text{ K}}{50 \text{ L}} \rightarrow P_t = 1,299 \text{ atm}$$

$$\chi_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{1,8 \text{ mol N}_2}{2,8 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{N}_2} = 0,643$$

$$p_{\text{N}_2} = P_t \chi_{\text{N}_2} = 1,2995 \text{ atm} \cdot 0,643 \rightarrow p_{\text{N}_2} = 0,836 \text{ atm}$$

$$P_t = p_{\text{N}_2} + p_{\text{O}_2} \rightarrow 1,2995 \text{ atm} = 0,836 \text{ atm} + p_{\text{O}_2} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} = 0,464 \text{ atm}$$

34 $P_t = ?$

$$m_{\text{O}_2} = 30 \text{ g}$$

$$m_{\text{N}_2} = 50 \text{ g}$$

$$p_{\text{N}_2} = ?$$

$$V = 20 \text{ L}$$

$$p_{\text{O}_2} = ?$$

$$T = 25^\circ\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$R = 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}}$$

$$A_r(\text{O}) = 16; M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ g}$$

$$A_r(\text{N}) = 14; M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g}$$

$$30 \text{ g O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 0,94 \text{ mol O}_2 = n_{\text{O}_2}$$

$$50 \text{ g N}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} = 1,79 \text{ mol N}_2 = n_{\text{N}_2}$$

$$p_{\text{O}_2} V = n_{\text{O}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} \cdot 20 \text{ L} = 0,94 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} = \frac{0,94 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}}{20 \text{ L}} \rightarrow p_{\text{O}_2} = 1,15 \text{ atm}$$

$$p_{\text{N}_2} V = n_{\text{N}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} \cdot 20 \text{ L} = 1,79 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} = \frac{1,79 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}}{20 \text{ L}} \rightarrow p_{\text{N}_2} = 2,19 \text{ atm}$$

$$P_t = p_{\text{O}_2} + p_{\text{N}_2} \rightarrow P_t = 1,15 \text{ atm} + 2,19 \text{ atm} \rightarrow$$

$$P_t = 3,34 \text{ atm}$$

35 $V = 5 \text{ L}$

$$\chi_{\text{H}_2} = ?; \chi_{\text{N}_2} = ?; \chi_{\text{CO}} = ?$$

$$T = 27^\circ\text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$p_{\text{H}_2} = ?; p_{\text{N}_2} = ?; p_{\text{CO}} = ?$$

$$m_{\text{H}_2} = 1,5 \text{ g}$$

$$P_t = ? \text{ a } T = 60^\circ\text{C} = (60 + 273) \text{ K} = 333 \text{ K}$$

$$m_{\text{N}_2} = 4,3 \text{ g}$$

$$M = ?$$

$$m_{\text{CO}} = 2,7 \text{ g}$$

$$\text{a } A_r(\text{H}) = 1; M(\text{H}_2) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g}$$

$$A_r(\text{N}) = 16; M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g}$$

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{O}) = 16; M(\text{CO}) = 12 + 16 = 28 \text{ g}$$

$$1,5 \text{ g H}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} = 0,75 \text{ mol H}_2 = n_{\text{H}_2}$$

$$4,3 \text{ g N}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} = 0,154 \text{ mol N}_2 = n_{\text{N}_2}$$

$$2,7 \text{ g CO} \cdot \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} = 0,096 \text{ mol CO} = n_{\text{CO}}$$

$$n_t = n_{\text{H}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\text{CO}} \rightarrow$$

$$n_t = 0,75 \text{ mol} + 0,154 \text{ mol} + 0,096 \text{ mol} \rightarrow n_t = 1 \text{ mol}$$

$$\chi_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,75 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol total}} \rightarrow \chi_{\text{H}_2} = 0,75$$

$$\chi_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,154 \text{ mol N}_2}{1 \text{ mol total}} \rightarrow \chi_{\text{N}_2} = 0,154$$

$$\chi_{\text{CO}} = \frac{n_{\text{CO}}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,096 \text{ mol CO}}{1 \text{ mol total}} \rightarrow \chi_{\text{CO}} = 0,096$$

b

$$p_{\text{H}_2} V = n_{\text{H}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{H}_2} \cdot 5 \text{ L} = 0,75 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{H}_2} = \frac{0,75 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{5 \text{ L}} \rightarrow p_{\text{H}_2} = 3,69 \text{ atm}$$

$$p_{\text{N}_2} V = n_{\text{N}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} \cdot 5 \text{ L} = 0,154 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} = \frac{0,154 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{5 \text{ L}} \rightarrow p_{\text{N}_2} = 0,758 \text{ atm}$$

$$p_{\text{CO}} V = n_{\text{CO}} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{CO}} \cdot 5 \text{ L} = 0,096 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{CO}} = \frac{0,096 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{5 \text{ L}} \rightarrow p_{\text{CO}} = 0,472 \text{ atm}$$

c

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 5 \text{ L} = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 333 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 333 \text{ K}}{5 \text{ L}} \rightarrow P_t = 5,46 \text{ atm}$$

d Calculem la massa molar aparent de la mescla amb l'expressió:

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow$$

$$\rightarrow M = M(\text{H}_2) \chi_{\text{H}_2} + M(\text{N}_2) \chi_{\text{N}_2} + M(\text{CO}) \chi_{\text{CO}}$$

$$M = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,75 + 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,154 + 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,096 \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 8,5 \text{ g mol}^{-1}$$

36

$$\text{a } P_t = 700 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} \cdot \frac{101325 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} = 93325,66 \text{ Pa}$$

