



**Konsultacje Chemia nieorganiczna
22 lutego 2022**

dr Elżbieta Milewska

ZAKŁAD ANALIZY I BIOANALIZY LEKÓW



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



DOFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA
PROGRAM SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI
- POPULARYZACJA NAUKI I PROMOCJA SPORTU MINISTRA EDUKACJI I NAUKI
Biologia i Chemia po akademicku
DOFINANSOWANIE
40 000 zł
CAŁKOWITA WARTOŚĆ
45 000 zł

Plan prezentacji

- 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 $0,3 \text{ dm}^3$ 16% roztworu o gęstości $1,6 \text{ g/cm}^3$. W obliczeniach przyjmij przybliżone wartości mas molowych: $M_{\text{Na}} = 23 \text{ g/mol}$, $M_{\text{Br}} = 80 \text{ g/mol}$. Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie:

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

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

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

Rozcieńczanie roztworów

Pamiętaj!!!

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

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

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

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**