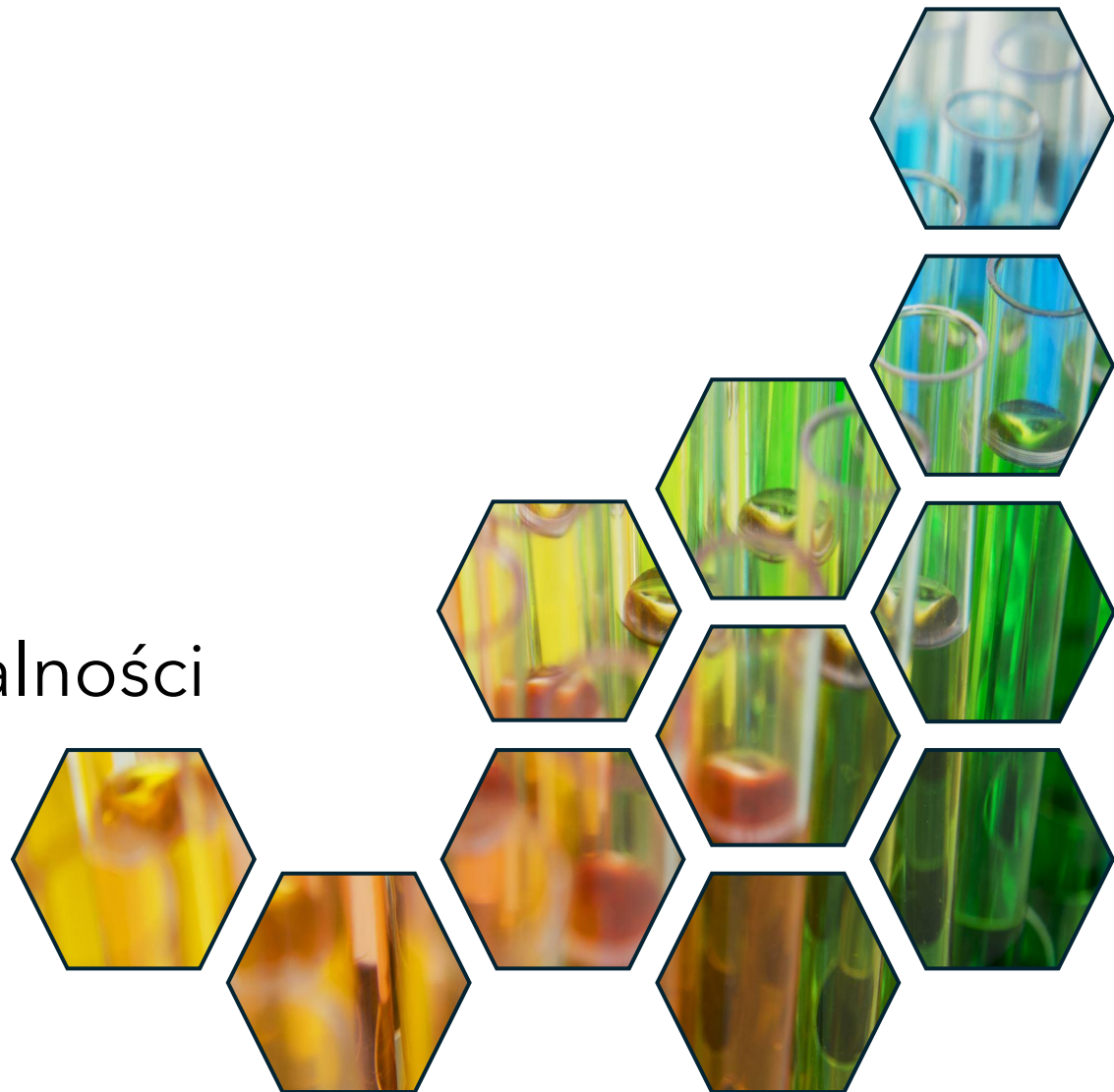




DYSOCJACJA

PLAN:

