



**Konsultacje Obliczenia chemiczne
17 stycznia 2023**

dr Elżbieta Milewska

ZAKŁAD ANALIZY I BIOANALIZY LEKÓW

**PUBLIKACJA DOFINANSOWANA ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA
W RAMACH PROGRAMU MINISTRA EDUKACJI I NAUKI
POD NAZWĄ BIOLOGIA I CHEMIA PO AKADEMICKU 2
NR PROJEKTU SONP/SP/548089/2022
KWOTA DOFINANSOWANIA
33 100 zł
CAŁKOWITA WARTOŚĆ PROJEKTU
37 100 zł**



Omawiane zagadnienia

- Stężenie procentowe
- Stężenie molowe
- Przeliczanie stężeń
- Rozcieńczanie roztworów
- Zatężanie roztworów
- Mieszanie roztworów
- Rozpuszczalność

Podstawowe pojęcia

MOL

jednostka liczności (ilości) materii, podstawowa jednostka w układzie SI; liczność materii układu równą $6,022 \cdot 10^{23}$

ROZTWÓR

jednorodna mieszanina substancji, tj. mieszanina stanowiąca jedną fazę; mogą występować w różnych stanach skupienia: gazowym (mieszaniny gazów), ciekłym (gaz, ciało stałe lub ciecz, rozpuszczone w cieczy), stałym (gaz okludowany w metalu, roztwór stały); najczęściej termin ten stosuje się do roztworów ciekłych, rzadziej stałych

GĘSTOŚĆ

wielkość fizyczna, charakteryzująca rozkład przestrzenny rozważanej wielkości fizycznej, np. masy, siły, pędu, energii, ładunku elektrycznego; w chemii gęstość roztworu wyrażamy wzorem $d = m_r / V_r$

STĘŻENIE

koncentracja; sposób określania zawartości składnika (B) w danym układzie (w danej substancji)

Stężenie procentowe

Stężenie procentowe C_p wyraża liczbę gramów substancji rozpuszczonej, która znajduje się w 100 g roztworu.

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

gdzie:

- m_s – masa substancji rozpuszczonej [g];
- m_r – masa roztworu [g];

$$m_r = m_s + m_{\text{rozpuszczalnika}}$$

Stężenie procentowe

Przykład: 1 mol NaOH rozpuszczono w 260 cm³ wody. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu wodorotlenku (gęstość wody 1g/cm³).

Rozwiązanie:

$$m_{NaOH} = n_{NaOH} \times M_{NaOH} = 40 \text{ g}$$

$$m_{H_2O} = d_{H_2O} \times V_{H_2O} = 260 \text{ g}$$

$$m_r = m_{NaOH} + m_{H_2O} = 300 \text{ g}$$

$$C_p = \frac{40 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100\% = \mathbf{13,3\%}$$

Stężenie molowe

Stężenie molowe C_M określa liczbę moli substancji zawartych w 1 dm³ (1000 cm³) roztworu. Jednostką stężenia molowego jest mol/dm³, co często w uproszczeniu zapisuje się jako „M”):

$$C_m = \frac{n}{V_r} = \frac{m_s}{V_r \cdot M_s}$$

gdzie:

- n – liczba moli substancji rozpuszczonej [**mol**];
- V_r – objętość roztworu [**dm³**];
- M_s – masa molowa substancji rozpuszczonej [$\frac{\mathbf{g}}{\mathbf{mol}}$].

Stężenie molowe

Przykład: W 400 g wody rozpuszczono 40 g substancji o masie molowej 56 g/mol i otrzymano roztwór o gęstości $d=1,40 \text{ g/cm}^3$. Oblicz stężenie molowe tego roztworu

Rozwiązanie:

$$n = \frac{40g}{56 \frac{g}{mol}} = 0,714 \text{ mol}$$

$$m_r = 400g + 40g = 440g$$

$$V_r = \frac{m_r}{d} = \frac{440g}{1,40 \frac{g}{cm^3}} = 314,3cm^3$$

$$C_m = \frac{0,714 \text{ mol}}{0,3143 \text{ dm}^3} = 2,3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Przeliczanie stężeń

Poniżej zamieszczono sposób obliczania stężenia procentowego, przy wykorzystaniu w tym celu stężenia molowego, oraz sposób obliczania stężenia molowego, przy wykorzystaniu podanego stężenia procentowego:

$$C_m = \frac{C_p \times d}{M \times 100\%}$$

$$C_p = \frac{C_m \times M \times 100\%}{d}$$

Przeliczanie stężeń

Przykład: Ile moli bromku sodu znajduje się w 0,3 dm³ 16% roztworu o gęstości 1,6 g/cm³. W obliczeniach przyjmij przybliżone wartości mas molowych: M_{Na} = 23 g/mol, M_{Br} = 80 g/mol. Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie:

$$C_m = \frac{16\% \times 1600 \frac{g}{dm^3}}{103 \frac{g}{mol} \times 100\%} = 2,49 \frac{mol}{dm^3}$$

$$C_m = \frac{n_{NaBr}}{V}$$

$$n_{NaBr} = C \times V = 2,49 \frac{mol}{dm^3} \times 0,3 dm^3 = 0,8 \text{ mola}$$

Rozcieńczanie roztworów

Pamiętaj !!!