Per la llei d'Avogadro: %V = %n

60 %V de CO₂ → 60 %n de CO₂;15 %V de O₂ → 15 %n de O₂;25 %V de H₂ → 25 %n de H₂.Per cada 100 mol de la barreja de gasos hi ha 60 mols de CO₂, 15 mol de O₂ i 25 mol de H₂.La fracció molar del CO₂ és:

$$\chi_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{60 \text{ mol CO}_2}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{CO}_2} = 0,6$$

La pressió parcial del CO₂ és:

$$p_{\text{CO}_2} = P_t \chi_{\text{CO}_2} = 93325,66 \text{ Pa} \cdot 0,6 \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{CO}_2} = 55995,4 \text{ Pa}$$

La fracció molar del O₂ és:

$$\chi_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{15 \text{ mol O}_2}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{O}_2} = 0,15$$

La pressió parcial del O₂ és:

$$p_{\text{O}_2} = P_t \chi_{\text{O}_2} = 93325,66 \text{ Pa} \cdot 0,15 \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} = 13998,8 \text{ Pa}$$

La fracció molar del H₂ és:

$$\chi_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{25 \text{ mol H}_2}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{H}_2} = 0,25$$

La pressió parcial del H_2 és:

$$p_{H_2} = P_t \chi_{H_2} = 93325,66 \text{ Pa} \cdot 0,25 \rightarrow \\ \rightarrow p_{H_2} = 23331,4 \text{ Pa}$$

b $A_r(C) = 12$; $A_r(O) = 16$; $M(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g}$

$A_r(O) = 16$; $M(O_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ g}$

$A_r(H) = 1$; $M(H_2) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g}$

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow \\ \rightarrow M = M(CO_2) \chi_{CO_2} + M(O_2) \chi_{O_2} + M(H_2) \chi_{H_2}$$

$$M = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,6 + 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,15 + 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,25 \rightarrow \\ \rightarrow M = 31,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

37 X és el gas desconegut.

$$n_X = ?$$

$$n_{SO_2} = 0,6 \text{ mol}$$

$$M(X) = ?$$

$$V = 30 \text{ L}$$

$$P = 1,1 \text{ atm}$$

$$T = 280 \text{ K}$$

$$\rho = 1,75 \text{ g L}^{-1}$$

La massa total és:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1,75 \frac{\text{g}}{\text{L}} = \frac{m}{30 \text{ L}} \rightarrow 1,75 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 30 \text{ L} = m \rightarrow \\ \rightarrow m_t = 52,5 \text{ g}$$

$$A_r(S) = 32$$
; $A_r(O) = 16$; $M(SO_2) = 32 + 2 \cdot 16 = 64 \text{ g}$

$$m_{SO_2} = 0,6 \text{ mol } SO_2 \cdot \frac{64 \text{ g } SO_2}{1 \text{ mol } SO_2} \rightarrow m_{SO_2} = 38,4 \text{ g } SO_2$$

$$m_t = m_{SO_2} + m_X \rightarrow 52,5 \text{ g} = 38,4 \text{ g} + m_X \rightarrow \\ 52,5 \text{ g} - 38,4 \text{ g} = m_X \rightarrow m_X = 14,1 \text{ g de X}$$

El nombre de mols total és:

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$\rightarrow 1,1 \text{ atm} \cdot 30 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 280 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1,1 \text{ atm} \cdot 30 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 280 \text{ K}} = n \rightarrow n_t = 1,437 \text{ mol}$$

$$n_t = n_{SO_2} + n_X \rightarrow 1,437 \text{ mol} = 0,6 \text{ mol} + n_X \rightarrow$$

$$1,437 \text{ mol} - 0,6 \text{ mol} = n_X \rightarrow n_X = 0,837 \text{ mol de X}$$

$$n_X = \frac{m_X}{M_X} \rightarrow 0,837 \text{ mol} = \frac{14,1 \text{ g}}{M_X} \rightarrow$$

$$\rightarrow M_X = \frac{14,1 \text{ g}}{0,837 \text{ mol}} \rightarrow M_X = 16,85 \text{ g mol}^{-1}$$

16,85 g mol⁻¹ és la massa molar de X.

38 $V = 20 \text{ L}$

$$p_{NH_3} = 1,5 \text{ atm}$$

$$T = 40^\circ \text{C} = (40 + 273) \text{ K} = 313 \text{ K}$$

$$T = \text{ct.}$$

$$p_{NH_3} V = n_{NH_3} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow 1,5 \text{ atm} \cdot 20 \text{ L} = n_{NH_3} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 313 \text{ K}$$

$$\rightarrow \frac{1,5 \text{ atm} \cdot 20 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 313 \text{ K}} = n_{NH_3} \rightarrow n_{NH_3} = 1,169 \text{ mol}$$

$$P_t = 2 \cdot 1,5 \text{ atm} = 3 \text{ atm}$$

$$p_{NH_3} = P_t \chi_{NH_3} = P_t \frac{n_{NH_3}}{n_t} \rightarrow$$

$$\rightarrow 1,5 \text{ atm} = 3 \text{ atm} \cdot \frac{1,169 \text{ mol}}{n_t} \rightarrow$$

$$\rightarrow n_t = 3 \text{ atm} \cdot \frac{1,169 \text{ mol}}{1,5 \text{ atm}} \rightarrow n_t = 2,338 \text{ mol}$$

$$n_t = n_{NH_3} + n_{N_2} \rightarrow 2,338 \text{ mol} = 1,169 \text{ mol} + n_{N_2} \rightarrow$$

$$2,338 \text{ mol} - 1,169 \text{ mol} = n_{N_2} \rightarrow n_{N_2} = 1,169 \text{ mol de } N_2$$

S'han d'introduir al recipient 1,169 mol de N_2 .