- Pojęcie dysocjacji
- Dysocjacja po stopieniu
- Dysocjacja w roztworach
- Moce i słabe elektrolity
- Dysocjacja a reakcja chemiczna
- Stopień dysocjacji
- Stała dysocjacji i iloczyn rozpuszczalności
- Prawo Ostwalda
- Zadania





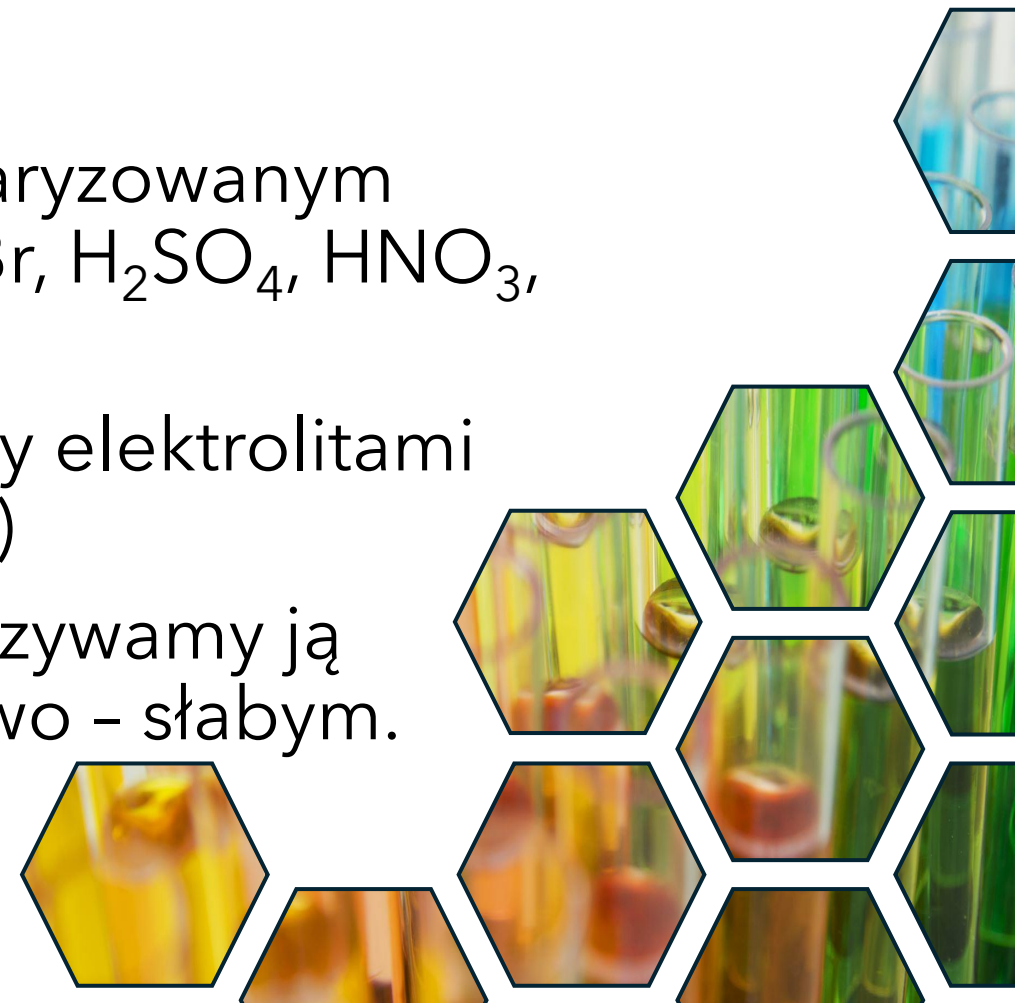
Dysocjacja

Rozpad cząsteczek na jony pod wpływem rozpuszczalnika lub innych czynników, np. podwyższonej temperatury

Jakie substancje dysocjują?

