

(a) Calcolare il volume di 0.45 mol di metano alle condizioni standard. (b) Che volume occupa la stessa quantità di ossigeno nelle stesse condizioni? (c) Cosa succede se il metano viene portato alla temperatura di 25 °C, mantenendo la pressione costante?

(a) $n = 0.45 \text{ mol}$ Condizioni standard: $P = 1 \text{ atm}$, $T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.45 \text{ mol} \cdot 0.0821 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 10 \text{ L}$$

(b) Lo stesso volume: quantità di gas uguali nelle stesse condizioni di P e T occupano volumi uguali.

(c) Il volume aumenta: volume e temperatura sono direttamente proporzionali, se aumenta il volume aumenta la temperatura e viceversa.

$$T_2 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K} \quad V_2 = T_2 \cdot \frac{V_1}{T_1} = 298 \text{ K} \cdot \frac{10 \text{ L}}{273 \text{ K}} = 11 \text{ L}$$

2.96 g di un cloruro di mercurio vengono evaporati in un contenitore da 1 L a 680 K e la pressione risultante è 458 torr. Qual'è la massa molare del cloruro di Hg e la sua formula ?

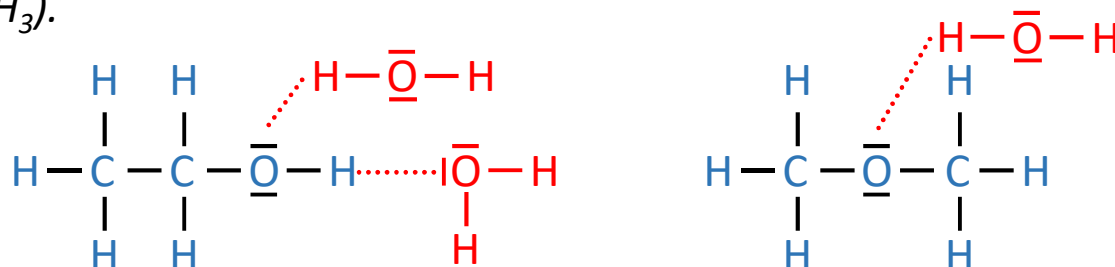
$m = 2.96 \text{ g}$ HgCl_x $V = 1 \text{ L}$ $T = 680 \text{ K}$

$$P = 458 \text{ torr} = \frac{458}{760} \text{ atm} = 0.603 \text{ atm}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.603 \text{ atm} \cdot 1 \text{ L}}{0.0821 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 680 \text{ K}} = 1.08 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

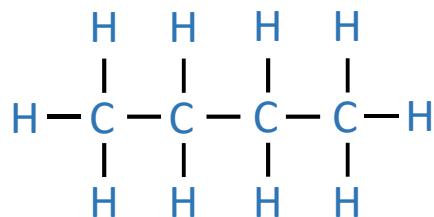
$$MM = \frac{m}{n} = \frac{2.96 \text{ g}}{1.08 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} = 274 \text{ g/mol} \quad \text{HgCl}_2$$

Confronto tra la solubilità in acqua dell'alcol etilico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) ed etere dimetilico (CH_3OCH_3).



Etanolo e etere dimetilico sono isomeri strutturali: sono cioè formati dagli stessi atomi, ma organizzati nello spazio in modo diverso. L'etanolo è in grado di formare più legami a idrogeno con l'acqua rispetto all'etere dimetilico. Per questa ragione l'etanolo è maggiormente solubile in acqua rispetto all'etere dimetilico.

Confronto tra i punti di ebollizione di butano ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) e acetone (CH_3COCH_3).



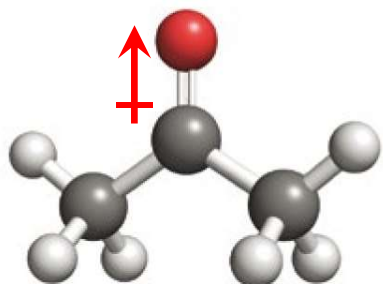
$MM = 58.14$
g/mol

Ibridazione sp^3

Bassa differenza di
elettronegatività tra C e H.

Molecola poco polare, quindi con
basso punto di ebollizione.

$T_{\text{eb}} = -0.5^\circ\text{C}$



$MM = 58.09$ g/mol

Ibridazione del
carbonio centrale: sp^2

Elevata differenza di
elettronegatività tra C e O.

La molecola è polare e ha un
punto di ebollizione più alto.

