

Przeliczanie jednostek stężenia

W praktyce chemicznej często zachodzi konieczność przeliczenia stężenia roztworu z jednych jednostek na inne, np. zamiana stężenia procentowego roztworu na stężenie molowe

W czasie przeliczania stężenia molowego na procentowe i odwrotnie wykorzystujemy równania na proporcje;

$$\frac{100 \text{ g} - C_p (\%)}{1000 \times d - x \text{ (g)}}$$

gdzie: d - gęstość roztworu (g/cm^3)

Ponieważ stężenie molowe możemy wyrazić równaniem $C_m = x / M$, więc równania na proporcje możemy zapisać

$$\frac{100 \text{ g} - C_p (\%)}{1000 \times d - C_m \cdot M \text{ (g)}}$$

gdzie - M - masa molowa substancji

Związek między stężeniem molowym i procentowym wyrażony wzorem (wyprowadzony z równań na proporcję), możemy zapisać.

$$C_m = \frac{10 \cdot d \cdot C_p}{M}$$

- **Przykład 1**

Oblicz stężenie molowe 13,45% roztworu Na_2CO_3 , którego gęstość wynosi $d = 1,14 \text{ g/cm}^3$
Rozwiązanie Najpierw obliczamy masę 1 dm^3 roztworu. Wynosi ona $1000 \text{ cm}^3 \cdot 1,14 \text{ g/cm}^3 = 1140 \text{ g}$. Z równań na proporcję obliczamy masę Na_2CO_3 .

100 g roztworu zawiera 13,45 g Na_2CO_3
w 1140 g roztworu jest x g Na_2CO_3

$$x = (13,45 \cdot 1140) / 100 = 153,33 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

Ponieważ masa molowa M Na_2CO_3 wynosi 106 g/mol to 153,33 g odpowiada 1,45 mola, ponieważ $153,33 : 106,0 = 1,45$.
Rozwiązanie z wykorzystaniem wzoru

$$C_m = (10 \cdot d \cdot C_p) / M = (10 \cdot 1,14 \cdot 13,45) / 106,0 = 1,45 \text{ mol/dm}^3$$

Odpowiedź Roztwór jest 1,45 molowy

- **Przykład 2**

Oblicz stężenie procentowe 12,5 molowego roztworu KOH, którego gęstość wynosi $d = 1,48 \text{ g/cm}^3$

Rozwiązanie Masa molowa $M(\text{KOH}) = 56,11 \text{ g/mol}$. Ponieważ roztwór jest 12,5 molowy, to w

roztworze znajduje się $12,5 \text{ mol} * 56,11 \text{ g/mol} = 701,38 \text{ g KOH}$. Masa 1 dm³ roztworu ma masę $1000 \text{ cm}^3 * 1,48 \text{ g/cm}^3 = 1480 \text{ g}$.

Jeżeli 1480 g roztworu zawiera 701,38 g KOH
to 100 g roztworu zawiera x g KOH

$$x = (701,38 * 100) / 1480 = 47,4 \text{ g KOH}$$

A to oznacza, że w 100 gramach roztworu jest 47,4 g KOH
Taki sam wynik osiągniemy korzystając z wzoru na przeliczanie jednostek stężenia (patrz wyżej)

Odpowiedź 12,5 molowy roztwór KOH jest 47,4%

Mieszanie roztworów o różnych stężeniach

Po rozcieńczeniu roztworu czystym rozpuszczalnikiem albo po zmieszaniu roztworów tej samej substancji o różnych stężeniach otrzymuje się nowy roztwór, w którym ilość substancji rozpuszczonej jest sumą jej ilości w roztworach wyjściowych, natomiast końcowe stężenie jest odwrotnie proporcjonalne do objętości lub masy roztworu końcowego.

Po zmieszaniu a jednostek masowych (lub objętościowych) roztworu o stężeniu A oraz b jednostek masowych (lub objętościowych) roztworu o stężeniu B, otrzymuje się a + b jednostek masowych (lub objętościowych) nowego roztworu o stężeniu C. Jeżeli $A > B$, to $A > C > B$.