Dysocjacja w roztworze wodnym

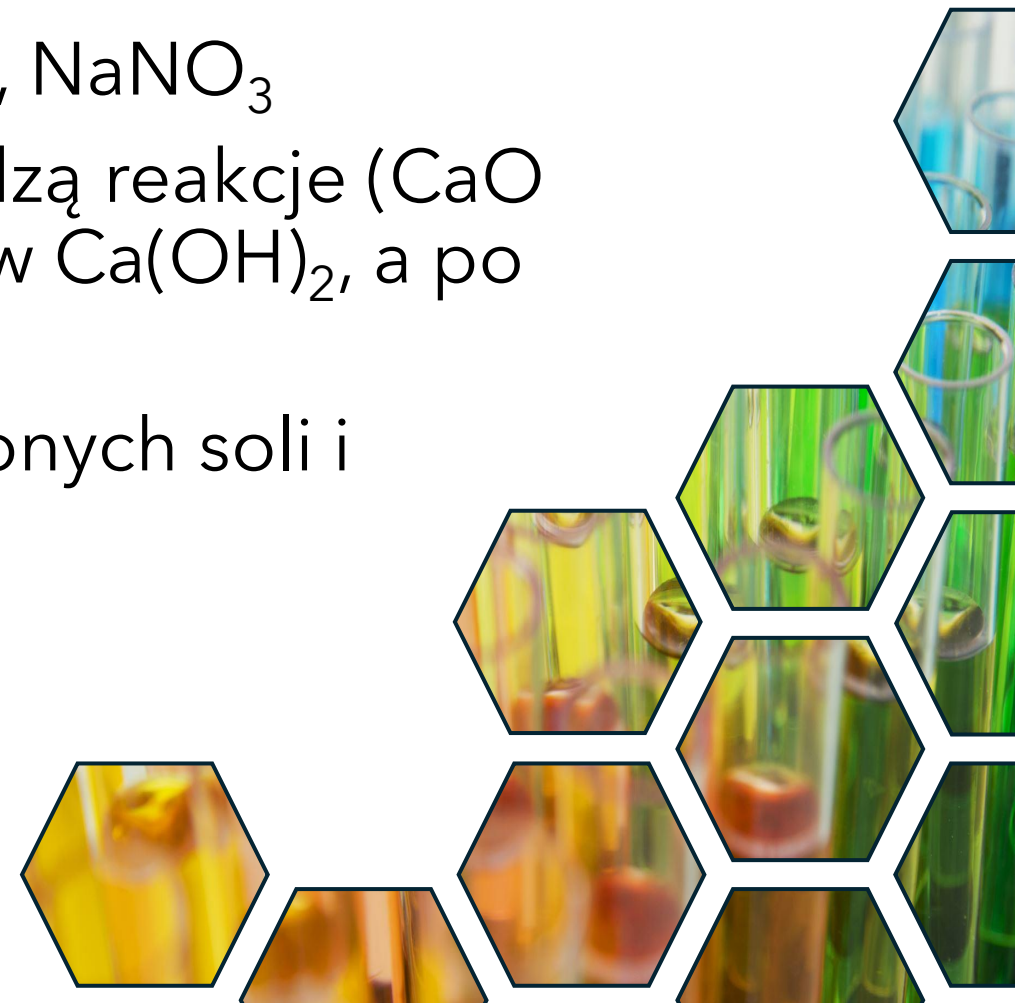
- Jonowe: NaCl , KOH , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- O wiązaniu kowalencyjnym mocno spolaryzowanym (UWAGA, nie jest to regułą!): HCl , HI , HBr , H_2SO_4 , HNO_3 , HClO_4
- Te substancje, które dysocjują, nazywamy elektrolitami (czasem elektrolitem nazywa się roztwór)
- Jeśli substancja dysocjuje całkowicie, nazywamy ją mocnym elektrolitem, jeśli tylko częściowo – słabym.



Jakie substancje dysocjują?

