

Stężenie procentowe ( $c_p$ ) roztworu jest to liczba gramów substancji rozpuszczonej zawarta w 100 g tego roztworu.

Zgodnie z tą definicją, aby obliczyć, jakie jest stężenie procentowe roztworu musimy znać:

1. Masa substancji rozpuszczonej wyrażoną w gramach:  $m_s$

2. Masa roztworu wyrażoną w gramach:  $m_r$

Masa roztworu jest, oczywiście, równa sumie mas rozpuszczalnika i substancji rozpuszczonej:  $m_r = m_r + m_s$

Na podstawie tych danych możemy obliczyć stężenie procentowe z następującej zależności:

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

### Zadanie 1

Obliczyć stężenie procentowe roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie 15 g cukru w 135 g wody.

Dane

1. Ilość czystej substancji:

$$m_s = 15 \text{ g}$$

2. Masa końcowa roztworu:

$$m_r = 135 \text{ g} + 15 \text{ g} = 150 \text{ g}$$

3. Stężenie procentowe

$$c_p = \frac{15 \text{ g}}{150 \text{ g}} \cdot 100\% = 10\%$$

Odp. Stężenie procentowe roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie 15 g cukru w 135 g wody wynosi **10%**.

### Zadanie 2

Do 50 g 50 % roztworu wodorotlenku sodowego dodano 2 g stałego NaOH. Obliczyć stężenie końcowe zasady.

Dane

$$m_1 = 50 \text{ g}$$

$$c_1 = 50 \%$$

$$m_2 = 2 \text{ g}$$

**1. Ilość czystej substancji:**  $m_s = m_{s1} + m_{s2}$

Ilość czystej substancji  $m_{s1}$ , która zawarta jest w 50 gramach 50% roztworu możemy obliczyć z zależności:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ g} - 50 \text{ g} \\ 50 \text{ g} - m_{s1} \\ \hline m_{s1} = 25 \text{ g} \end{array}$$

Ilość czystej substancji wprowadzona ze stałym wodorotlenkiem sodu:

$$m_{s2} = m_2 = 2 \text{ g}$$

Stąd:

$$m_s = 25 + 2 = 27 \text{ g}$$

**2. Masa końcowa roztworu:**  $m_r = m_1 + m_s = 50 + 2 = 52 \text{ g}$

**3. Stężenie procentowe**

$$\begin{array}{r} 52 \text{ g} - 27 \text{ g} \\ 100 \text{ g} - c_r \\ \hline c_r = 51.9 \% \end{array}$$

Odp. Stężenie procentowe roztworu wynosi **51.9%**.

**Stężenie molowe ( $c_m$ )** roztworu wyraża liczbę moli substancji rozpuszczonej zawartą w 1000 cm<sup>3</sup> roztworu (1 dm<sup>3</sup>).

Zgodnie z tą definicją, aby obliczyć, jakie jest stężenie molowe roztworu musimy znać:

**1. Liczbę moli substancji rozpuszczonej:  $n_s$**

Jeżeli mamy podaną masę substancji rozpuszczonej  $m_s$  i znamy jej masę molową  $M_s$

to liczbę moli możemy obliczyć z następującej zależności  $n_s = \frac{m_s}{M_s}$

**2. Objętość roztworu:  $V_r$**

Jeżeli mamy podaną masę roztworu ( $m_r$ ) oraz jego gęstość ( $d_r$ ) to z definicji gęstości:

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

możemy wyznaczyć objętość roztworu:  $V_r = \frac{m_r}{d_r}$ .

**3. Stężenie molowe:**

$$\frac{V_r - n_s}{1000 - c_m} \\ c_m = \frac{1000 \cdot n_s}{V_r}$$

**Zadanie 1**

Obliczyć stężenie molowe roztworu siarczanu (VI) sodu zawierającego 23.8 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> w 0.5 dm<sup>3</sup> roztworu.

Dane:

$$m_s = 23.8 \text{ g}$$

$$M_s = 119 \text{ g/mol}$$

$$V_r = 0.5 \text{ dm}^3$$

**1. Ilość moli czystej substancji:**

$$n_s = \frac{m_s}{M_s} = \frac{23.8}{119} = 0.2 \text{ mola}$$

**2. Objętość roztworu:**

$$V = 0.5 \text{ dm}^3$$

**3. Stężenie molowe:**

$$\frac{0.5 \text{ dm}^3 - 0.2 \text{ mola}}{1.0 \text{ dm}^3 - c_m} \\ c_m = 0.4 \text{ mol/dm}^3$$

Odp. Stężenie molowe roztworu wynosi 0.4 mol/dm<sup>3</sup>.

### Zadanie 2

Jakie jest stężenie molowe 15% kwasu solnego o gęstości  $d = 1,07 \text{ g/cm}^3$  ?

Dane

$$c_r = 15 \%$$

$$d_r = 1.07 \text{ g/cm}^3$$

$$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g mol}^{-1}.$$

Z definicji stężenia procentowego wiemy, że 100 gramach roztworu znajduje się 15 g czystego kwasu, to:

1. Ilość moli czystej substancji (15 g):

$$n_s = \frac{m_s}{M_s} = \frac{15}{36.5} = 0.41 \text{ mola}$$

2. Objętość roztworu (100g):

$$V_r = \frac{m_r}{d_r} = \frac{100}{1.07} = 93,46 \text{ cm}^3$$

3. Stężenie molowe:

$$\begin{array}{r} 93.46 \text{ cm}^3 \quad - \quad 0.41 \text{ mola} \\ \hline 1000 \quad - \quad c_m \\ c_m = 4.38 \text{ mol/dm}^3 \end{array}$$

Odp. Stężenie molowe 15% kwasu solnego wynosi **4.38 mol/dm<sup>3</sup>**.

### Zadanie 3

30 cm<sup>3</sup> 20% roztworu NaOH o gęstości  $d = 1.25 \text{ g/cm}^3$  rozpuszczono w 220 cm<sup>3</sup> wody. Obliczyć stężenie molowe końcowego roztworu.

Dane

$$V_1 = 30 \text{ cm}^3$$

$$c_1 = 20 \%$$

$$d_1 = 1.25 \text{ g/cm}^3$$

$$V_2 = 220 \text{ cm}^3$$

1. Ilość moli czystej substancji, którą wprowadziliśmy z 30 cm<sup>3</sup> 20 % roztworu korzystając z definicji stężenia procentowego:

$$\text{Obliczamy, jaką masę ma } 30 \text{ cm}^3 \quad m_1 = d_1 \cdot V_1 \quad m_1 = 30 \cdot 1.25 = 37.5 \text{ g}$$

Obliczamy ilość czystego wodorotlenku w 37.5 g roztworu:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ g} \quad - \quad 20 \text{ g} \\ 37.5 \text{ g} \quad - \quad m_{s1} \\ \hline \end{array}$$

$$m_{s1} = 7.5 \text{ g}$$

Obliczamy ilość moli czystej substancji  $n_s = m_s/M_s = 7.5/40 = \mathbf{0,1875 \text{ mola}}$

2. Objętość roztworu:  $V_r \quad V_r = V_1 + V_2 = 30 + 220 = \mathbf{250 \text{ cm}^3}$

3. Stężenie molowe:

$$\begin{array}{r} 250 \text{ cm}^3 \quad - \quad 0.1875 \text{ mola} \\ 1000 \text{ cm}^3 \quad - \quad c_m \\ \hline c_m = \mathbf{0.75 \text{ mol/dm}^3} \end{array}$$

Odp. Stężenie zasady wynosi **0.75 mol/dm<sup>3</sup>**.