Zawartość substancji rozpuszczonej w roztworach wyjściowych i końcowym jest jednakowa, zatem:

$$a * A + b * B = (a + b) * C \quad \text{stąd}$$

$$a / b = (C - B) / (A - C)$$

Jest to reguła mieszania, którą można sformułować w następujący sposób.

Ilości roztworów mieszanych są odwrotnie proporcjonalne do różnicy między stężeniami roztworów wyjściowych i stężeniem otrzymanego roztworu końcowego.

Posługując się regułą mieszania w obliczeniach należy pamiętać, że ilości roztworów wyraża się w jednostkach masowych, gdy ich stężenia są podane w procentach, natomiast w jednostkach objętościowych dla roztworów o stężeniach wyrażonych w mol/dm³.

Jeżeli miesza się roztwory, których stężenia podane są w różnych jednostkach, należy najpierw wyrazić w tych samych jednostkach, a następnie stosować regułę mieszania

Duże udogodnienie w obliczaniu stężenia roztworu powstałego ze zmieszania dwóch roztworów tej samej substancji, ale o różnych stężeniach, lub podczas rozcieńczania roztworu, daje schemat krzyżowy (metoda krzyżowa) wynikający z reguły mieszania:

A	--	C - B	=	a _A
	\ /			
	C			
	/ \			
B	--	A - C	=	b _B

Po lewej stronie wypisuje się stężenia roztworów wyjściowych (A) i (B), w środku krzyża żądane stężenie roztworu (C), a po prawej stronie różnice stężeń, przy czym należy zawsze odejmować od większej wartości stężenia wartość mniejszą.

Rozwinięcie schematu krzyżowego jest następujące: (C-B) jednostek roztworu o stężeniu A zmieszane z (A-C) jednostkami roztworu o stężeniu B daje (C-B) + (A-C), czyli (A-B) jednostek roztworu o stężeniu C.

- **Przykład 1**

Ile gramów wody należy dodać do 150 g 30% roztworu, aby otrzymać 22,5% roztwór?

Rozwiązanie Rezultat końcowy obliczeń można otrzymać kilkoma sposobami:

a) W 150 g 30% roztworu znajduje się:

w 100 g roztworu znajduje się 30 g substancji

w 150 g roztworu znajduje się x g substancji

$$x = 150 \times 30 / 100 = 45 \text{ g substancji.}$$

Taka sama masa substancji musi znajdować się również w roztworze po rozcieńczeniu.

Jeżeli 100 g roztworu zawiera 22,5 g substancji

to x g roztworu zawiera 45 g substancji

$$x = 45 \times 100 / 22,5 = 200 \text{ g roztworu}$$

Masa wody wynika z różnicy mas obu roztworów: $200 \text{ g} - 150 \text{ g} = 50 \text{ g}$

b) Stosując regułę mieszania otrzymuje się:

$$30 \times 150 / 100 + x - 0 / 100 = 22,5 (150 + x) / 100$$

$$x = 50 \text{ g}$$

c) Metoda krzyżowa:

30	--	22,5 - 0	=	22,5g
	\ /			
	22,5			
	/ \			
0	--	30 - 22,5	=	7,5g

czyli: 22,5 g 30% roztworu + 7,5 g wody = 30 g 22,5% roztworu, a stąd:

22,5 g 30% roztworu należy zmieszać z 7,5 g wody

150g 30% roztworu należy zmieszać z x g wody

$$x = 7,5 \times 150 / 22,5 = 50 \text{ g wody}$$

Aby otrzymać 22,5% roztwór należy do 150 g 30% roztworu dodać 50 wody.

- **Przykład 2**

Ile gramów 25% roztworu należy dodać do 350 g 55% roztworu, aby otrzymać roztwór 30%

Rozwiązanie

55%	--	30 - 25	=	5g
	\ /			
	30%			
	/ \			
25%	--	55 - 30	=	25g

- 5 g (55% roztworu) + 25 g (25% roztworu) = 30 g (30% roztworu)

Stąd

5g 55% roztworu należy zmieszać z 25 g 25% roztworu

350 g 55% roztworu należy zmieszać z x g 25% roztworu

- $x = 25 \times 350 / 5 = 1750$ g 25% roztworu

Aby otrzymać 30% roztwór należy do 350 g 55% roztworu dodać 1750 g 25% roztworu