Dysocjacja w podwyższonej temperaturze

- Jonowe: NaCl , KOH , CaO , Na_2O , CuSO_4 , NaNO_3
- Bez udziału rozpuszczalnika - nie zachodzą reakcje (CaO po rozpuszczeniu w wodzie przechodzi w Ca(OH)_2 , a po stopieniu w jony Ca^{2+} i O^{2-})
- Wykorzystywane np. w elektrolizie stopionych soli i tlenków



Mocne elektrolity

- Rozpuszczają się w wodzie
- Przewodzą prąd elektryczny w postaci roztworów wodnych
- Dysocjują całkowicie
- Kwasy mocne: HCl , HBr , HI , HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4
- Nieorganiczne sole rozpuszczalne w wodzie (tabela rozpuszczalności, wszystkie: azotany(V), sole sodu, potasu, amonu)
- Wodorotlenki (tabela rozpuszczalności; wodorotlenki sodu, potasu, amonu)

Słabe elektrolity

Kwasy słabe

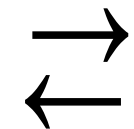
- Rozpuszczają się w wodzie (poza H_2SiO_3)
- Nie dysocjują całkowicie
- W postaci roztworów wodnych nie przewodzą prądu elektrycznego
- H_2S , H_2SO_3 , H_3PO_3 , H_3PO_4 , CH_3COOH , HF , HNO_2 , H_2CO_3

Reakcje dysocjacji - mocne elektrolity

- $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- $\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$
- $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
- $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

Reakcje dysocjacji - słabe elektrolity

- $\text{FeS} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-}$
- $\text{Ag}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow 2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{Mg}(\text{OH})_2 \leftrightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- $\text{CaSO}_4 \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{HF} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{F}^-$
- $\text{HNO}_2 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$
- $\text{H}_2\text{SO}_3 \leftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$



Słabe elektrolity – skąd wiemy, które?

Substancje trudno rozpuszczalne w wodzie:

- Wodorotlenki
- Sole

ROZPUSTCZALNOŚĆ SOLI I WODOROTLENKÓW W WODZIE W TEMPERATURZE 25 °C, podane w g/100 g H ₂ O												
Jon	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	CH ₃ COO ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	OH ⁻
Ag ⁺	T	T	T	R (234)	S (1,0) ^{20 °C}	T	T	S (0,8)	T	T	T	T → d
Al ³⁺	R (45,1)	R → d	R → d	R (68,9)	d	d	—	R (38,5)	—	T	T	T
Ba ²⁺	R (37,0)	R (100)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d	T	T	T	T	T	R (4,9)
Ca ²⁺	R (81,3)	R (156)	R (215)	R (144)	R (34,7)	T → d	T	S (0,2)	T	S (2,0)	T	S (0,2) ^{20 °C}
Cr ³⁺	R	R	R	R (81,2)	R	T → d	—	R (64)	—	T	T	T
Cu ²⁺	R (75,7)	R (126)	—	R (145)	R (6,8)	T	T	R (22)	T → d	T	T	T
Fe ²⁺	R (65,0)	R (120)	R	R (87,5)	R	T	T	R (29,5)	T	—	T	T
Fe ³⁺	R (91,2)	R (455)	d	R (87,2)	—	d	—	R (440) ^{20 °C}	—	T	T	T
K ⁺	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R → d	R (106)	R (12,0)	R (111)	R (65,0)	R (106)	R (121)
Mg ²⁺	R (56,0)	R (102)	R (146)	R (71,2)	R (65,6)	d	S (0,5)	R (35,7)	T	R (54,8)	T	T
Mn ²⁺	R (77,3)	R (151)	R → d	R (161)	R (41)	T	T	R (63,7)	T	T	T	T
NH ₄ ⁺	R (39,5)	R (78,3)	R (178)	R (213)	R (148) ^{4 °C}	R → d	R (64,2)	R (76,4)	R → d	R (37,0)	R (18,3)	R (44,9)
Na ⁺	R (36,0)	R (94,6)	R (184)	R (91,2)	R (50,4)	R (20,6)	R (30,7)	R (28,1)	R (30,7)	R (87,6)	R (14,4)	R (100)
Pb ²⁺	S (1,1)	S (1,0)	S (0,1)	R (59,7)	R (44,3) ^{20 °C}	T	T	T	T	T	T	T
Sn ²⁺	R (178) ^{10 °C}	R (85) ^{1 °C}	S (0,98) ^{20 °C}	R → d	—	T	—	R (18,8) ^{19 °C}	—	—	T	T
Zn ²⁺	R (408)	R (488)	R (438)	R (120)	R (30,0) ^{20 °C}	T	S (0,2)	R (57,7)	T	R (3,1)	T	T

