Rastvori

- Računski zadaci -

Dr Aleksandra Rakić

Asistent sa doktoratom

Molski i zapreminski udeo

Molski udeo (x) ili molski procenat (x%) predstavlja odnos broja molova pojedinačne komponente (n_i) i ukupnog broja molova ($\sum_i n_i$):

$$x = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

$$x\% = \frac{n_i}{\sum_i n_i} \cdot 100\%$$

Zapreminski procenat (Vol%) prikazuje odnos zapremina pojedinačnih komponenti i ukupne zapremine rastvora pomnožene sa 100%:

$$Vol\% = \frac{V_i}{\sum_i V_i} \cdot 100\%$$

Zadatak 1. Smeša gasova sadrži: 20 g O_2, 70 g N_2, 5 g He i 5 g H_2. Odrediti molski udeo O_2 u smeši.

$m_{O_2} = 20$ g

$m_{N_2} = 70$ g

$m_{He} = 5$ g

$m_{H_2} = 5$ g

_____

$x(O_2) = ?$

$$x(O_2) = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{N_2} + n_{He} + n_{H_2}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$x(O_2) = \frac{\dfrac{m_{O_2}}{M(O_2)}}{\dfrac{m_{O_2}}{M(O_2)} + \dfrac{m_{N_2}}{M(N_2)} + \dfrac{m_{He}}{M(He)} + \dfrac{m_{H_2}}{M(H_2)}}$$

Zadatak 1. Smeša gasova sadrži: 20 g O_2, 70 g N_2, 5 g He i 5 g H_2. Odrediti molski udeo O_2 u smeši.

$m_{O_2} = 20$ g

$m_{N_2} = 70$ g

$m_{He} = 5$ g

$m_{H_2} = 5$ g

_____

$x(O_2) = ?$

A $(O) = 16$ g/mol

A $(N) = 14$ g/mol

A $(He) = 4$ g/mol

A $(H) = 1$ g/mol

$$M_r(O_2) = 2 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 16 \text{ g/mol} = 32 \text{ g/mol}$$

$$M(O_2) = 32 \frac{g}{mol}$$

$$M(N_2) = 28 \frac{g}{mol}$$

$$M(H_2) = 2 \frac{g}{mol}$$

Zadatak 1. Smeša gasova sadrži: 20 g O_2, 70 g N_2, 5 g He i 5 g H_2. Odrediti molski udeo O_2 u smeši.

$m_{O_2} = 20$ g

$m_{N_2} = 70$ g

$m_{He} = 5$ g

$m_{H_2} = 5$ g

_____

$x(O_2) = ?$

$$x(O_2) = \frac{\dfrac{20\ g}{32\ \frac{g}{mol}}}{\dfrac{20\ g}{32\ \frac{g}{mol}} + \dfrac{70\ g}{28\ \frac{g}{mol}} + \dfrac{5\ g}{4\ \frac{g}{mol}} + \dfrac{5\ g}{2\ \frac{g}{mol}}}$$

$$x(O_2) = \frac{0{,}625\ mol}{0{,}625\ mol + 2{,}5\ mol + 1{,}25\ mol + 2{,}5\ mol}$$

$$x(O_2) = \frac{0{,}625\ mol}{6{,}875\ mol} = 0{,}0909$$

Zadatak 2. Koliko mL rastvora etanola zapreminskog procenta 70% a koliko mL destilovane vode je potrebno dodati kako bi se pripremilo 25 mL rastvora etanola zapreminskog procenta 35%?

$Vol\%_{rastvor\ 1} = 70\%$
$Vol\%_{rastvor\ 2} = 35\%$
$V_{rastvor\ 2} = 25\ mL$

_____

$V_{rastvor\ 1} = ?$
$V_{H_2O} = ?$

I način

$$Vol\% = \frac{V_{rs}}{V_r} \cdot 100\%$$

$$Vol\%_{rastvor\ 2} = \frac{V_{rs}}{V_{rastvor\ 2}} \cdot 100\%$$

$$35\% = \frac{V_{rs}}{25mL} \cdot 100\%$$

$$V_{rs} = \frac{35\% \cdot 25mL}{100\%} = 8,75mL$$

Zadatak 2. Koliko mL rastvora etanola zapreminskog procenta 70% a koliko mL destilovane vode je potrebno dodati kako bi se pripremilo 25 mL rastvora etanola zapreminskog procenta 35%?