També es pot fer amb el raonament següent:

Si la pressió total és el doble, el nombre de mols total també és el doble, perquè:

$$p_{NH_3} = P_t \chi_{NH_3} \rightarrow p_{NH_3} = 2 p_{NH_3} \frac{n_{NH_3}}{n_t} \rightarrow$$

$$\rightarrow n_t \frac{p_{NH_3}}{p_{NH_3}} = 2 \cdot n_{NH_3} \rightarrow n_t = 2 \cdot n_{NH_3}$$

Per tant:

$$n_t = 2 \cdot n_{NH_3} \rightarrow n_t = 2 \cdot 1,169 \text{ mol} \rightarrow n_t = 2,338 \text{ mol}$$

I, després, el càlcul de n_{N_2} .

39 $V = 50 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0,05 \text{ L}$

$$T = 20^\circ \text{C} = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

$$P_t = 740 \text{ mm Hg}$$

$$p_{V_{H_2O}} = 17,5 \text{ mmHg}$$

La pressió exercida pel gas humit, a una temperatura T determinada, és: $P_t = p_A + p_{vX}$, en què P_t és la pressió total de la barreja, p_A és la pressió parcial del gas A i p_{vX} és la pressió parcial del vapor del líquid X, és a dir, la pressió de vapor del líquid X a la temperatura T .

$$P_t = p_{H_2} + p_{v_{H_2O}} \rightarrow 740 \text{ mm Hg} = p_{H_2} + 17,5 \text{ mm Hg} \rightarrow \\ \rightarrow 740 \text{ mm Hg} - 17,5 \text{ mm Hg} = p_{H_2} \rightarrow$$

$$p_{H_2} = 722,5 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,95 \text{ atm}$$

$$p_{H_2} V = n_{H_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow 0,95 \text{ atm} \cdot 0,05 \text{ L} = n_{H_2} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 293 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{0,95 \text{ atm} \cdot 0,05 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 293 \text{ K}} = n_{H_2} \rightarrow n_{H_2} = 1,977 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

40 $m_{H_2O} = 1,8 \text{ g}$

$$P_t = ?$$

L'hexà és $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$, o, C_6H_{14}

$$m_{\text{hexà}} = 8,6 \text{ g}$$

$$V = 10 \text{ L}$$

$$T = 227^\circ\text{C} = (227 + 273) \text{ K} = 500 \text{ K}$$

$$A_r(\text{H}) = 1; A_r(\text{O}) = 16; M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ g}$$

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{H}) = 1; M(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 6 \cdot 12 + 14 \cdot 1 = 86 \text{ g}$$

$$n_{H_2O} = 1,8 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 0,1 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$n_{C_6H_{14}} = 8,6 \text{ g C}_6\text{H}_{14} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{14}}{86 \text{ g C}_6\text{H}_{14}} = 0,1 \text{ mol C}_6\text{H}_{14}$$

$$n_t = n_{H_2O} + n_{C_6H_{14}} = 0,1 \text{ mol} + 0,1 \text{ mol} \rightarrow n_t = 0,2 \text{ mol}$$

$$P_t V = n_t R T \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 10 \text{ L} = 0,2 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 500 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{0,2 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 500 \text{ K}}{10 \text{ L}} \rightarrow P_t = 0,82 \text{ atm}$$

41 $A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{O}) = 16; M(\text{CO}) = 12 + 16 = 28 \text{ g}$

$$A_r(\text{He}) = 4; M(\text{He}) = 4 \text{ g}$$

La densitat relativa del CO respecte del He és:

$$\rho_r = \frac{\rho_{\text{CO}}}{\rho_{\text{He}}} = \frac{\frac{P M_{\text{CO}}}{R T}}{\frac{P M_{\text{He}}}{R T}} = \frac{M_{\text{CO}}}{M_{\text{He}}} \rightarrow \rho_r = \frac{28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$\rightarrow \rho_r = 7$$

La densitat del CO és 7 vegades més gran que la densitat del He, en les mateixes condicions de pressió i temperatura.

42 $\rho = 1,293 \text{ g L}^{-1}$ a $P = 1 \text{ atm}$ i $T = 273 \text{ K}$

$$P = ? \text{ a } T = 20^\circ\text{C} = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K i } \rho = 6,5 \text{ g L}^{-1}$$

$$\rho = \frac{P M}{R T} \rightarrow 1,293 \frac{\text{g}}{\text{L}} = \frac{1 \text{ atm} \cdot M}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1,293 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = M \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 28,945 \text{ g mol}^{-1}$$

és la massa molar de l'aire.

$$\rho = \frac{P M}{R T} \rightarrow 6,5 \frac{\text{g}}{\text{L}} = \frac{P \cdot 28,945 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 293 \text{ K}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{6,5 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 293 \text{ K}}{28,945 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = P \rightarrow P = 5,395 \text{ atm}$$