R – substancja dobrze rozpuszczalna (>2 g/100 g H₂O)

T – substancja trudno rozpuszczalna (<0,1 g/100 g H₂O)

— związek jest nietrwały, nie został otrzymany lub brak jest danych

S – substancja średnio rozpuszczalna (0,1 g–2 g/100 g H₂O)

d – związek ulega rozkładowi w wodzie

**ROZPUSTCZALNOŚĆ SOLI I WODOROTLENKÓW W WODZIE W TEMPERATURZE 25 °C,
podane w g/100 g H₂O**

	I^-	NO_3^-	CH_3COO^-	S^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	CrO_4^{2-}
	T	R (234)	S (1,0) ^{20 °C}	T	T	S (0,8)	T	T
d	R → d	R (68,9)	d	d	—	R (38,5)	—	T
0)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d	T	T	T	T
6)	R (215)	R (144)	R (34,7)	T → d	T	S (0,2)	T	S (2,0)
	R	R (81,2)	R	T → d	—	R (64)	—	T
6)	—	R (145)	R (6,8)	T	T	R (22)	T → d	T
0)	R	R (87,5)	R	T	T	R (29,5)	T	—
6)	d	R (87,2)	—	d	—	R (440) ^{20 °C}	—	T
8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R → d	R (106)	R (12,0)	R (111)	R (65,0)

ROZPUSTCZALNOŚĆ SOLI I WODOROTLENKÓW W WODZIE W TEM podane w g/100 g H₂O

Jon	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	CH ₃ COO ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	S
Ag ⁺	T	T	T	R (234)	S (1,0) ^{20 °C}	T	T	S
Al ³⁺	R (45,1)	R → d	R → d	R (68,9)	d	d	—	R (4)
Ba ²⁺	R (37,0)	R (100)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d	T	R (1)
Ca ²⁺	R (81,3)	R (156)	R (215)	R (144)	R (34,7)	T → d	T	S
Cr ³⁺	R	R	R	R (81,2)	R	T → d	—	R (4)
Cu ²⁺	R (75,7)	R (126)	—	R (145)	R (6,8)	T	T	R (1)
Fe ²⁺	R (65,0)	R (120)	R	R (87,5)	R	T	T	R (1)
Fe ³⁺	R (91,2)	R (455)	d	R (87,2)	—	d	—	R (4)
K ⁺	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (98,3)	R (269)	R → d	R (106)	R (1)

Fe^{3+}	R (91,2)	R (455)	d	R (87,2)	—	d	—	R (4
K^+	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R $\rightarrow$ d	R (106)	R
Mg^{2+}	R (56,0)	R (102)	R (146)	R (71,2)	R (65,6)	d	S (0,5)	R
Mn^{2+}	R (77,3)	R (151)	R $\rightarrow$ d	R (161)	R (41)	T	T	R
NH_4^+	R (39,5)	R (78,3)	R (178)	R (213)	R (148) ^{4 °C}	R $\rightarrow$ d	R (64,2)	R
Na^+	R (36,0)	R (94,6)	R (184)	R (91,2)	R (50,4)	R (20,6)	R (30,7)	R
Pb^{2+}	S (1,1)	S (1,0)	S (0,1)	R (59,7)	R (44,3) ^{20 °C}	T	T	
Sn^{2+}	R (178) ^{10 °C}	R (85) ^{0 °C}	S (0,98) ^{20 °C}	R $\rightarrow$ d	—	T	—	R (1
Zn^{2+}	R (408)	R (488)	R (438)	R (120)	R (30,0) ^{20 °C}	T	S (0,2)	R

R – substancja dobrze rozpuszczalna (>2 g/100 g H₂O)
T – substancja trudno rozpuszczalna (<0,1 g/100 g H₂O)
— związek jest nietrwały, nie został otrzymany lub brak jest danych

S – substancja średnio rozpuszczalna
d – związek ulega rozkładowi w wodzie

Słabe elektrolity – skąd wiemy, które?