$T_{\text{eb}} = 56.2^\circ\text{C}$

Qual è il valore della costante ebullioscopica del benzene se una soluzione di 0.200 mol di un soluto non volatile in 125 g di benzene produce una soluzione che ha un punto di ebollizione di 84.2°C? Il punto di ebollizione del benzene puro è di 80.10 °C.

$$n_{\text{soluto}} = 0.200 \text{ mol} \quad m_{\text{benzene}} = 125 \text{ g} \quad i = 1$$

$$T_{\text{eb}} = 84.2^\circ\text{C} \quad T_{\text{eb}}^o = 80.10^\circ\text{C} \quad \Delta T_{\text{eb}} = T_{\text{eb}} - T_{\text{eb}}^o = 4.1^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{eb}} = K_{\text{eb}} \cdot m \cdot i \quad m = \frac{n_{\text{soluto}}}{m_{\text{solvente}}(\text{kg})} = \frac{0.200 \text{ mol}}{0.125 \text{ kg}} = 1.60 \text{ mol/kg}$$

$$K_{\text{eb}} = \frac{\Delta T_{\text{eb}}}{m \cdot i} = \frac{4.1^\circ\text{C}}{1.60 \text{ mol/kg}} = 2.56^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$$

1.425 g di acido acetico (CH_3COOH) sono sciolti in 100 g di benzene. La ΔT_{cr} della soluzione è 0.605 K. Calcolare la costante crioscopica del benzene. (Si consideri l'acido indissociato.)

$$\Delta T_{\text{cr}} = 0.605 \text{ K} \quad \Delta T_{\text{cr}} = K_{\text{cr}} \cdot m \cdot i \quad i = 1$$

$$m = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{m_{\text{benzene}}(\text{kg})} \quad MM_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 60.06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{m}{MM} = \frac{1.425 \text{ g}}{60.06 \text{ g/mol}} = 0.0237 \text{ mol} \quad m = \frac{0.0237 \text{ mol}}{0.100 \text{ kg}} = 0.237 \text{ mol/kg}$$

$$K_{\text{cr}} = \frac{\Delta T_{\text{cr}}}{m} = \frac{0.605 \text{ K}}{0.237 \text{ mol/kg}} = 2.55 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$$

Un composto organico chiamato aluminon è usato come reagente per il riconoscimento degli ioni di alluminio in una soluzione acquosa. Una soluzione contenente 2.50 g di aluminon in 50.0 g di acqua congela a -0.197°C . Qual è la massa molare dell'aluminon? La costante crioscopica dell'acqua è pari a 1.86 K kg/mol .

$$i = 1 \qquad m_{\text{aluminon}} = 2.50 \text{ g} \qquad m_{\text{H}_2\text{O}} = 50.0 \text{ g}$$

$$T_{cr} = -0.197^{\circ}\text{C} \qquad T_{cr}^{\circ} = 0^{\circ}\text{C} \qquad \Delta T_{cr} = T_{cr}^{\circ} - T_{cr} = 0.197^{\circ}\text{C} = 0.197 \text{ K}$$

$$K_{cr} = 1.86 \text{ K kg/mol} \qquad \Delta T_{cr} = K_{cr} \cdot m \cdot i$$

$$m = \frac{\Delta T_{cr}}{K_{cr} \cdot i} = \frac{0.197 \text{ K}}{1.86 \text{ K kg/mol} \cdot 1} = 0.106 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$$

$$m = \frac{n_{\text{aluminon}}}{m_{\text{H}_2\text{O}}(\text{kg})}$$

$$n_{\text{aluminon}} = m \cdot m_{\text{H}_2\text{O}}(\text{kg}) = 0.106 \frac{\text{mol}}{\text{kg}} \cdot 0.0500 \text{ kg} = 5.30 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$MM_{\text{aluminon}} = \frac{m}{n} = \frac{2.50 \text{ g}}{5.30 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 472 \text{ g/mol}$$

Calcolare la tensione di vapore a 60°C di una soluzione di saccarosio ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ottenuta sciogliendo 10.0 g dello zucchero in 225 g di acqua. La tensione di vapore dell'acqua pura a questa temperatura è pari a 149.4 mmHg.