Podczas rozcieńczania roztworu, masa (liczba moli) substancji rozpuszczonej nie zmienia się/ zmienia się wyłącznie mianownik

Przykład:

Do 530 cm³ roztworu kwasu solnego o stężeniu 2,2 M ($d=1,06$ g/cm³) dodano 200 g wody. Oblicz stężenie procentowe i molowe uzyskanego roztworu, wiedząc że jego gęstość wynosi 1,03 g/cm³.

Rozwiązanie:

$$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol}$$

W podanej objętości znajduje się $2,2 \times 0,53 = 1,166$ mola HCl, czyli $1,166 \times 36,5 = 42,559$ g tego związku.

Początkowa masa roztworu wynosi: $530 \times 1,06 = 561,8$ g.

Masa roztworu po dodaniu wody wynosi $561,8 + 200 = 761,8$ g

Końcowa objętość roztworu wynosi $761,8 / 1,03 = 739,6$ cm³

Stężenie procentowe po rozcieńczeniu: $C_p = (42,559 / 761,8) \times 100 = 5,59\%$

stężenie molowe: $C_M = 1,166 / 0,7396 = 1,58$ M

Zatężanie roztworów

Pamiętaj!!!

Podczas zatężania roztworu, masa (liczba moli) substancji rozpuszczonej nie zmienia się/ zmienia się wyłącznie mianownik

Przykład: Z 300 cm³ roztworu chlorku sodu o stężeniu 11 % ($d = 1,1 \text{ g/cm}^3$) odparowano 18 g wody. Oblicz stężenie końcowe roztworu.

Rozwiązanie:

Początkowa masa roztworu:

$$m = 300 \times 1,1 = 330 \text{ g}$$

Masa chlorku sodu zawarta w roztworze:

$$330 \times 11/100 = 36,3 \text{ g NaCl}$$

Po odparowaniu wody masa roztworu wynosi:

$$330 \text{ g} - 18 \text{ g} = 312 \text{ g}$$

Końcowe stężenie roztworu :

$$C_p = (36,3/312) \times 100 = 11,6\%$$

Mieszanie roztworów

Obliczenia stężenia roztworu powstałego w wyniku zmieszania roztworów o innym stężeniu zaczynamy od obliczenia masy substancji rozpuszczonej, obecnej w obu roztworach oraz końcowej masy (lub objętości) uzyskanego roztworu. Następnie obliczamy końcowe stężenie roztworu.

Przykład: Zmieszano 120 g 50 % roztworu kwasu siarkowego(VI)($d = 1,40 \text{ g/cm}^3$) z 590 g roztworu tego związku o stężeniu 1,1 M ($d = 1,06 \text{ g/cm}^3$). Oblicz stężenie molowe i procentowe uzyskanego roztworu, jeśli jego gęstość wynosi $1,12 \text{ g/cm}^3$. $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$

Rozwiązanie:

Objętość roztworu 2 wynosi $590/1,06 = 556,6 \text{ cm}^3$

Masa H_2SO_4 zawartego w zmieszanych roztworach wynosi odpowiednio:

1. $120 \cdot 50/100 = 60 \text{ g}$

2. $1,1 \cdot 0,5566 = 0,6123 \text{ mol}$,

czyli $0,6123 \cdot 98 = 60 \text{ g}$

Masa końcowa roztworu wynosi $120 + 590 = 710 \text{ g}$

Końcowa objętość roztworu: $710/1,12 = 634 \text{ cm}^3$

Stężenie procentowe: $CP = ((60+60)/710)/100 = 16,9 \%$

Stężenie molowe: $CM = ((60+60)/98)/0,634 = 1,93 \text{ M}$

Mieszanie roztworów

Pamiętaj!!!

Podczas mieszania roztworów tej samej substancji, masy substancji (licznik) oraz masy roztworów (mianownik) należy zsumować.

Zwróć uwagę czy mieszana jest ta sama substancja czy dwie różne (możliwość reakcji chemicznej)

Rozpuszczalność

Rozpuszczalność to maksymalna liczba gramów substancji, którą można rozpuścić w **100g rozpuszczalnika**, np. wody, w danej temperaturze i pod danym ciśnieniem, aby otrzymać **roztwór nasycony**

Rozpuszczalność to cecha, czyli właściwość (fizyczna) substancji, a rozpuszczanie – to proces fizyczny

Rozpuszczalność substancji zależy od:

- rodzaju substancji
- rodzaju rozpuszczalnika
- temperatury
- w przypadku gazów – także od ciśnienia

Rozpuszczalność ciał stałych, z reguły, wzrasta ze wzrostem temperatury. Rozpuszczalność gazów maleje ze wzrostem temperatury, a rośnie ze wzrostem ciśnienia.

Rozpuszczalność

Przykład: Rozpuszczalność amoniaku w wodzie w temperaturze 20°C i pod ciśnieniem atmosferycznym wynosi 52 g w 100 g wody. Oblicz stężenie procentowe nasyconego wodnego roztworu amoniaku w temperaturze 20°C i pod ciśnieniem atmosferycznym. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie:

$$m_r = m_s + m_{H_2O} = 52g + 100g = 152g$$

$$C_p = \frac{52g}{152g} \times 100\% = 34,2\%$$

Bibliografia

- 1. Witowski D., Witowski J.: Chemia. Tom 1. Zbiór zadań wraz z odpowiedziami 2002-2022, 2020, Oficyna Wydawnicza Nowa Matura**
- 2. Rola-Noworyta A., Pazdro K.: Chemia. Zbiór zadań dla liceum i technikum. Zakres rozszerzony , 2015, Oficyna Wydawnicza Krzysztof Pazdro**