Substancje trudno rozpuszczalne w wodzie:

- Wodorotlenki
- Sole

ROZPUSTCZALNOŚĆ SOLI I WODOROTLENKÓW W WODZIE W TEMPERATURZE 25 °C, podane w g/100 g H ₂ O												
Jon	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	CH ₃ COO ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	OH ⁻
Ag ⁺	T	T	T	R (234)	S (1,0) ^{20 °C}	T	T	S (0,8)	T	T	T	T → d
Al ³⁺	R (45,1)	R → d	R → d	R (68,9)	d	d	—	R (38,5)	—	T	T	T
Ba ²⁺	R (37,0)	R (100)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d	T	T	T	T	T	R (4,9)
Ca ²⁺	R (81,3)	R (156)	R (215)	R (144)	R (34,7)	T → d	T	S (0,2)	T	S (2,0)	T	S (0,2) ^{20 °C}
Cr ³⁺	R	R	R	R (81,2)	R	T → d	—	R (64)	—	T	T	T
Cu ²⁺	R (75,7)	R (126)	—	R (145)	R (6,8)	T	T	R (22)	T → d	T	T	T
Fe ²⁺	R (65,0)	R (120)	R	R (87,5)	R	T	T	R (29,5)	T	—	T	T
Fe ³⁺	R (91,2)	R (455)	d	R (87,2)	—	d	—	R (440) ^{20 °C}	—	T	T	T
K ⁺	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R → d	R (106)	R (12,0)	R (111)	R (65,0)	R (106)	R (121)
Mg ²⁺	R (56,0)	R (102)	R (146)	R (71,2)	R (65,6)	d	S (0,5)	R (35,7)	T	R (54,8)	T	T
Mn ²⁺	R (77,3)	R (151)	R → d	R (161)	R (41)	T	T	R (63,7)	T	T	T	T
NH ₄ ⁺	R (39,5)	R (78,3)	R (178)	R (213)	R (148) ^{4 °C}	R → d	R (64,2)	R (76,4)	R → d	R (37,0)	R (18,3)	R (44,9)
Na ⁺	R (36,0)	R (94,6)	R (184)	R (91,2)	R (50,4)	R (20,6)	R (30,7)	R (28,1)	R (30,7)	R (87,6)	R (14,4)	R (100)
Pb ²⁺	S (1,1)	S (1,0)	S (0,1)	R (59,7)	R (44,3) ^{20 °C}	T	T	T	T	T	T	T
Sn ²⁺	R (178) ^{10 °C}	R (85) ^{1 °C}	S (0,98) ^{20 °C}	R → d	—	T	—	R (18,8) ^{19 °C}	—	—	T	T
Zn ²⁺	R (408)	R (488)	R (438)	R (120)	R (30,0) ^{20 °C}	T	S (0,2)	R (57,7)	T	R (3,1)	T	T

R – substancja dobrze rozpuszczalna (>2 g/100 g H₂O)

T – substancja trudno rozpuszczalna (<0,1 g/100 g H₂O)

— związek jest nietrwały, nie został otrzymany lub brak jest danych

S – substancja średnio rozpuszczalna (0,1 g–2 g/100 g H₂O)

d – związek ulega rozkładowi w wodzie

Słabe elektrolity – skąd wiemy, które?