$Vol\%_{rastvor\ 1} = 70\%$

$Vol\%_{rastvor\ 2} = 35\%$

$V_{rastvor\ 2} = 25\ mL$

_____

$V_{rastvor\ 1} = ?$

$V_{H_2O} = ?$

$$Vol\%_{rastvor\ 1} = \frac{V_{rs}}{V_{rastvor\ 1}} \cdot 100\%$$

$$70\% = \frac{V_{rs}}{V_{rastvor\ 1}} \cdot 100\%$$

$$V_{rastvor\ 1} = \frac{V_{rs} \cdot 100\%}{70\%} = \frac{8{,}75mL \cdot 100\%}{70\%} = 12{,}5mL$$

$$V_{H_2O} = V_{rastvor\ 2} - V_{rastvor\ 1} = 25mL - 12{,}5mL = 12{,}5mL$$

Zadatak 2. Koliko mL rastvora etanola zapreminskog procenta 70% a koliko mL destilovane vode je potrebno dodati kako bi se pripremilo 25 mL rastvora etanola zapreminskog procenta 35%?

$Vol\%_{rastvor\ 1} = 70\%$

$Vol\%_{rastvor\ 2} = 35\%$

$V_{rastvor\ 2} = 25\ mL$

_____

$V_{rastvor\ 1} = ?$

$V_{H_2O} = ?$

II način

$$Vol\%_{rastvor\ 1} \cdot V_{rastvor\ 1} = Vol\%_{rastvor\ 2} \cdot V_{rastvor\ 2}$$

$$70\ \% \cdot V_{rastvor\ 1} = 35\ \% \cdot 25\ ml$$

$$V_{rastvor\ 1} = \frac{35\ \% \ \cdot \ 25\ ml}{70\%} = \frac{875\ mL}{70} = 12{,}5\ mL$$

$$V_{H_2O} = 25\ mL - V_{rastvor\ 1} = 25\ mL - 12{,}5\ mL = 12{,}5\ mL$$

Molska i masena koncentracija

Molska koncentracija ili molaritet (c) je jedan od najčešćih načina prikazivanja koncentracije rastvora u praksi. Molaritet predstavlja broj molova rastvorene supstance ili rastvorka (n_{rs}) u određenoj zapremini rastvora (V_r):

$$c = \frac{n_{rs}}{V_r}$$

Jedinice molariteta su mol/dm^3, a može se pisati ekvivalent jedinice koja se naziva molaritet i obeležava velikim slovom M.

Masena koncentracija (γ) predstavlja masu rastvorene supstance odnosno rastvorka (m_{rs}) u određenoj zapremini rastvora (V_r):

$$\gamma = \frac{m_{rs}}{V_r}$$

Jedinice masene koncentracije su g/dm^3.

Zadatak 3. Koliko je grama K_2SO_4 potrebno odmeriti za pripremu 120 cm³ rastvora kalijum-sulfata masene koncentracije 1,58 g/L.

$V_r = \boxed{120 \text{ cm}^3}$

$\gamma = 1{,}58 \text{ g/L}$

_____

$m_{K_2SO_4} = ?$

$V_r = 120 \text{ cm}^3 = 120 \text{ mL} = 120 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0{,}120 \text{ L}$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$
$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$$
$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 10^3 \text{ mL}$$
$$1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L}$$

$$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$$
$$1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$$
$$1 \text{ cm}^3 = \frac{1}{10^3} \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ dm}^3$$

Zadatak 3. Koliko je grama K_2SO_4 potrebno odmeriti za pripremu 120 cm³ rastvora kalijum-sulfata masene koncentracije 1,58 g/L.

