Stężenie procentowe i rozpuszczalność

Stężenie procentowe

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

masa roztworu $$m_r = m_s + m_w$$

Gęstość roztworu

gęstość $$d = \frac{m}{V}$$

Masa i objętość dotyczą tej samej próbki; przy masie w gramach i objętości w cm³ gęstość wychodzi w g/cm³.

gęstość roztworu $$d = \frac{m_r}{V_r}$$

Rozpuszczalność

stężenie roztworu nasyconego

$$C_p = \frac{R}{R + 100\,\mathrm{g}} \cdot 100\%$$

Roztwór wodny nasycony w temperaturze, dla której podano R. R to masa substancji rozpuszczającej się w 100 g wody; C_p jest stężeniem procentowym masowym.

masa substancji w roztworze nasyconym

$$m_s = \frac{R \cdot m_w}{100\,\mathrm{g}}$$

Roztwór wodny nasycony w temperaturze, dla której podano R. R to masa substancji rozpuszczającej się w 100 g wody, m_w to masa wody, m_s to masa rozpuszczonej substancji; masy w gramach.

Rozcieńczanie i mieszanie

rozcieńczanie i zatężanie $$C_{p1} m_{r1} = C_{p2} m_{r2}$$

Dolewanie wody nie zmienia masy substancji, tylko masę roztworu: $C_{p1} \cdot m_{r1} = C_{p2} \cdot m_{r2}$, gdzie m_{r2} to m_{r1} powiększone o masę dolanej wody. Przy odparowaniu wody masa roztworu maleje, o ile substancja nie paruje razem z wodą i nie wytrąca się z roztworu. Zmienia się tylko masa rozpuszczalnika, a masa substancji rozpuszczonej jest stała. Wzór nie dotyczy dosypania substancji ani dolania innego roztworu: wtedy użyj wzoru na mieszanie roztworów.

mieszanie roztworów o stężeniu procentowym

$$C_{p1} m_{r1} + C_{p2} m_{r2} = C_{p3}\,(m_{r1} + m_{r2})$$

Gdy mieszamy dwa roztwory tej samej substancji, a nic się nie wytrąca ani nie ulatnia, masy roztworów są w stosunku $m_{r1} : m_{r2} = (C_{p3} - C_{p2}) : (C_{p1} - C_{p3})$. To ten sam wynik co ze wzoru na mieszanie, zapisany jako proporcja. Bilans oznaczanej substancji zakłada również, że nie reaguje ona podczas mieszania. Proporcja wymaga różnych stężeń wyjściowych, a C_{p3} musi leżeć między nimi; przy równych stężeniach każdy stosunek mas daje to samo stężenie. Bilans tej samej substancji bez reakcji, wytrącania ani ulatniania.

Dodatkowe miary składu

stężenie procentowe objętościowe

$$C_{V/V} = \frac{V_s}{V_r} \cdot 100\%$$

Objętości mierzone w tych samych jednostkach i temperaturze; V_r to objętość gotowego roztworu, nie suma objętości przed mieszaniem.

stężenie procentowe masowo-objętościowe

$$C_{m/V} = \frac{m_s\,[\mathrm{g}]}{V_r\,[\mathrm{ml}]} \cdot 100\%$$

Zapis m/V oznacza liczbę gramów składnika w 100 ml roztworu; oznaczenie jednostek jest częścią definicji.

ułamek molowy $$x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$$

Wszystkie ilości substancji w molach; suma ułamków molowych wynosi 1.

molalność roztworu $$b = \frac{n_s}{m_{\mathrm{rozp}}}$$

Masa rozpuszczalnika w kg, nie masa całego roztworu; b w mol/kg.