43 $V = 3 \text{ dm}^3 = 3 \text{ L}$

$$T = 400 \text{ K}$$

$$m_{\text{NH}_3} = 0,5 \text{ g}$$

$$P_t = ?$$

$$m_{H_2O} = 0,8 \text{ g}$$

$$\rho_{\text{NH}_3} = ?$$

$$A_r(\text{N}) = 14; A_r(\text{H}) = 1; M(\text{NH}_3) = 14 + 3 \cdot 1 = 17 \text{ g}$$

$$A_r(\text{H}) = 1; A_r(\text{O}) = 16; M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ g}$$

$$0,5 \text{ g NH}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} = 2,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = n_{\text{NH}_3}$$

$$0,8 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 4,44 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = n_{H_2O}$$

$$\rho_{\text{NH}_3} V = n_{\text{NH}_3} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho_{\text{NH}_3} \cdot 3 \text{ L} = 2,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 400 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho_{\text{NH}_3} = \frac{2,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 400 \text{ K}}{3 \text{ L}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \rho_{\text{NH}_3} = 0,3214 \text{ atm}$$

$$n_t = n_{\text{NH}_3} + n_{H_2O} = 2,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol} + 4,44 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_t = 7,38 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$P_t V = n_t R T \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 3 \text{ L} = 7,38 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 400 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{7,38 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 400 \text{ K}}{3 \text{ L}} \rightarrow P_t = 0,807 \text{ atm}$$

$$44 \quad V = 2 \text{ L}$$

$$T = 25^\circ\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 0,7 \text{ g}$$

$$m_{\text{N}_2} = 1,3 \text{ g}$$

$$m_{\text{Ne}} = 1,5 \text{ g}$$

$$a \quad A_r(\text{O}) = 16; A_r(\text{C}) = 12; M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g}$$

$$A_r(\text{N}) = 14; M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g}$$

$$A_r(\text{Ne}) = 20; M(\text{Ne}) = 20 \text{ g}$$

$$0,7 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 0,0156 \text{ mol CO}_2 = n_{\text{CO}_2}$$

$$1,3 \text{ g N}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} = 0,0464 \text{ mol N}_2 = n_{\text{N}_2}$$

$$1,5 \text{ g Ne} \cdot \frac{1 \text{ mol Ne}}{20 \text{ g Ne}} = 0,075 \text{ mol Ne} = n_{\text{Ne}}$$

$$n_t = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\text{Ne}} \rightarrow$$

$$\rightarrow n_t = 0,0156 \text{ mol} + 0,0464 \text{ mol} + 0,075 \text{ mol} \rightarrow$$

$$\rightarrow n_t = 0,137 \text{ mol}$$

$$\chi_{\text{Ne}} = \frac{n_{\text{Ne}}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,075 \text{ mol Ne}}{0,137 \text{ mol total}} \rightarrow \chi_{\text{Ne}} = 0,547$$

$$b \quad \chi_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,0464 \text{ mol N}_2}{0,137 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{N}_2} = 0,339$$

$$P_t V = n_t R T \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 2 \text{ L} = 0,137 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{0,137 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}}{2 \text{ L}} \rightarrow P_t = 1,674 \text{ atm}$$

$$p_{\text{N}_2} = P_t \chi_{\text{N}_2} = 1,674 \text{ atm} \cdot 0,339 \rightarrow p_{\text{N}_2} = 0,567 \text{ atm}$$

$$c \quad \chi_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,0156 \text{ mol CO}_2}{0,137 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{CO}_2} = 0,114$$

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow$$

$$\rightarrow M = M(\text{CO}_2) \chi_{\text{CO}_2} + M(\text{N}_2) \chi_{\text{N}_2} + M(\text{Ne}) \chi_{\text{Ne}}$$

$$M = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,114 + 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,339 + 20 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,547 \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 25,448 \text{ g mol}^{-1}$$

$$45 \quad P_t = 8 \text{ atm}$$

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{H}) = 1; A_r(\text{O}) = 16;$$

$$M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ g}; M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g}$$

Base de càlcul: se suposa que es tenen 100 g de barreja de gasos, que conté 30 g de CH_4 i 70 g de CO_2 , perquè els percentatges de l'enunciat són en massa.

$$30 \text{ g CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} = 1,875 \text{ mol CH}_4 \text{ en els 100 g}$$

$$\text{de barreja de base de càlcul} = n_{\text{CH}_4}$$

$$70 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 1,591 \text{ mol CO}_2 \text{ en els 100 g}$$

$$\text{de barreja de base de càlcul} = n_{\text{CO}_2}$$

El nombre de mols total és:

$$n_t = n_{\text{CH}_4} + n_{\text{CO}_2} = 1,875 \text{ mol} + 1,591 \text{ mol} \rightarrow$$

$$\rightarrow n_t = 3,466 \text{ mol totals}$$

La fracció molar del metà és:

$$\chi_{\text{CH}_4} = \frac{n_{\text{CH}_4}}{n_t} = \frac{1,875 \text{ mol}}{3,466 \text{ mol}} \rightarrow \chi_{\text{CH}_4} = 0,541$$

En els càlculs, no cal posar-hi 100 g totals!

La pressió parcial del metà és:

$$p_{\text{CH}_4} = P_t \chi_{\text{CH}_4} = 8 \text{ atm} \cdot 0,541 \rightarrow p_{\text{CH}_4} = 4,328 \text{ atm}$$

$$\chi_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{1,591 \text{ mol CO}_2}{3,466 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{CO}_2} = 0,459$$

$$\text{O bé: } \chi_{\text{CH}_4} + \chi_{\text{CO}_2} = 1 \rightarrow 0,541 + \chi_{\text{CO}_2} = 1 \rightarrow$$

$$\rightarrow \chi_{\text{CO}_2} = 1 - 0,541 \rightarrow \chi_{\text{CO}_2} = 0,459$$

La pressió parcial del CO_2 és:

$$p_{\text{CO}_2} = P_t \chi_{\text{CO}_2} = 8 \text{ atm} \cdot 0,459 \rightarrow p_{\text{CO}_2} = 3,672 \text{ atm}$$

$$46 \quad a \quad \text{Per la llei d'Avogadro: \% V = \% n, per tant:}$$

$$40 \% V \text{ de CH}_4 \rightarrow 40 \% n \text{ de CH}_4$$

$$35 \% V \text{ de CH}_3\text{-CH}_3 \text{ o C}_2\text{H}_6 \rightarrow 35 \% n \text{ de C}_2\text{H}_6$$

$$25 \% V \text{ de CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \text{ o C}_3\text{H}_8 \rightarrow 25 \% n \text{ de C}_3\text{H}_8$$