$V_r = 0{,}120 \text{ L}$

$\gamma = 1{,}58 \text{ g/L}$

_____

$m_{K_2SO_4} = ?$

$$\gamma = \frac{m_{K_2SO_4}}{V_r}$$

$$m_{K_2SO_4} = \gamma \cdot V_r$$

$$m_{K_2SO_4} = 1{,}58 \frac{g}{L} \cdot 0{,}120 \text{ L}$$

$$m_{K_2SO_4} = 0{,}1896 \text{ g} = 0{,}190 \text{ g}$$

Zadatak 3. Kolika je molarna koncentracija rastvora dobijenog dodavanjem 350 cm³ vode u 400 cm³ rastvora NaOH čija je masena koncentracija 7,0 mg/cm³.

$\Delta V_{H_2O} = 350$ cm³

$V_{r1} = 400$ cm³

$\gamma_1 = 7{,}0 \dfrac{mg}{cm^3}$

_____

$c_2 = ?$

$\Delta V_{H_2O} = 350 \text{ cm}^3 = 350 \text{ mL} = 350 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0{,}350 \text{ L}$

$V_{r1} = 400 \text{ cm}^3 = 400 \text{ mL} = 400 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0{,}400 \text{ L}$

$\gamma_1 = 7{,}0 \dfrac{mg}{cm^3} = 7{,}0 \dfrac{10^{-3}g}{mL} = 7 \dfrac{10^{-3}g}{10^{-3} \text{ L}} = 7{,}0 \dfrac{g}{L}$

Zadatak 3. Kolika je molarna koncentracija rastvora dobijenog dodavanjem 350 cm³ vode u 400 cm³ rastvora NaOH čija je masena koncentracija 7,0 mg/cm³.

$\Delta V_{H_2O} = 0,350 \text{ L}$

$V_{r1} = 0,400 \text{ L}$

$\gamma_1 = 7,0 \dfrac{g}{L}$

_____

$c_2 = ?$

$$c_1 = \frac{n_{NaOH}}{V_{r1}} \qquad\qquad \gamma = \frac{m_{NaOH}}{V_{r1}}$$

$$n_{NaOH} = \frac{m_{NaOH}}{M(NaOH)}$$

$$c_1 = \frac{\dfrac{m_{NaOH}}{M(NaOH)}}{V_{r1}}$$

$$c_1 = \frac{1}{M(NaOH)} \cdot \frac{m_{NaOH}}{V_{r1}} = \frac{1}{M(NaOH)} \cdot \gamma_1$$

Zadatak 3. Kolika je molarna koncentracija rastvora dobijenog dodavanjem 350 cm^3 vode u 400 cm^3 rastvora NaOH čija je masena koncentracija 7,0 mg/cm^3.

$\Delta V_{H_2O} = 0,350$ L

$V_{r1} = 0,400$ L

$\gamma_1 = 7,0 \dfrac{g}{L}$

_____

$c_2 = ?$

$$c_1 = \frac{1}{M(NaOH)} \cdot \gamma_1$$

$$M_r(NaOH) = A_r(Na) + A_r(O) + A_r(H) =$$

$$= (23 + 16 + 1) \text{ g/mol} = 40 \text{ g/mol}$$

$$M(NaOH) = 40 \frac{g}{mol}$$

$$c_1 = \frac{7 \frac{g}{L}}{40 \frac{g}{mol}} = 0,175 \frac{mol}{L} = 0,175 \text{ M}$$

Zadatak 3. Kolika je molarna koncentracija rastvora dobijenog dodavanjem 350 cm³ vode u 400 cm³ rastvora NaOH čija je masena koncentracija 7,0 mg/cm³.

