

Karta pracy IV/2a – roztwory i sposoby wyrażania stężeń roztworów

I. Układ i układ dyspersyjny

- ❖ **Układ** – wyodrębniony obszar materii oddzielony od otoczenia wyraźnymi granicami
- ❖ **Otoczenie** – to wszystko to, co znajduje się poza układem
- ❖ **Faza układu** – jednorodna pod względem fizycznym część układu oddzielona od reszty układu wyraźną powierzchnią rozdziału
- ❖ **Składnik układu** – substancja o określonych właściwościach fizykochemicznych
- ❖ **Układ dyspersyjny** – układ składający się z fazy rozproszonej (**zdyspergowanej** f_z) i fazy rozpraszającej (**dyspersyjnej** – f_d)
- ❖ **Podział układów dyspersyjnych ze względu na stan skupienia f_z i f_d**

Stan skupienia f_d	Stan skupienia f_z	Przykłady
Gaz	Gaz	Roztwory gazowe (np. powietrze atmosferyczne)
	Ciecz	Mgła, aerozol, chmury
	Ciało stałe	Dym, kurz
Ciecz	Gaz	Piany
	Ciecz	Roztwory właściwe - rzeczywiste (np. wodny roztwór kwasu octowego, alkoholu), emulsje (np. olej w wodzie, benzyna – węglowodory ciekłe rozpuszczone w sobie)
	Ciało stałe	Roztwory właściwe - rzeczywiste (np. roztwór wodny sacharozy, soli), koloidy (np. żelatyna w wodzie, krochmal), zawiesiny (np. gips z wodą)
Ciało stałe	Gaz	Piana stała (np. pumeks, ser żółty)
	Ciecz	Gąbka nasycona wodą
	Ciało stałe	Stopy metali (np. brąz, tombak, mosiądz)

II. Kryteria podziału mieszanin – układów dyspersyjnych:

- ❖ **Mieszanina to układ przynajmniej dwuskładnikowy składający się z fazy dyspergowanej (rozpraszanej) i dyspergującej (rozpraszającej)**
- ❖ **Kryterium średnicy cząsteczek fazy dyspergowanej**
 - **Układ jednorodny – homogeniczny:**
 - ✓ **Roztwory rzeczywiste (właściwe)**
 - Jednakowe właściwości fizykochemiczne w każdym elemencie objętości układu
 - średnica cząsteczek fazy rozproszonej (zdyspergowanej) $< 1\text{nm}$ (10^{-9}m)
 - **Układ niejednorodny – heterogeniczny** – w obrębie układu występują obszary o odmiennych właściwościach
 - ✓ **Koloidy** – średnica cząsteczek fazy rozproszonej (zdyspergowanej) zawarta w przedziale od 1 do 200nm,
 - ✓ **Koloidy** dzielą się na:
 - **zole liofilowe** – „lubiące”- mające powinowactwo do rozpuszczalnika,
 - **zole liofobowe** – „niełubiące”- niemające powinowactwa do rozpuszczalnika.
 - ✓ **Zawiesiny** - średnica cząsteczek fazy rozproszonej (zdyspergowanej) $> 200\text{nm}$, cząsteczki te podlegają siłom grawitacji więc następuje ich separacja z fazy dyspergującej (rozpraszającej) – zjawisko sedymentacji.
- ❖ **Kryterium składu chemicznego i stanu skupienia fazy rozpraszanej i rozpraszającej:**
 - jednoskładnikowe (np. woda + para wodna + lód)
 - wieloskładnikowe (np. roztwór wodny soli, kwasu, wodorotlenku)

- jednorodne (np. etanol + woda),
- jednofazowe (np. wodny roztwór cukru),
- wielofazowe (np. kropelki wody – powietrze = mgła, powietrze + sadza).