Per cada 100 mol de la barreja de gasos hi ha 40 mol de CH_4 , 35 mol de C_2H_6 i 25 mols de C_3H_8 .

$$\chi_{\text{CH}_4} = \frac{n_{\text{CH}_4}}{n_{\text{totals}}} = \frac{40 \text{ mol CH}_4}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{CH}_4} = 0,4$$

$$\chi_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{n_{\text{C}_2\text{H}_6}}{n_{\text{totals}}} = \frac{35 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,35$$

$$\chi_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{n_{\text{C}_3\text{H}_8}}{n_{\text{totals}}} = \frac{25 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0,25$$

$$\text{b } V = 400 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 0,4 \text{ L}$$

$$m_t = 8 \text{ g}$$

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

Calculem la massa molar aparent de la barreja:

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{H}) = 1; M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ g};$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 30 \text{ g};$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 44 \text{ g}$$

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow$$

$$\rightarrow M = M(\text{CH}_4) \chi_{\text{CH}_4} + M(\text{C}_2\text{H}_6) \chi_{\text{C}_2\text{H}_6} + M(\text{C}_3\text{H}_8) \chi_{\text{C}_3\text{H}_8}$$

$$M = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,4 + 30 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,35 + 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,25 \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 27,9 \text{ g mol}^{-1}$$

El nombre de mols de la barreja és:

$$n_t = 8 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{27,9 \text{ g}} = 0,287 \text{ mol}$$

$$P_t V = n_t R T \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 20,4 \text{ L} = 0,287 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{0,287 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}}{0,4 \text{ L}} \rightarrow P_t = 16,062 \text{ atm}$$

La pressió parcial del CH_4 és:

$$p_{\text{CH}_4} = P_t \chi_{\text{CH}_4} = 16,062 \text{ atm} \cdot 0,4 \rightarrow p_{\text{CH}_4} = 6,425 \text{ atm}$$

La pressió parcial del C_2H_6 és:

$$p_{\text{C}_2\text{H}_6} = P_t \chi_{\text{C}_2\text{H}_6} = 16,062 \text{ atm} \cdot 0,35 \rightarrow p_{\text{C}_2\text{H}_6} = 5,622 \text{ atm}$$

La pressió parcial del C_3H_8 és:

$$p_{\text{C}_3\text{H}_8} = P_t \chi_{\text{C}_3\text{H}_8} = 16,062 \text{ atm} \cdot 0,25 \rightarrow p_{\text{C}_3\text{H}_8} = 4,016 \text{ atm}$$

47 $V = 0,5 \text{ L}$

$$P_t = 740 \text{ mm Hg}$$

$$T = 20^\circ\text{C} = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

$$p_{\text{v}_{\text{H}_2\text{O}}} = 19 \text{ mm Hg}$$

La pressió exercida pel gas humit, a una temperatura T determinada, és: $P_t = p_A + p_{\text{v}_X}$, en què P_t és la pressió total de la barreja, p_A és la pressió parcial del gas A i p_{v_X} és la pressió parcial del vapor del líquid X, és a dir, és la pressió de vapor del líquid X a la temperatura T .

$$P_t = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{v}_{\text{H}_2\text{O}}} \rightarrow 740 \text{ mm Hg} = p_{\text{CO}_2} + 19 \text{ mm Hg} \rightarrow$$

$$\rightarrow 740 \text{ mm Hg} - 19 \text{ mm Hg} = p_{\text{CO}_2} \rightarrow$$

$$p_{\text{CO}_2} = 721 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,9487 \text{ atm}$$

$$p_{\text{CO}_2} V = n_{\text{CO}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow 0,9487 \text{ atm} \cdot 0,5 \text{ L} = n_{\text{CO}_2} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 293 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{0,9487 \text{ atm} \cdot 0,5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 293 \text{ K}} = n_{\text{CO}_2} \rightarrow n_{\text{CO}_2} = 0,0197 \text{ mol}$$

48 $m_{\text{O}_2} = 4,3 \text{ g}$

$$m_{\text{N}_2} = 1,6 \text{ g}$$

$$\text{Líquid X a } T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$V = 6,8 \text{ L}$$

$$P_t = 550 \text{ mm Hg}$$

$$p_{\text{v}_X} = ?$$

$$P_t = p_{\text{O}_2} + p_{\text{N}_2} + p_{\text{v}_X}$$

$$A_r(\text{O}) = 16; M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ g}$$

$$n_{\text{O}_2} = 4,3 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32 \text{ g}} = 0,134 \text{ mol O}_2$$

$$p_{\text{O}_2} V = n_{\text{O}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} \cdot 6,8 \text{ L} = 0,134 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} = \frac{0,134 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}}{6,8 \text{ L}} \rightarrow$$

$$p_{\text{O}_2} = 0,441 \text{ atm} \cdot \frac{760 \text{ mm Hg}}{1 \text{ atm}} = 335,263 \text{ mm Hg}$$

$$A_r(\text{N}) = 14; M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g}$$

$$n_{\text{N}_2} = 1,6 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{28 \text{ g}} = 0,057 \text{ mol N}_2$$

$$p_{\text{N}_2} V = n_{\text{N}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} \cdot 6,8 \text{ L} = 0,057 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} = \frac{0,057 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}}{6,8 \text{ L}} \rightarrow$$

$$p_{\text{N}_2} = 0,188 \text{ atm} \cdot \frac{760 \text{ mm Hg}}{1 \text{ atm}} = 142,612 \text{ mm Hg}$$

$$P_t = p_{\text{O}_2} + p_{\text{N}_2} + p_{\text{v}_X} \rightarrow$$

$$\rightarrow 550 \text{ mm Hg} = 335,263 \text{ mm Hg} + 142,612 \text{ mm Hg} + p_{\text{v}_X} \rightarrow$$

$$\rightarrow 550 \text{ mm Hg} - 335,263 \text{ mm Hg} - 142,612 \text{ mm Hg} = p_{\text{v}_X} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{v}_X} = 72,124 \text{ mm Hg}$$

$$72,124 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,0949 \text{ atm}$$