$\Delta V_{H_2O} = 0,350 \text{ L}$

$V_{r1} = 0,400 \text{ L}$

$\gamma_1 = 7,0 \dfrac{g}{L}$

$\mathbf{c_1 = 0,175 \ M}$

_____

$c_2 = ?$

$$n_{NaOH,1} = n_{NaOH,2}$$

$$c_1 \cdot V_{r1} = c_2 \cdot V_{r2}$$

$$c_1 \cdot V_{r1} = c_2 \cdot \left(V_{r1} + \Delta V_{H_2O}\right)$$

$$c_2 = \frac{c_1 \cdot \Delta V_{r1}}{V_{r1} + V_{H_2O}}$$

$$c_2 = \frac{0,175 \frac{mol}{L} \cdot 0,400 \text{ L}}{0,400 \text{ L} + 0,350 \text{ L}} = \frac{0,070 \text{ mol}}{0,750 \text{ L}} = 0,093 \frac{mol}{L}$$

$$c_2 = 0,093 \text{ M}$$

Molalitet

Molalitet rastvora (b) prikazuje koncentraciju rastvora izraženu preko odnosa broja molova rastvorene supstance (n_{rs}) i mase rastvarača date u kilogramima ($m_{rastvarač}$).

$$b = \frac{n_{rs}}{m_{rastvarač}}$$

Jedinice molaliteta su mol/kg.

Zadatak 4. Koliko grama NaCl je potrebno za pripremanje 250 g rastvora u kome je molalitet NaCl 1,63 mol/kg?

$m_r = 250$ g

$b = 1,63 \dfrac{\text{mol}}{\text{kg}}$

_____

$m_{NaCl} = ?$

$$b = \frac{n_{NaCl}}{m_{H_2O}}$$

$$n_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{M(NaCl)}$$

$$b = \frac{m_{NaCl}}{M(NaCl)} \cdot \frac{1}{m_{H_2O}}$$

$$M(NaCl) = 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Zadatak 4. Koliko grama NaCl je potrebno za pripremanje 250 g rastvora u kome je molalitet NaCl 1,63 mol/kg?

$m_r = 250 \text{ g}$

$b = 1,63 \dfrac{\text{mol}}{\text{kg}}$

_____

$m_{NaCl} = ?$

$$m_r = m_{NaCl} + m_{H_2O}$$

$$m_{H_2O} = m_r - m_{NaCl}$$

$$b = \frac{m_{NaCl}}{M(NaCl) \cdot (m_r - m_{NaCl})}$$

$$b \cdot M(NaCl) \cdot (m_r - m_{NaCl}) = m_{NaCl}$$

$$b \cdot M(NaCl) \cdot m_r - b \cdot M(NaCl) \cdot m_{NaCl} = m_{NaCl}$$

$$b \cdot M(NaCl) \cdot m_r = b \cdot M(NaCl) \cdot m_{NaCl} + m_{NaCl}$$

$$b \cdot M(NaCl) \cdot m_r = (b \cdot M(NaCl) + 1) \cdot m_{NaCl}$$

Zadatak 4. Koliko grama NaCl je potrebno za pripremanje 250 g rastvora u kome je molalitet NaCl 1,63 mol/kg?

$m_r = 250 \text{ g}$

$b = 1{,}63 \dfrac{\text{mol}}{\text{kg}}$

_____

$m_{NaCl} = ?$

$$m_{NaCl} = \frac{b \cdot M(NaCl) \cdot m_r}{b \cdot M(NaCl) + 1}$$

$$m_{NaCl} = \frac{1{,}63 \dfrac{\text{mol}}{10^3 \text{g}} \cdot 58{,}5 \dfrac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 250 \text{ g}}{1{,}63 \dfrac{\text{mol}}{10^3 \text{g}} \cdot 58{,}5 \dfrac{\text{g}}{\text{mol}} + 1}$$

$$m_{NaCl} = \frac{0{,}0954 \cdot 250 \text{ g}}{0{,}0954 + 1} = \frac{23{,}85 \text{ g}}{1{,}0954} = 21{,}77 \text{ g}$$

Međusobna preračunavanja različitih načina izražavanja koncentracije

– Ukoliko je prilikom preračunavanja koncentracije rastvora neophodna promena mase u broj molova rastvorka ili obrnuto neophodno je znati molsku masu rastvorka.

– Ukoliko preračunavanje koncentracije rastvora uključuje promenu zapremine rastvora u masu rastvarača tada je neophodno da je poznata gustina rastvora.

Zadatak 5. Izračunati molaritet rastvora hlorovodnične kiseline masenog udela 0,05 i gustine 0,9968 g/cm³.