III. Blony półprzepuszczalne – umożliwiają przenikanie cząsteczek fazy rozpraszającej (rozpuszczalnika), natomiast są nieprzepuszczalne dla cząsteczek fazy rozproszonej

IV. Sposoby wyrażania stężeń roztworów

❖ **Stężenia procentowe (C_p) [%]** – określa procent masowy (wagowy) substancji rozpuszczonej w roztworze

➤ $C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$ gdzie:

- ✓ m_s – masa substancji rozpuszczonej,
- ✓ m_r – masa roztworu
- ✓ $m_{rozp.}$ – masa rozpuszczalnika
- ✓ $m_r = m_{rozp.} + m_s$

▪ interpretacja stężeń molowych:

- roztwór 5% - w 100g roztworu znajduje się 5g rozpuszczonej substancji,
- roztwór 0,1% - w 100g roztworu znajduje się 0,1g rozpuszczonej substancji,
- roztwór 12,5% - w 100g roztworu znajduje się 12,5g rozpuszczonej substancji,

❖ **Stężenie molowe (C_m) [mol/dm^3]** – określa liczbę moli substancji rozpuszczonej w 1dm^3 roztworu

➤ $C_m = \frac{n}{V_r}$ gdzie:

- ✓ n – liczba moli substancji rozpuszczonej
- ✓ V_r – objętość roztworu w dm^3
- ✓ d_r – gęstość roztworu [g/cm^3] lub [g/dm^3]
- ✓ $n = \frac{m_s}{M}$
- ✓ $d_r = \frac{m_r}{V_r}$

▪ interpretacja stężeń molowych:

- stężenie $0,5\text{mol/dm}^3$ – w 1dm^3 roztworu znajduje się 0,5 mola sub. rozpuszczonej
- stężenie $2,5\text{mol/dm}^3$ – w 1dm^3 roztworu znajduje się 2,5 mola sub. rozpuszczonej
- stężenie 15mol/dm^3 – w 1dm^3 roztworu znajduje się 15 moli sub. rozpuszczonej

❖ **Przeliczanie stężeń roztworów:**

➤ $C_m = \frac{C_p \cdot d_r}{100\% \cdot M}$

➤ $C_p = \frac{C_m \cdot M \cdot 100\%}{d_r}$

➤ **Uwaga: gęstość:** g/dm^3 , np. $d_{\text{wody}} = 1\text{g/cm}^3 = 1000\text{g/dm}^3$

V. Przykładowe zadania z rozwiązaniami

Zad.1. Oblicz stężenie procentowe i molowe nasyconego wodnego roztworu AgNO_3 jeżeli rozpuszczalność azotanu(V) srebra w wodzie o temp. 10°C wynosi 160g a gęstość tego roztworu wynosi $2,5\text{g/cm}^3$.

Rozwiązanie:

➤ **Obliczenie masy roztworu**

$$\checkmark m_r = m_s + m_{\text{rozp}} = 160\text{g} + 100\text{g} = 260\text{g}$$

➤ **Obliczenie C_p roztworu**

$$\checkmark C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\% = \frac{160\text{g}}{260\text{g}} \cdot 100\% = 61,54\%$$

➤ **Obliczenie C_m roztworu**

✓ **Obliczenie masy molowej**

$$M_{\text{AgNO}_3} = 170\text{g/mol},$$

✓ **Obliczenie liczby moli**

$$n = \frac{m_s}{M} = \frac{160\text{g}}{170\text{g/mol}} = 0,94\text{mola}$$

✓ **Obliczenie objętości roztworu**

$$V_r = \frac{m_r}{d_r} = \frac{260\text{g}}{2,5\text{g/cm}^3} = 104\text{cm}^3 = 0,104\text{dm}^3.$$

✓ **Obliczenie stężenia molowego**

$$\checkmark C_m = \frac{n}{V_r} = \frac{0,94\text{mol}}{0,104\text{dm}^3} = 9\text{mol/dm}^3$$

Zad.2. Rozpuszczalność gazowego amoniaku w wodzie w temp. 293K i pod ciśnieniem 1013hPa wynosi 702dm^3 w 1dm^3 wody. Oblicz stężenie procentowe i molowe nasyconego roztworu amoniaku, jeżeli jego gęstość wynosi $0,89\text{g/cm}^3$.