49 $P = 1 \text{ atm}$

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

$$A_r(\text{Xe}) = 131; M(\text{Xe}) = 131 \text{ g}$$

$$n_{\text{Xe}} = 10 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{131 \text{ g}} = 0,0763 \text{ mol Xe}$$

$$PV = nRT \rightarrow$$

$$1 \text{ atm} \cdot V = 0,0763 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}$$

$$V = \frac{0,0763 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} \rightarrow$$

$$V = 1,708 \text{ L Xe} \cdot \frac{11 \cdot 10^6 \text{ L aire}}{1 \text{ L Xe}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ aire}}{1000 \text{ L aire}} =$$

$$= 18788,57 \text{ m}^3 \text{ aire}$$

O bé (només canvien una mica els decimals):

$$10 \text{ g Xe} \cdot \frac{1 \text{ mol Xe}}{131 \text{ g Xe}} \cdot \frac{22,4 \text{ L Xe}}{1 \text{ mol Xe}} =$$

$$= 1,709 \text{ L Xe} \cdot \frac{11 \cdot 10^6 \text{ L aire}}{1 \text{ L Xe}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ aire}}{1000 \text{ L aire}} =$$

$$= 18809,16 \text{ m}^3 \text{ aire}$$

50 $n = 5 \text{ mol N}_2$

$$T = 40^\circ \text{C} = (40 + 273) \text{ K} = 313 \text{ K}$$

$$V = 150 \text{ L}$$

$$P_t = ?/\text{mm Hg}$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}} = 55,3 \text{ mmHg}$$

$$p_{\text{N}_2} V = n_{\text{N}_2} RT \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} \cdot 150 \text{ L} = 5 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 313 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} = \frac{5 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 313 \text{ K}}{150 \text{ L}} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{N}_2} = 0,856 \text{ atm} \cdot \frac{760 \text{ mm Hg}}{1 \text{ atm}} = 650,21 \text{ mm Hg}$$

$$P_t = p_{\text{N}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = 650,21 \text{ mm Hg} + 55,3 \text{ mm Hg} \rightarrow$$

$$P_t = 705,51 \text{ mm Hg}$$

51 $m_{\text{O}_2} = 3 \text{ g}$

$$V = 5 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_{\text{He}} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$T = 27^\circ \text{C} = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

a $P_t = ?$

$$p_{\text{He}} V = n_{\text{He}} RT \rightarrow$$

$$\rightarrow 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = n_{\text{He}} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}} = n_{\text{He}} \rightarrow n_{\text{He}} = 5,014 \text{ mol He}$$

$$A_r(\text{Ne}) = 20; M(\text{Ne}) = 20 \text{ g}$$

$$A_r(\text{O}) = 16; M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ g}$$

$$n_{\text{O}_2} = 3 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32 \text{ g}} = 0,0938 \text{ mol O}_2$$

$$n_t = n_{\text{He}} + n_{\text{O}_2} = 5,014 \text{ mol} + 0,09375 \text{ mol} \rightarrow$$

$$\rightarrow n_t = 5,1078 \text{ mol}$$

$$P_t V = n_t RT \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 5,1078 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{5,1078 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} \rightarrow P_t =$$

$$= 2,547 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

b $p_{\text{O}_2} = ?$, $p_{\text{He}} = ?$

$$P_{\text{He}} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{O}_2} V = n_{\text{O}_2} RT \rightarrow$$

$$\rightarrow P_{\text{O}_2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,0938 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_{\text{O}_2} = \frac{0,0938 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 300 \text{ K}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} \rightarrow P_{\text{O}_2} =$$

$$= 46768,68 \text{ Pa}$$

$$\text{c } \chi_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,0938 \text{ mol O}_2}{5,1078 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{O}_2} = 0,0184$$

$$\chi_{\text{He}} = \frac{n_{\text{He}}}{n_{\text{totals}}} = \frac{5,014 \text{ mol He}}{5,1078 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{He}} = 0,9816$$

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow$$

$$\rightarrow M = M(\text{O}_2) \chi_{\text{O}_2} + M(\text{Ne}) \chi_{\text{Ne}}$$

$$M = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,0184 + 20 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,9816 \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 20,2208 \text{ g mol}^{-1}$$

52 $T = 22\text{ }^{\circ}\text{C} = (22 + 273)\text{ K} = 295\text{ K}$

$$P = 1005\text{ hPa} \cdot \frac{100\text{ Pa}}{1\text{ hPa}} = 100500\text{ Pa}$$

Per la llei d'Avogadro: $\%V = \%n$, per tant:

$$78\%V\text{ de N}_2 \rightarrow 78\%n\text{ de N}_2$$

$$20\%V\text{ de O}_2 \rightarrow 20\%n\text{ de O}_2$$

$$2\%V\text{ de Ar} \rightarrow 2\%n\text{ de Ar}$$

Per cada 100 mols de la barreja de gasos hi ha 78 mol de N_2 , 20 mol de O_2 i 2 mol de Ar.