$\omega = 0,05$

$\rho_r = 0,9968 \dfrac{g}{cm^3}$

$c = ?$

$$c = \frac{n_{HCl}}{V_r}$$

$$\omega = \frac{m_{HCl}}{m_r}$$

$$m_{HCl} = \omega \cdot m_r$$

$$n_{HCl} = \frac{m_{HCl}}{M(HCl)}$$

$$n_{HCl} = \frac{\omega \cdot m_r}{M(HCl)}$$

$$c = \frac{\omega \cdot m_r}{M(HCl)} \cdot \frac{1}{V_r}$$

$$\rho_r = \frac{m_r}{V_r}$$

$$c = \frac{\omega \cdot \rho_r}{M(HCl)}$$

Zadatak 5. Izračunati molaritet rastvora hlorovodnične kiseline masenog udela 0,05 i gustine 0,9968 g/cm³.

$\omega = 0{,}05$

$\rho_r = 0{,}9968 \dfrac{g}{cm^3}$

_____

$c =?$

$$c = \frac{\omega \cdot \rho_r}{M(HCl)}$$

$$c = \frac{0{,}05}{36{,}5 \frac{g}{mol}} \cdot 0{,}9968 \frac{g}{cm^3} = 0{,}001365 \frac{mol}{cm^3}$$

$$c = 1{,}365 \cdot 10^{-3} \frac{mol}{cm^3} = 1{,}365 \frac{mol}{10^3 cm^3} = 1{,}365 \frac{mol}{dm^3}$$

$$c = 1{,}365 \text{ M}$$

Zadatak 6. Masena koncentracija 32,0% rastvora hlorovodonične kiseline iznosi 377,6 g/L. Odrediti molaritet ovog rastvora kao i njegovu gustinu.

$\omega\% = 32,0\ \%$

$\gamma = 377,6\dfrac{\text{g}}{\text{L}}$

_____

$\rho_r = ?$

$c = ?$

$$\omega\% = \frac{m_{HCl}}{m_r} \cdot 100\% \qquad\qquad \gamma = \frac{m_{HCl}}{V_r}$$

$$\rho_r = \frac{m_r}{V_r}$$

$$\omega\% = \frac{m_{HCl}}{\rho_r \cdot V_r} \cdot 100\%$$

$$\omega\% = \frac{\gamma}{\rho_r} \cdot 100\%$$

Zadatak 6. Masena koncentracija 32,0% rastvora hlorovodonične kiseline iznosi 377,6 g/L. Odrediti molaritet ovog rastvora kao i njegovu gustinu.

$\omega\% = 32,0\ \%$

$\gamma = 377,6\dfrac{g}{L}$

_____

$\rho_r = ?$

$c = ?$

$$\frac{\omega\%}{\gamma} = \frac{100\%}{\rho_r}$$

$$\rho_r = \frac{\gamma}{\omega\%} \cdot 100\%$$

$$\rho_r = \frac{377,6\dfrac{g}{L}}{32,0\ \%} \cdot 100\% = 1180\frac{g}{L}$$

$$\rho_r = 1180\frac{g}{10^3\,mL} = 1180 \cdot 10^{-3}\frac{g}{mL} = 1,180\frac{g}{mL}$$

Zadatak 6. Masena koncentracija 32,0% rastvora hlorovodonične kiseline iznosi 377,6 g/L. Odrediti molaritet ovog rastvora kao i njegovu gustinu.

$$\omega\% = 32,0\ \%$$

$$\gamma = 377,6\frac{g}{L}$$

$$\rho_r = ?$$
$$c = ?$$

$$c = \frac{n_{HCl}}{V_r} = \frac{m_{HCl}}{V_r} \cdot \frac{1}{M(HCl)} = \frac{\gamma}{M(HCl)}$$

$$M(HCl) = 36,5\frac{g}{mol}$$

$$c = \frac{\gamma}{M(H_2O_2)} = \frac{377,6\frac{g}{L}}{36,5\frac{g}{mol}} = 10,3\frac{mol}{L} = 10,3\ M$$

Hvala na pažnji

Uvod u laboratorijski rad školska 2021/2022. godina