

## Karta pracy IV/1a - Reakcje w roztworach: - rozpuszczanie, rozpuszczalność i krystalizacja

### I. Rozpuszczalność

1. **Rozpuszczalność** - maksymalna ilość gram substancji, która w określonej temperaturze rozpuszcza się w 100g rozpuszczalnika dając roztwór nasycony.

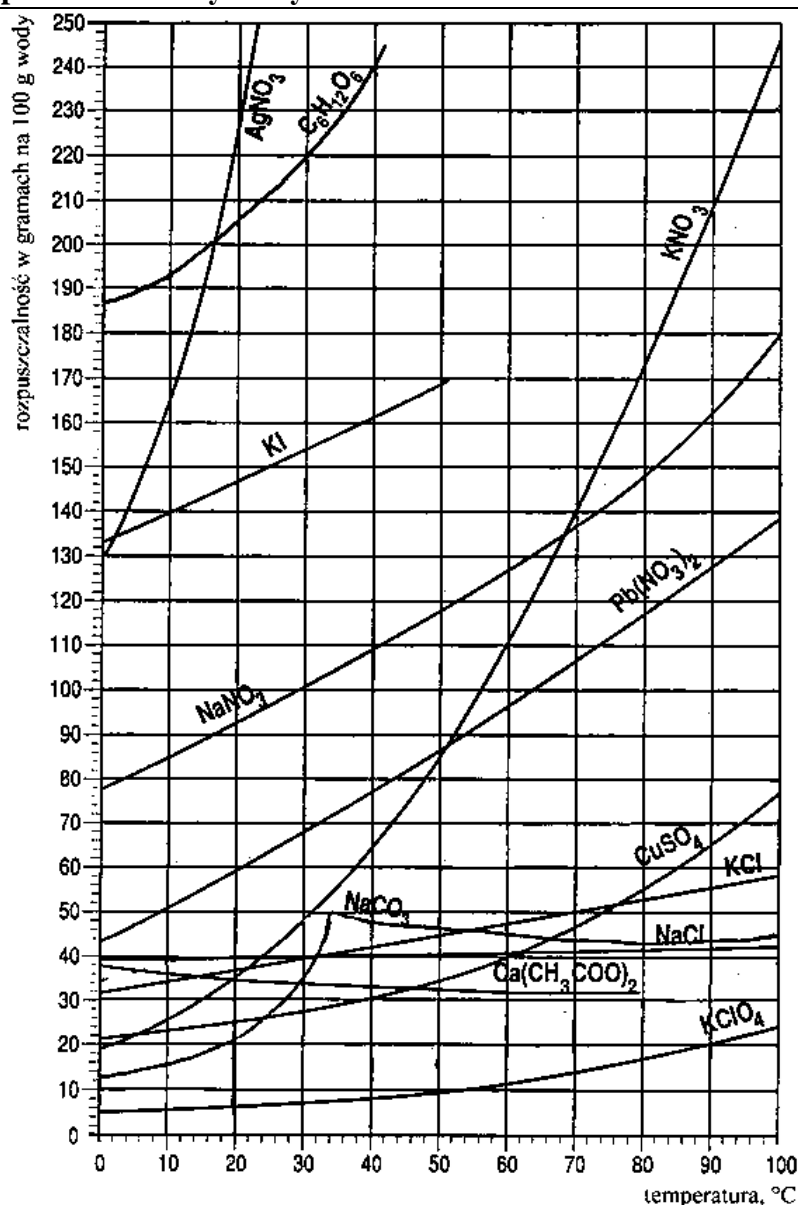
- **Roztwór nasycony** – to taki w którym ilość substancji rozpuszczonej jest równa jej rozpuszczalności,
- **Roztwór nienasycony** – ilość substancji rozpuszczonej jest mniejsza niż to wynika z jej rozpuszczalności,
- **Roztwór przesycony** – ilość substancji znajdującej się w roztworze jest większa niż to wynika z jej rozpuszczalności, czyli substancja w roztworze znajduje się w stanie równowagi dynamicznej między jej fazą rozpuszczoną i fazą nierozpuszczoną.

- ✓ Dla większości **substancji stałych** ich rozpuszczalność **wzrasta wraz ze wzrostem temperatury roztworu**,
- ✓ Dla **substancji gazowych** rozpuszczalność **maleje wraz ze wzrostem temperatury** a **wzrasta wraz ze wzrostem ciśnienia**.