$$\chi_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{20\text{ mol O}_2}{100\text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{O}_2} = 0,2$$

La pressió parcial del O_2 és:

$$p_{\text{O}_2} = P_t \chi_{\text{O}_2} = 100500\text{ Pa} \cdot 0,2 \rightarrow p_{\text{O}_2} = 20100\text{ Pa}$$

53 $V = 10\text{ L}$

$$T = 30\text{ }^{\circ}\text{C} = (30 + 273)\text{ K} = 303\text{ K}$$

$$m_{\text{H}_2} = 5\text{ g}$$

$$m_{\text{He}} = 5\text{ g}$$

a i c) $A_r(\text{H}) = 1$; $M(\text{H}_2) = 2 \cdot 1 = 2\text{ g}$

$$A_r(\text{He}) = 4$$
; $M(\text{He}) = 4\text{ g}$

$$5\text{ g H}_2 \cdot \frac{1\text{ mol H}_2}{2\text{ g H}_2} = 2,5\text{ mol H}_2 = n_{\text{H}_2}$$

$$5\text{ g He} \cdot \frac{1\text{ mol He}}{4\text{ g He}} = 1,25\text{ mol He} = n_{\text{He}}$$

$$n_t = n_{\text{H}_2} + n_{\text{He}} = 2,5\text{ mol} + 1,25\text{ mol} \rightarrow n_t = 3,75\text{ mol}$$

$$P_t V = n_t R T \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t \cdot 10\text{ L} = 3,75\text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 303\text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = \frac{3,75\text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 303\text{ K}}{10\text{ L}} \rightarrow P_t = 9,317\text{ atm}$$

Aquesta és la llei dels gasos ideals.

b i c $\chi_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{2,5\text{ mol H}_2}{3,75\text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{H}_2} = 0,667$

$$\chi_{\text{He}} = \frac{n_{\text{He}}}{n_{\text{totals}}} = \frac{1,25\text{ mol He}}{3,75\text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{He}} = 0,333$$

$$p_{\text{H}_2} = P_t \cdot \chi_{\text{H}_2} = 9,317\text{ atm} \cdot 0,667 \rightarrow p_{\text{H}_2} = 6,214\text{ atm}$$

$$P_t = p_{\text{H}_2} + p_{\text{He}} \rightarrow 9,317\text{ atm} = 6,214\text{ atm} + p_{\text{He}} \rightarrow$$

$$\rightarrow 9,317\text{ atm} - 6,214\text{ atm} = p_{\text{He}} \rightarrow p_{\text{He}} = 3,103\text{ atm}$$

Aquesta és la llei de Dalton de les pressions parcials.

54 $P_t = 700\text{ mm Hg} \cdot \frac{1\text{ atm}}{760\text{ mm Hg}} = 0,921\text{ atm}$

$$T = 27\text{ }^{\circ}\text{C} = (27 + 273)\text{ K} = 303\text{ K}$$

a $A_r(\text{O}) = 16$; $M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32\text{ g}$

$$A_r(\text{N}) = 14$$
; $M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28\text{ g}$

$$A_r(\text{C}) = 12$$
; $A_r(\text{O}) = 16$; $M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44\text{ g}$

Base de càlcul: se suposa que es tenen 100 g de barreja de gasos, que conté 40 g de O_2 , 49 g de N_2 i $100\text{ g} - 40\text{ g} - 49\text{ g} = 11\text{ g}$ de CO_2 , perquè els percentatges de l'enunciat són en massa.

$$40\text{ g O}_2 \cdot \frac{1\text{ mol O}_2}{32\text{ g O}_2} = 1,25\text{ mol O}_2\text{ en els }100\text{ g de}$$

barreja de base de càlcul = n_{O_2}

$$49\text{ g N}_2 \cdot \frac{1\text{ mol N}_2}{28\text{ g N}_2} = 1,75\text{ mol N}_2\text{ en els }100\text{ g de}$$

barreja de base de càlcul = n_{N_2}

$$11\text{ g CO}_2 \cdot \frac{1\text{ mol CO}_2}{44\text{ g CO}_2} = 0,25\text{ mol CO}_2\text{ en els }100\text{ g de}$$

barreja de base de càlcul = n_{CO_2}

El nombre de mols totals, en els 100 g de barreja, és:

$$n_t = n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\text{CO}_2} = 1,25\text{ mol} + 1,75\text{ mol} + 0,25\text{ mol}$$

$$n_t = 3,25\text{ mol}$$

$$\chi_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_t} = \frac{1,25\text{ mol}}{\frac{100\text{ g totals}}{3,25\text{ mol}}} \rightarrow \chi_{\text{O}_2} = 0,385$$

En els càlculs no cal posar 100 g totals.

$$\chi_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{1,75\text{ mol N}_2}{3,25\text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{N}_2} = 0,5385$$

$$\chi_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{0,25\text{ mol CO}_2}{3,25\text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{CO}_2} = 0,0769$$

Pressió parcial de l'oxigen:

$$p_{\text{O}_2} = P_t \chi_{\text{O}_2} = 0,921\text{ atm} \cdot 0,385 \rightarrow p_{\text{O}_2} = 0,355\text{ atm}$$

Pressió parcial del nitrogen:

$$p_{\text{N}_2} = P_t \chi_{\text{N}_2} = 0,921\text{ atm} \cdot 0,5385 \rightarrow p_{\text{N}_2} = 0,496\text{ atm}$$