Rozwiązanie:

❖ obliczenie liczby moli gazu i jego masy: (dla p w $[\text{hPa}]$ $R = 83,1\text{ hPa}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$)

$$\checkmark n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1013\text{hPa} \cdot 702\text{dm}^3}{83,1\text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293\text{K}} = 29,2\text{mol}$$

$$\checkmark m_s = n \cdot M_{\text{NH}_3} = 29,2\text{mol} \cdot 17\text{g/mol} = 496,4\text{g}$$

❖ obliczenie masy rozpuszczalnika i masy roztworu

$$\checkmark m_{\text{H}_2\text{O}} = 1000\text{cm}^3 \cdot 1\text{g/cm}^3 = 1000\text{g} \quad (\text{dla wody należy przyjąć gęstość } 1\text{g/cm}^3).$$

$$\checkmark m_r = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_s = 1000\text{g} + 496,4\text{g} = 1496,4\text{g}$$

❖ obliczenie stężenia procentowego roztworu

$$\checkmark C_p = \frac{m_s}{m_r} = \frac{496,4\text{g}}{1496,4\text{g}} \cdot 100\% = 33,1\%$$

❖ obliczenie stężenia molowego roztworu

$$\bullet d_r = 0,89\text{g/cm}^3 = 890\text{g/dm}^3$$

$$\checkmark C_m = \frac{C_p \cdot d_r}{100\% \cdot M} = \frac{33,1\% \cdot 890\text{g/dm}^3}{100\% \cdot 17\text{g/mol}} = 17,32\text{mol/dm}^3$$

Zad.3. W 150 gramach wody rozpuszczono 35,5g tlenku fosforu(V). Otrzymano roztwór kwasu ortofosforowego(V) o gęstości $1,153\text{g/cm}^3$. Oblicz stężenie molowe i procentowe otrzymanego roztworu.

Rozwiązanie:

❖ Obliczenie masy roztworu:

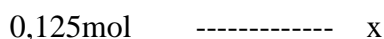
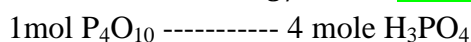
$$\checkmark m_r = m_{\text{rozp}} + m_s = 150\text{g} + 35,5\text{g} = 185,5\text{g}$$

❖ Obliczenie liczby moli substancji rozpuszczonej:



$$M_{\text{P}_4\text{O}_{10}} = 284\text{g/mol}$$

$$\checkmark n_{\text{P}_4\text{O}_{10}} \frac{m_s}{M} = \frac{35,5\text{g}}{284\text{g/mol}} = 0,125\text{mol}$$



$$x = 0,5\text{mol kwasu}$$

❖ Obliczenie objętości roztworu:

$$\checkmark V_r = \frac{m_r}{d_r} = \frac{185,5\text{g}}{1,153\text{g/cm}^3} = 161\text{cm}^3 = 0,161\text{dm}^3$$

❖ Obliczenie stężenia molowego roztworu

$$\checkmark C_m = \frac{n}{V_r} = \frac{0,5\text{mol}}{0,161\text{dm}^3} = 3,11\text{mol/dm}^3$$

❖ Obliczenie stężenia procentowego roztworu:

✓ Obliczenie masy otrzymanego kwasu (m_s)

$$M_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 98\text{g/mol} \quad m_s = n \cdot M = 0,5\text{mol} \cdot 98\text{g/mol} = 49\text{g}$$

$$\checkmark C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\% = \frac{49\text{g}}{185,5\text{g}} \cdot 100\% = 26,42\%$$

✓ **Drugi sposób**

$$\checkmark C_p = \frac{C_m \cdot M \cdot 100\%}{d_r} = \frac{3,11\text{mol/dm}^3 \cdot 98\text{g/mol} \cdot 100\%}{1153\text{g/dm}^3} = 26,43\%$$

Zad.4. Oblicz, ile gramów NaOH i ile gramów wody należy użyć aby otrzymać 250g roztworu o stężeniu 2,5%.

Rozwiązanie:

❖ Dane: $C_p = 2,5\%$; $m_s = ?$; $m_r = 250\text{g}$; $m_{\text{rozp.}} = m_r - m_s$

$$\checkmark C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\% = \frac{m_s}{250\text{g}} \cdot 100\%$$

$$\checkmark 2,5\% = \frac{m_s}{250\text{g}} \cdot 100\%$$

$$\checkmark m_s = \frac{2,5\% \cdot 250\text{g}}{100\%} = 6,25\text{g NaOH}$$

$$\checkmark m_{\text{rozp.}} = m_r - m_s = 250\text{g} - 6,25\text{g} = 243,75\text{g wody}$$

Drugi sposób:

✓ 100g 2,5% roztworu ----- 2,5g sub. rozpuszczonej

250g ----- x

$$x = 6,25\text{g} = m_s$$