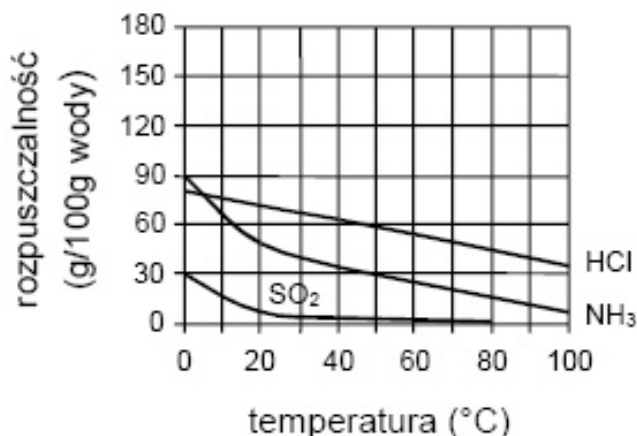
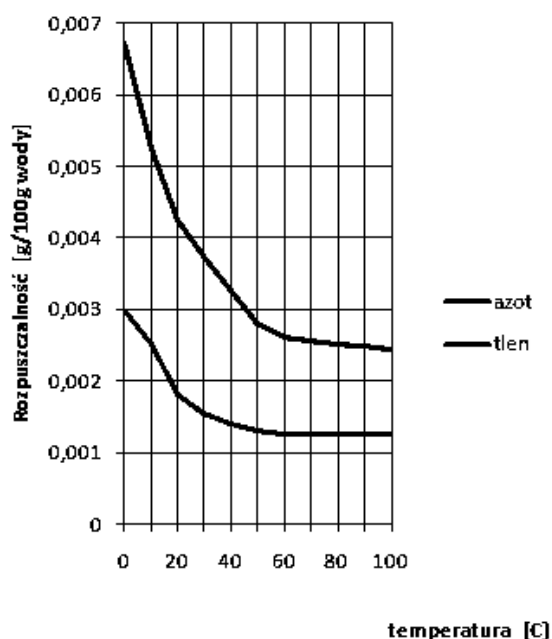
2. Sposoby wyrażania rozpuszczalności:

- **Liczba gramów substancji/ 100g rozpuszczalnika [g/100g]**

Rozpuszczalność wybranych soli w wodzie w zależności od temperatury



## Rozpuszczalność wybranych gazów w wodzie w zależności od temperatury



➤ Liczba moli substancji w 1dm<sup>3</sup> roztworu [**mol/dm<sup>3</sup>**]

- ✓  $\text{AgCl} - 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$
- ✓  $\text{AgBr} - 7,31 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$
- ✓  $\text{AgI} - 9,23 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$
- ✓  $\text{BaCO}_3 - 5,08 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$
- ✓  $\text{BaSO}_4 - 1,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$
- ✓  $\text{CaCO}_3 - 5,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$
- ✓  $\text{CaSO}_4 - 7,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$
- ✓

## II. Rozpuszczanie i efekty towarzyszące procesowi rozpuszczania;

**Roztworzenie** – rozpuszczanie, któremu towarzyszą reakcje chemiczne, np. reakcja sodu z wodą, reakcja metalu z kwasem,

**Dylatacja** – zwiększenie objętości po wymieszanu rozpuszczalnika i substancji rozpuszczonej jako wynik powiększenia się dotychczasowych odległości między cząsteczkami,

**Kontrakcja** – zmniejszenie objętości w wyniku zmniejszenia się odległości między cząsteczkami (np. woda + alkohol daje zmniejszenie objętości ok. 3%)

**Effekt energetyczny rozpuszczania substancji** jest sumą efektów energetycznych poszczególnych etapów rozpuszczania: np. w przypadku rozpuszczania kryształów jonowych w rozpuszczalnikach polarnych (woda, etanol)

**Etap I (E<sub>1</sub>)** – rozerwanie oddziaływań międzycząsteczkowych w rozpuszczalniku (wiązań wodorowych w zasocjowanych aglomeratach wody) [etap endoenergetyczny](#).

**Etap II (E<sub>2</sub>)** - Wyrwanie jonów z węzłów sieci krystalicznej przez dipole wody i zniszczenie kryształu jonowego – [etap endoenergetyczny](#).

**Etap III (E<sub>3</sub>)** – solwatacja (uwodnienie - hydratacja) jonów przez dipole wody – [proces egzoenergetyczny](#).