Pressió parcial del diòxid de carboni:

$$p_{\text{CO}_2} = P_t \chi_{\text{CO}_2} = 0,921\text{ atm} \cdot 0,0769 \rightarrow p_{\text{CO}_2} = 0,071\text{ atm}$$

b El nombre de mols totals que hi ha en els 100 g de barreja són els que s'han calculat a l'apartat **a**, $n_t = 3,25$ mol, ja que la dada de 100 g de barreja coincideix amb la base de càlcul.

$$P_t V = n_t R T \rightarrow$$

$$\rightarrow 0,921 \text{ atm} \cdot V = 3,25 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 303 \text{ K}$$

$$\rightarrow V = \frac{3,25 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 303 \text{ K}}{0,921 \text{ atm}} \rightarrow V = 87,676 \text{ L}$$

c La massa molar aparent de la barreja és:

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow$$

$$\rightarrow M = M(\text{O}_2) \chi_{\text{O}_2} + M(\text{N}_2) \chi_{\text{N}_2} + M(\text{CO}_2) \chi_{\text{CO}_2}$$

$$M = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,385 + 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,5385 +$$

$$+ 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,0769 \rightarrow M = 30,7816 \text{ g mol}^{-1}$$

Per tant, 1 mol de barreja té 30,7816 g de barreja.

El % $V = \%n$, per tant, passem els grams a mols:

40 % m de O_2 és:

$$\frac{40 \text{ g O}_2}{100 \text{ g barreja}} \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \cdot \frac{30,7816 \text{ g barreja}}{1 \text{ mol barreja}} =$$

$$= \frac{38,477 \text{ mol O}_2}{100 \text{ mol barreja}} \rightarrow 38,477 \% n \text{ de O}_2 =$$

$$= 38,477 \% V \text{ de O}_2$$

$$\frac{49 \text{ g N}_2}{100 \text{ g barreja}} \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} \cdot \frac{30,7816 \text{ g barreja}}{1 \text{ mol barreja}} =$$

$$\rightarrow \frac{53,868 \text{ mol N}_2}{100 \text{ mol barreja}} \rightarrow 53,868 \% n \text{ de N}_2 =$$

$$= 53,868 \% V \text{ de N}_2$$

$$100 \% - 38,477 \% - 53,868 \% = 7,655 \% V \text{ de CO}_2$$

55 $m = 2,3$ g de O_2 , que correspon a la quantitat d'oxigen recollida sobre aigua en un recipient de 4 L a 16 °C.

$$A_r(\text{O}) = 16; M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ g}$$

$$n = 2,3 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32 \text{ g}} = 0,0719 \text{ mol}$$

$$V = 4 \text{ L}$$

$$T = 16^\circ\text{C} = (16 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

La pressió de valor de l'aigua a 16 °C és de 18 mm Hg.

Per calcular la pressió de vapor d'oxigen en el recipient:

$$p_{\text{vH}_2\text{O}} = 18 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,0237 \text{ atm}$$

$$p_{\text{O}_2} V = n_{\text{O}_2} R T \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} \cdot 4 \text{ L} = 0,0719 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\text{O}_2} = \frac{0,0719 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}}{4 \text{ L}} \rightarrow p_{\text{O}_2} = 0,439 \text{ atm}$$

$$P_t = p_{\text{O}_2} + p_{\text{vH}_2\text{O}} \rightarrow P_t = 0,439 \text{ atm} + 0,0237 \text{ atm} \rightarrow$$

$$\rightarrow P_t = 0,4627 \text{ atm}$$

56 a Les concentracions que proporciona l'enunciat son: 30 % de metà, 45 % d'heli i 25 % de nitrogen.

Per la llei d'Avogadro: % $V = \%n$, per tant:

$$30 \% V \text{ de CH}_4 \rightarrow 30 \% n \text{ de CH}_4$$

$$45 \% V \text{ de He} \rightarrow 45 \% n \text{ de He}$$

$$25 \% V \text{ de N}_2 \rightarrow 25 \% n \text{ de N}_2$$

Per cada 100 mol de la barreja de gasos hi ha 30 mol de CH_4 , 45 mol de He i 25 mol de N_2 .

$$\chi_{\text{CH}_4} = \frac{n_{\text{CH}_4}}{n_{\text{totals}}} = \frac{30 \text{ mol CH}_4}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{CH}_4} = 0,3$$

$$\chi_{\text{He}} = \frac{n_{\text{He}}}{n_{\text{totals}}} = \frac{45 \text{ mol He}}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{He}} = 0,45$$

$$\chi_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{totals}}} = \frac{25 \text{ mol N}_2}{100 \text{ mol totals}} \rightarrow \chi_{\text{N}_2} = 0,25$$

b El volum del recipient, que és de 15 000 cm^3 , expressat en litres equival a:

$$V = 15000 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 15 \text{ L}$$

$$m_t = 20 \text{ g}$$

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

Calculem la massa molar aparent de la barreja:

$$A_r(\text{C}) = 12; A_r(\text{H}) = 1; M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ g}$$

$$A_r(\text{He}) = 4; M(\text{He}) = 4 \text{ g}$$

$$A_r(\text{N}) = 14; M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g}$$

$$M(\text{barreja}) = \sum M(i) \chi_i \rightarrow$$

$$\rightarrow M = M(\text{CH}_4) \chi_{\text{CH}_4} + M(\text{He}) \chi_{\text{He}} + M(\text{N}_2) \chi_{\text{N}_2}$$

$$M = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,3 + 4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,45 + 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,25 \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 13,6 \text{ g mol}^{-1}$$

El nombre de mols de la barreja és:

$$n_t = 20 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{13,6 \text{ g}} = 1,471 \text{ mol}$$