Słabe kwasy i zasady
– tabele:

Kwasy organiczne – cd.			
Wzór kwasu	Nazwa	K_a	pK_a
HCOOH	kw. mrówkowy	$1,78 \cdot 10^{-4}$	3,75
CH ₃ COOH	kw. octowy	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,756
CH ₃ CH ₂ COOH	kw. propanowy	$1,35 \cdot 10^{-5}$	4,87
C ₆ H ₅ COOH	kw. benzoowy	$6,25 \cdot 10^{-5}$	4,204
C ₆ H ₅ OH	fenol	$1,02 \cdot 10^{-10}$	9,99
Zasady			
Wzór zasady	Nazwa	K_b	pK_b
NH ₃	amoniak	$1,78 \cdot 10^{-5}$	4,75
CH ₃ NH ₂	metanoamina	$4,57 \cdot 10^{-4}$	3,34
CH ₃ CH ₂ NH ₂	etanoamina	$4,47 \cdot 10^{-4}$	3,35
CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂	propano-1-amina	$3,47 \cdot 10^{-4}$	3,46
(CH ₃) ₂ NH	<i>N</i> -metylometanoamina	$5,37 \cdot 10^{-4}$	3,27
(CH ₃) ₃ N	<i>N,N</i> -dimetylometanoamina	$6,31 \cdot 10^{-5}$	4,20
C ₆ H ₅ NH ₂	anilina	$7,41 \cdot 10^{-10}$	9,13

WARTOŚCI STAŁEJ DYSOCJACJI WYBRANYCH KWASÓW I ZASAD W TEMPERATURZE 25 °C				
Kwasy nieorganiczne				
Wzór kwasu	Nazwa	Etap	K_a	pK_a
HF	kw. fluorowodorowy		$6,31 \cdot 10^{-4}$	3,20
HCl	kw. chlorowodorowy		10^7	-7,0
HBr	kw. bromowodorowy		10^9	-9,0
HI	kw. jodowodorowy		10^{10}	-10,0
H ₂ S	kw. siarkowodorowy	1	$8,91 \cdot 10^{-8}$	7,05
		2	10^{-19}	19,0
H ₂ Se	kw. selenowodorowy	1	$1,29 \cdot 10^{-4}$	3,89
		2	10^{-11}	11,0
H ₂ Te	kw. tellurowodorowy	1 (18 °C)	$2,51 \cdot 10^{-3}$	2,6
		2	10^{-11}	11,0
HClO	kw. chlorowy(I)		$3,98 \cdot 10^{-8}$	7,40
HClO ₂	kw. chlorowy(III)		$1,15 \cdot 10^{-2}$	1,94
HNO ₂	kw. azotowy(III)		$5,62 \cdot 10^{-4}$	3,25
H ₂ SO ₃	kw. siarkowy(IV)	1	$1,41 \cdot 10^{-2}$	1,85
		2	$6,31 \cdot 10^{-8}$	7,2
H ₂ SO ₄	kw. siarkowy(VI)	2	$1,02 \cdot 10^{-2}$	1,99
H ₃ BO ₃	kw. borowy (20 °C)	1	$5,37 \cdot 10^{-10}$	9,27
H ₃ AsO ₄	kw. ortoarsenowy(V)	1	$5,50 \cdot 10^{-3}$	2,26
		2	$1,74 \cdot 10^{-7}$	6,76
		3	$5,13 \cdot 10^{-12}$	11,29
H ₃ PO ₄	kw. ortofosforowy(V)	1	$6,92 \cdot 10^{-3}$	2,16
		2	$6,17 \cdot 10^{-8}$	7,21
		3	$4,79 \cdot 10^{-13}$	12,32
H ₄ SiO ₄	kw. ortokrzemowy (30 °C)	1	$1,26 \cdot 10^{-10}$	9,9
		2	$1,58 \cdot 10^{-12}$	11,8
		3	10^{-12}	12
		4	10^{-12}	12
H ₂ CO ₃	kw. węglowy	1	$4,47 \cdot 10^{-7}$	6,35
		2	$4,68 \cdot 10^{-11}$	10,33
Kwasy organiczne				
H ₂ C ₂ O ₄	kw. szczawiowy	1	$5,62 \cdot 10^{-2}$	1,25
		2	$1,55 \cdot 10^{-4}$	3,81