$$\Delta P = \chi_{\text{soluto}} \cdot P_{\text{solvente}}^{\circ} \qquad \chi_{\text{soluto}} = \frac{n_{C_{12}H_{22}O_{12}}}{n_{C_{12}H_{22}O_{12}} + n_{H_2O}}$$

$$MM_{C_{12}H_{22}O_{12}} = 342.34 \text{ g/mol}$$

$$n_{C_{12}H_{22}O_{12}} = \frac{m}{MM} = \frac{10.0 \text{ g}}{342.34 \text{ g/mol}} = 2.92 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$MM_{H_2O} = 18.02 \text{ g/mol} \qquad n_{H_2O} = \frac{m}{MM} = \frac{225 \text{ g}}{18.02 \text{ g/mol}} = 12.5 \text{ mol}$$

$$\chi_{C_{12}H_{22}O_{12}} = \frac{n_{C_{12}H_{22}O_{12}}}{n_{C_{12}H_{22}O_{12}} + n_{H_2O}} = \frac{2.92 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{(2.92 \cdot 10^{-2} + 12.5) \text{ mol}} = 2.33 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta P = \chi_{C_{12}H_{22}O_{12}} \cdot P_{H_2O}^{\circ} = 2.33 \cdot 10^{-3} \cdot 149.4 \text{ mmHg} = 0.348 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{soluzione}} = P_{H_2O}^{\circ} - \Delta P = (149.4 - 0.348) \text{ mmHg} = 149.1 \text{ mmHg}$$

Una sostanza organica ha la seguente composizione: %C = 19.99%, %H = 6.72%, %N = 46.65%, %O = 26.64%. Una soluzione preparata solubilizzando 5.406 g di tale composto in 200.00 g di acqua congela alla temperatura di -0.84°C . Determinare la formula molecolare della sostanza organica. ($K_{cr} = 1.86^{\circ}\text{C kg/mol}$)

FORMULA MINIMA:

Per 100 g di sostanza:

$$\begin{aligned}
 m_C = 19.99 \text{ g} &\rightarrow n_C = \frac{m_C}{MM_C} = 1.664 \text{ mol} && /1.664 \text{ mol} \rightarrow 1 \\
 m_H = 6.72 \text{ g} &\rightarrow n_H = \frac{m_H}{MM_H} = 6.653 \text{ mol} && /1.664 \text{ mol} \rightarrow 4 \\
 m_N = 46.65 \text{ g} &\rightarrow n_N = \frac{m_N}{MM_N} = 3.330 \text{ mol} && /1.664 \text{ mol} \rightarrow 2 \\
 m_O = 26.64 \text{ g} &\rightarrow n_O = \frac{m_O}{MM_O} = 1.665 \text{ mol} && /1.664 \text{ mol} \rightarrow 1
 \end{aligned}$$

$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$

FORMULA MOLECOLARE:

$$m_{\text{soluto}} = 5.406 \text{ g} \qquad m_{\text{H}_2\text{O}} = 200.00 \text{ g} = 0.20000 \text{ kg} \qquad T_{cr} = -0.84^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{cr} = T_{cr}^0 - T_{cr} = 0^{\circ}\text{C} - (-0.84^{\circ}\text{C}) = 0.84^{\circ}\text{C} \qquad \Delta T_{cr} = K_{cr} \cdot m \cdot i$$

$$m = \frac{\Delta T_{cr}}{K_{cr} \cdot i} = \frac{0.84^{\circ}\text{C}}{1.86^{\circ}\text{C kg/mol}} = 0.45 \text{ kg/mol} \qquad n_{\text{soluto}} = m \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} = 0.090 \text{ mol}$$

$$MM = \frac{m_{\text{soluto}}}{n_{\text{soluto}}} = 60 \text{ g/mol} \qquad \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$$

La tensione di vapore dell'acqua a 26°C è 25.10 torr. Calcolare di quanto si abbassa la tensione di vapore di una soluzione preparata solubilizzando 3.423 g di glucosio ($C_6H_{12}O_6$) in 60.00 g di acqua pura a 26°C.

$$m_{C_6H_{12}O_6} = 3.423 \text{ g} \quad MM_{C_6H_{12}O_6} = 180.18 \text{ g/mol}$$

$$n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{m}{MM} = 0.01900 \text{ mol}$$

$$m_{H_2O} = 60.00 \text{ g} \quad MM_{H_2O} = 18.02 \text{ g/mol} \quad n_{H_2O} = 3.330 \text{ mol}$$

$$\chi_{C_6H_{12}O_6} = \frac{n_{C_6H_{12}O_6}}{n_{C_6H_{12}O_6} + n_{H_2O}} = \frac{0.01900 \text{ mol}}{(0.01900 + 3.330) \text{ mol}} = 5.673 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta P = \chi_{C_6H_{12}O_6} \cdot P_{H_2O}^0 = 5.673 \cdot 10^{-3} \cdot 25.10 \text{ torr} = 0.1424 \text{ torr}$$