Tablica rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie: aniony, część 1

kation	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	CH_3COO^-	S^{2-}
Ag^+	T	T	T	R (234)	S (1,0) 20 °C	T
Al^{3+}	R (45,1)	R → d	R → d	R (68,9)	d	d
Ba^{2+}	R (37,0)	R (100)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d
Ca^{2+}	R (81,3)	R (156)	R (215)	R (144)	R (34,7)	T → d

kation	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	CH_3COO^-	S^{2-}
Cr^{3+}	R	R	R	R (81,2)	R	T → d
Cu^{2+}	R (75,7)	R (126)	—	R (145)	R (6,8)	T
Fe^{2+}	R (65,0)	R (120)	R	R (87,5)	R	T
Fe^{3+}	R (91,2)	R (455)	d	R (87,2)	—	d
K^+	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R → d
Mg^{2+}	R (56,0)	R (102)	R (146)	R (71,2)	R (65,6)	d
Mn^{2+}	R (77,3)	R (151)	R → d	R (161)	R (41)	T
NH_4^+	R (39,5)	R (78,3)	R (178)	R (213)	R (148) 4 °C	R → d
Na^+	R (36,0)	R (94,6)	R (184)	R (91,2)	R (50,4)	R (20,6)
Pb^{2+}	S (1,1)	S (1,0)	S (0,1)	R (59,7)	R (44,3) 20 °C	T
Sn^{2+}	R (178) 10 °C	R (85) 0 °C	S (0,98) 20 °C	R → d	—	T
Zn^{2+}	R (408)	R (488)	R (438)	R (120)	R (30,0) 20 °C	T

Tablica rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie: aniony, część 2

kation	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	CrO_4^{2-}	PO_4^{3-}	OH^-
Ag^+	T	S (0,8)	T	T	T	T → d
Al^{3+}	—	R (38,5)	—	T	T	T
Ba^{2+}	T	T	T	T	T	R (4,9)
Ca^{2+}	T	S (0,2)	T	S (2,0)	T	S (0,2) 20 °C
Cr^{3+}	—	R (64)	—	T	T	T
Cu^{2+}	T	R (22)	T → d	T	T	T
Fe^{2+}	T	R (29,5)	T	—	T	T
Fe^{3+}	—	R (440) 20 °C	—	T	T	T
K^+	R (106)	R (12,0)	R (111)	R (65,0)	R (106)	R (121)
Mg^{2+}	S (0,5)	R (35,7)	T	R (54,8)	T	T
Mn^{2+}	T	R (63,7)	T	T	T	T
NH_4^+	R (64,2)	R (76,4)	R → d	R (37,0)	R (18,3)	R (44,9)
Na^+	R (30,7)	R (28,1)	R (30,7)	R (87,6)	R (14,4)	R (100)
Pb^{2+}	T	T	T	T	T	T
Sn^{2+}	—	R (18,8) 19 °C	—	—	T	T
Zn^{2+}	S (0,2)	R (57,7)	T	R (3,1)	T	T

Tablica rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie. Rozpuszczalność w g/100 g wody, zwykle w 25 °C (inne temperatury podano w komórkach). R: >2; S: 0,1–2; T: <0,1. d: rozkład w wodzie; —: związek nietrwały, nieotrzymany lub brak danych.

Stężenie procentowe i rozpuszczalność

PEŁNA · CC BY 4.0

Symbole i jednostki

symbol	znaczenie	jednostka
b	molalność	$\mathrm{mol/kg}$
$C_{m/V}$	procent masowo-objętościowy	
C_p	stężenie procentowe roztworu	$\%$
C_{p1}	stężenie roztworu 1	$\%$
C_{p2}	stężenie roztworu 2	$\%$
C_{p3}	stężenie roztworu końcowego	$\%$
$C_{V/V}$	procent objętościowy	$\%$
d	gęstość roztworu	$\mathrm{g/cm^3}$
j	indeks	1
m	masa	g
m_r	masa roztworu	g
m_{r1}	masa roztworu 1	g
m_{r2}	masa roztworu 2	g
m_{rozp}	masa rozpuszczalnika	kg

symbol	znaczenie	jednostka
m_s	masa substancji rozpuszczonej	g
m_s	masa składnika w gramach	
m_w	masa wody (rozpuszczalnika)	g
n_i	ilość składnika	mol
n_j	ilość j-tego składnika	mol
n_s	ilość substancji rozpuszczonej	mol
R	rozpuszczalność: największa masa substancji, która rozpuszcza się w 100 g wody w danej temperaturze (roztwór nasycony)	g
V	objętość	$\mathrm{cm^3}$
V_r	objętość roztworu	$\mathrm{cm^3}$
V_r	objętość roztworu	ml
V_r	objętość roztworu w mililitrach	
V_s	objętość czystego składnika przed zmieszaniem (w tej samej temperaturze)	ml
x_i	ułamek molowy składnika	1