- ❖ Jeżeli  $E_1 + E_2 < E_3$  to kryształ jonowy jest rozpuszczalny w wodzie, jeżeli  $E_1 + E_2 > E_3$  to związek jest praktycznie nierozpuszczalny lub bardzo słabo rozpuszczalny, jego rozpuszczalność można zwiększyć przez podgrzanie roztworu (dostarczenie energii do układu).

**III. Krystalizacja** – proces odwrotny do rozpuszczania, efekty energetyczne odwrócone w stosunku do procesu rozpuszczania

#### Przykładowe zadania :

**Zad.1.** Na podstawie tabeli rozpuszczalności podaj (odczytaj) rozpuszczalność  $KNO_3$  w temperaturach: 273K, 293K, 298K, 313K, 333K, 353K, 373K i uzupełnij tabelę:

**Rozwiązanie:**

|             |             |             |             |              |              |              |
|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 273K/0°C    | 293K/20°C   | 298K/25°C   | 313K/40°C   | 333K/60°C    | 353K/80°C    | 373K/100°C   |
| 13,64g/100g | 31,93g/100g | 38,31g/100g | 62,87g/100g | 109,20g/100g | 170,27g/100g | 242,47g/100g |

**Zad. 2.** Oblicz, ile gramów  $KNO_3$  ulegnie krystalizacji jeżeli 85,68g nasyconego roztworu tej soli w temp. 100°C schłodzi się do temp. 60°C.

**Rozwiązanie:**

- Obliczenie masy nasyconego roztworu w temp. 100°C:
  - ✓  $m_r = 100g \text{ wody} + 242,47g \text{ soli} = 342,47g$
- Obliczenie masy soli zawartej w 80g nasyconego roztworu w 100°C
  - ✓ 
$$\begin{array}{rcl} 342,47g \text{ roztworu} & \text{-----} & 242,47g \text{ soli} \\ 85,68g & \text{-----} & x \end{array}$$
  - $$x = 60,66g \text{ soli}$$
- Obliczenie masy rozpuszczalnika (wody) w 85,68g roztworu
  - ✓  $m_{H_2O} = 85,68g - 60,66g = 25,02g = 25g \text{ wody}$
- Obliczenie masy soli, która rozpuści się w 25g wody w temp. 60°C dając roztwór nasycony:
  - ✓ 
$$\begin{array}{rcl} 100g \text{ wody} & \text{-----} & 109,20g \\ 25g & \text{-----} & x \end{array}$$
  - $$x = 27,30g \text{ soli}$$
- Obliczenie masy soli, która ulegnie krystalizacji po schłodzeniu roztworu:
  - ✓  $m = 60,66g - 27,30g = 33,36g$

**Zad. 3.** Oblicz, ile gramów  $KNO_3$  trzeba dodatkowo rozpuścić w 125g nasyconego roztworu tej soli w temp. 0°C aby otrzymać roztwór nasycony w temp. 25°C.

**Rozwiązanie:**

- Obliczenie masy soli rozpuszczalnej w 125 g nasyconego roztworu w temp. 0°C:
  - ✓ Obliczenie masy nasyconego roztworu:
    - $m_r = 100g \text{ wody} + 13,64g \text{ soli} = 113,64g$
    - $$\begin{array}{rcl} 113,64g \text{ roztworu} & \text{-----} & 13,64g \text{ soli} \\ 125,00g \text{ roztworu} & \text{-----} & x \end{array}$$
    - $$x = 15g \text{ soli}$$

- Obliczenie masy wody w nasyconym roztworze w temp. 0°C:  
✓  $m_{H_2O} = 125g - 15g = 120g$
- Obliczenie masy soli rozpuszczonej w 120g wody w temp. 25°C:  
✓ 
$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ g wody} & \text{-----} & 38,31 \text{ g soli} \\ 120 \text{ g wody} & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 45,97 \text{ g soli} \end{array}$$
- Obliczenie masy soli, którą należy dodać aby otrzymać roztwór nasycony:  
✓  $m = 45,97g - 15g = 30,97 \text{ g soli}$

**Zad. 4.** Oblicz, ile gramów wody należy odparować z 250g nasyconego roztworu  $KNO_3$  w temp. 40°C aby z roztworu wytrącić tle soli, ile znajduje się w 150g nasyconego roztworu tej soli w temp. 20°C.