Stała dysocjacji

Słabe kwasy i zasady

K_a ; K_b

pK_a ; pK_b

Kwasy organiczne – cd.			
Wzór kwasu	Nazwa	K_a	pK_a
HCOOH	kw. mrówkowy	$1,78 \cdot 10^{-4}$	3,75
CH ₃ COOH	kw. octowy	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,756
CH ₃ CH ₂ COOH	kw. propanowy	$1,35 \cdot 10^{-5}$	4,87
C ₆ H ₅ COOH	kw. benzoowy	$6,25 \cdot 10^{-5}$	4,204
C ₆ H ₅ OH	fenol	$1,02 \cdot 10^{-10}$	9,99
Zasady			
Wzór zasady	Nazwa	K_b	pK_b
NH ₃	amoniak	$1,78 \cdot 10^{-5}$	4,75
CH ₃ NH ₂	metanoamina	$4,57 \cdot 10^{-4}$	3,34
CH ₃ CH ₂ NH ₂	etanoamina	$4,47 \cdot 10^{-4}$	3,35
CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂	propano-1-amina	$3,47 \cdot 10^{-4}$	3,46
(CH ₃) ₂ NH	<i>N</i> -metylometanoamina	$5,37 \cdot 10^{-4}$	3,27
(CH ₃) ₃ N	<i>N,N</i> -dimetylometanoamina	$6,31 \cdot 10^{-5}$	4,20
C ₆ H ₅ NH ₂	anilina	$7,41 \cdot 10^{-10}$	9,13

WARTOŚCI STAŁEJ DYSOCJACJI WYBRANYCH KWASÓW I ZASAD W TEMPERATURZE 25 °C				
Kwasy nieorganiczne				
Wzór kwasu	Nazwa	Etap	K_a	pK_a
HF	kw. fluorowodorowy		$6,31 \cdot 10^{-4}$	3,20
HCl	kw. chlorowodorowy		10^7	-7,0
HBr	kw. bromowodorowy		10^9	-9,0
HI	kw. jodowodorowy		10^{10}	-10,0
H ₂ S	kw. siarkowodorowy	1 2	$8,91 \cdot 10^{-8}$ 10^{-19}	7,05 19,0
H ₂ Se	kw. selenowodorowy	1 2	$1,29 \cdot 10^{-4}$ 10^{-11}	3,89 11,0
H ₂ Te	kw. tellurowodorowy	1 (18 °C) 2	$2,51 \cdot 10^{-3}$ 10^{-11}	2,6 11,0
HCIO	kw. chlorowy(I)		$3,98 \cdot 10^{-8}$	7,40
HCIO ₂	kw. chlorowy(III)		$1,15 \cdot 10^{-2}$	1,94
HNO ₂	kw. azotowy(III)		$5,62 \cdot 10^{-4}$	3,25
H ₂ SO ₃	kw. siarkowy(IV)	1 2	$1,41 \cdot 10^{-2}$ $6,31 \cdot 10^{-8}$	1,85 7,2
H ₂ SO ₄	kw. siarkowy(VI)	2	$1,02 \cdot 10^{-2}$	1,99
H ₃ BO ₃	kw. borowy (20 °C)	1	$5,37 \cdot 10^{-10}$	9,27
H ₃ AsO ₄	kw. ortoarsenowy(V)	1 2 3	$5,50 \cdot 10^{-3}$ $1,74 \cdot 10^{-7}$ $5,13 \cdot 10^{-12}$	2,26 6,76 11,29
H ₃ PO ₄	kw. ortofosforowy(V)	1 2 3	$6,92 \cdot 10^{-3}$ $6,17 \cdot 10^{-8}$ $4,79 \cdot 10^{-13}$	2,16 7,21 12,32
H ₄ SiO ₄	kw. ortokrzemowy (30 °C)	1 2 3 4	$1,26 \cdot 10^{-10}$ $1,58 \cdot 10^{-12}$ 10^{-12} 10^{-12}	9,9 11,8 12 12
H ₂ CO ₃	kw. węglowy	1 2	$4,47 \cdot 10^{-7}$ $4,68 \cdot 10^{-11}$	6,35 10,33
Kwasy organiczne				
H ₂ C ₂ O ₄	kw. szczawiowy	1 2	$5,62 \cdot 10^{-2}$ $1,55 \cdot 10^{-4}$	1,25 3,81