**Rozwiązanie:**

- Obliczenie masy soli zawartej w 250g nasyconego roztworu w temp. 40°C:  
✓  $m_r = 100g \text{ wody} + 62,87g \text{ soli} = 162,87g$   
$$\begin{array}{rcl} 162,87 \text{ g roztworu} & \text{-----} & 62,87 \text{ g soli} \\ 250,00 \text{ g roztworu} & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 96,5 \text{ g soli} \end{array}$$
- Obliczenie masy soli zawartej w 150g nasyconego roztworu w temp. 20°C:  
✓  $m_r = 100g \text{ wody} + 31,93g = 131,93g$   
$$\begin{array}{rcl} 131,93 \text{ g roztworu} & \text{-----} & 31,93 \text{ g soli} \\ 150,00 \text{ g roztworu} & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 36,3 \text{ g soli (do wytrącenia – krystalizacji)} \end{array}$$
- Obliczenie masy soli rozpuszczonej (w roztworze o temp. 40°C) po odparowaniu wody:  
✓  $m = 96,5 \text{ g} - 36,3 \text{ g} = 60,2g$
- Obliczenie masy wody w której ulegnie rozpuszczeniu 60,20g soli:  
✓ 
$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ g wody} & \text{-----} & 62,87 \text{ g soli} \\ x & \text{-----} & 60,20 \text{ g soli} \\ \hline & & x = 95,75 \text{ g wody} \end{array}$$
- Obliczenie masy wody w 250g nasyconego roztworu:  
✓  $m_{H_2O} = 250 \text{ g roztworu} - 96,5g \text{ soli} = 153,5g$
- Obliczenie masy wody do odparowania:  
✓  $m_{H_2O} = 153,5g - 95,75g = 57,75g$

## Karta pracy IV/1b – rozpuszczanie i rozpuszczalność

Nazwisko i imię: ..... Ocena .....

**Zad. 1** . Na podstawie danych zawartych w tabeli dot. rozpuszczalności substancji [g/100g]:

| ?                       | 0°C           | 20°C           | 25°C           | 40°C           | 60°C           | 80°C           | 100°C          |
|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <i>KOH</i>              | <i>94,93g</i> | <i>113,68g</i> | <i>120,75g</i> | <i>137,53g</i> | <i>146,91g</i> | <i>161,78g</i> | <i>182,49g</i> |
| <i>MgCl<sub>2</sub></i> | <i>51,42g</i> | <i>55,23g</i>  | <i>56,01g</i>  | <i>58,15g</i>  | <i>61,21g</i>  | <i>65,62g</i>  | <i>72,86g</i>  |
| <i>ZnSO<sub>4</sub></i> | <i>41,04g</i> | <i>53,85g</i>  | <i>57,73g</i>  | <i>70,36g</i>  | <i>72,71g</i>  | <i>66,39g</i>  | <i>60,26g</i>  |

- sporządź krzywe rozpuszczalności [g/100g] wodorotlenku potasu i chlorku magnezu, siarczanu(VI) cynku(II)
- na podstawie wykreślonych krzywych rozpuszczalności:
  - ✓ podaj rozpuszczalność KOH i  $\text{MgCl}_2$  w temp.  $30^\circ\text{C}$
  - ✓ podaj dwie temp. w których rozpuszczalność  $\text{ZnSO}_4$  ma identyczną wartość.

**Zad.2.** \*Oblicz, ile gramów  $\text{MgCl}_2$  trzeba dodatkowo rozpuścić w 250g nasyconego roztworu tej soli o temp.  $20^\circ\text{C}$  aby otrzymać roztwór nasycony w temp.  $40^\circ\text{C}$ .

**Zad.3.** Oblicz, ile gramów wody należy odparować z 150g nasyconego roztworu KOH w temp. 60°C aby z roztworu wytrącić 25g KOH.

**Zad.4.** Oblicz, ile gramów siarczanu(VI) cynku(II) i wody znajduje się w 80g nasyconego roztworu o temp. 25°C.

**Zad.5.** Oblicz, ile gramów wody należy dodać do 14g  $\text{ZnSO}_4$  aby otrzymać roztwór nasycony w temp  $60^\circ\text{C}$ .

**Zad.6.** Oblicz, ile gramów chlorku magnezu należy dodać do 75g wody aby otrzymać nasycony roztwór o temp. 20°C.

**Rozwiązania:**

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.