

Roztwory



mieszaniny niejednorodne (heterogeniczne)

mieszaniny jednorodne (homogeniczne)

podział roztworów i charakterystyka roztworów wodnych

sposoby wyrażania stężeń

1

Mieszaniny



Mieszaniny występują we wszystkich stanach skupienia, zawierają dwie lub więcej substancji wymieszanych ze sobą mechanicznie.

Ze względu na to, czy składniki mieszaniny można odróżnić od siebie gołym okiem, czy też nie mieszaniny dzielimy na **jednorodne** i **niejednorodne**.

Zbiór cząstek substancji rozproszonej nosi nazwę **fazy rozproszonej**.

Substancja, w której te cząstki są rozproszone, - **fazy rozpraszającej (dyspersyjnej)**.

2

mieszaniny niejednorodne

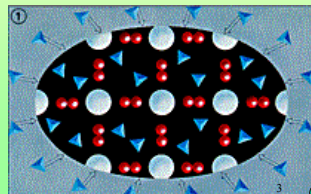


od razu widać składniki

woda z olejem

woda ze sproszkowaną kredą

mieszanina cukierków owocowych o różnych smakach

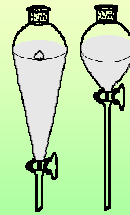


3

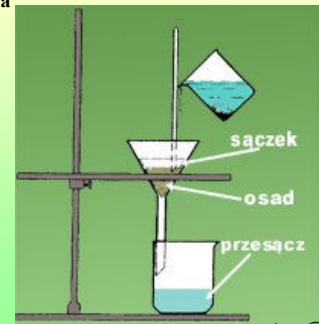
rozdzielanie mieszanin



dwie ciecz nie mieszające się ze sobą (np. woda i olej)
możemy użyć tzw. rozdzielnicy



odparować ciecz
(odfiltrowanie) wody



odsączenie

4

mieszaniny jednorodne

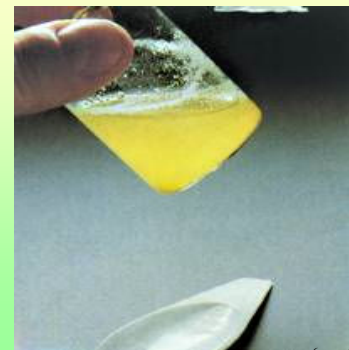


składników tych mieszanin nie da się odróżnić gołym okiem

woda z kranu

powietrze jest
mieszaniną gazów,
tabletki

pasta do zębów



6



5



Roztworem nazywamy substancje rozpuszczone w rozpuszczalniku (np. woda).
Roztwory są to mieszaniny **jednorodne** (homogeniczne).

Roztworami nazywamy mieszaniny **jednorodne** pod względem fizycznym. Zawartość poszczególnych składników mieszaniny możemy wyrażać za pomocą stężenia procentowego lub za pomocą stężenia molowego.

7



roztwór nasycony
który w danej temperaturze osiągnął stężenie substancji rozpuszczonej równe jej rozpuszczalności

roztwór nienasycony
roztwór, w którym w danej temperaturze stężenie substancji rozpuszczonej jest mniejsze niż to wynika z jej rozpuszczalności

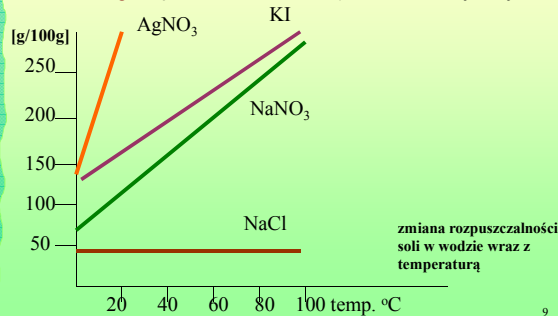
roztwór przesycony
roztwór, który w danej temperaturze osiągnął stężenie substancji rozpuszczonej większe od jej rozpuszczalności.

8



rozpuszczalność

maksymalna liczba gramów substancji, jaką w danych warunkach ciśnienia i temperatury można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika tworząc roztwór nasycony



9

CHARAKTERYSTYKA ROZTWORÓW WODNYCH

roztwór - jednorodna mieszanina substancji

faza dyspersyjna (faza rozpraszająca),
druga faza zdyspergowana (faza rozpraszalna)
stan skupienia roztworu określony jest przez rozpuszczalnik będący **dominującym** składnikiem

podział roztworów

roztwory **rzeczywiste** (właściwe)
roztwory **koloidalne**
zawiesiny



10



roztwory właściwe

cząstki rozproszone $d \leq 10^{-7}$ cm

średnica cząsteczek substancji rozproszonej w ośrodku rozpraszającym jest w przybliżeniu równa średnicy ośrodka rozpraszającego i wynosi od 10^{-10} m do 10^{-9} m

roztwory właściwe stanowią układy homogeniczne, w których **nie można** wyodrębnić składników

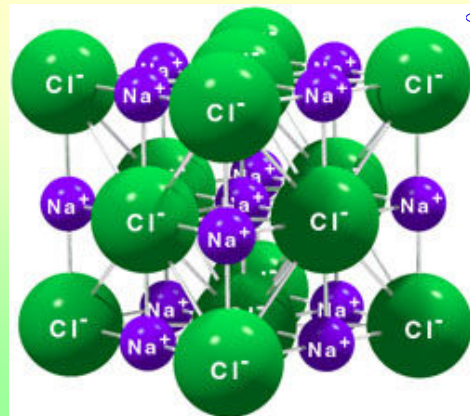
np. mieszanina **wody i cukru**

rozpuszczanie

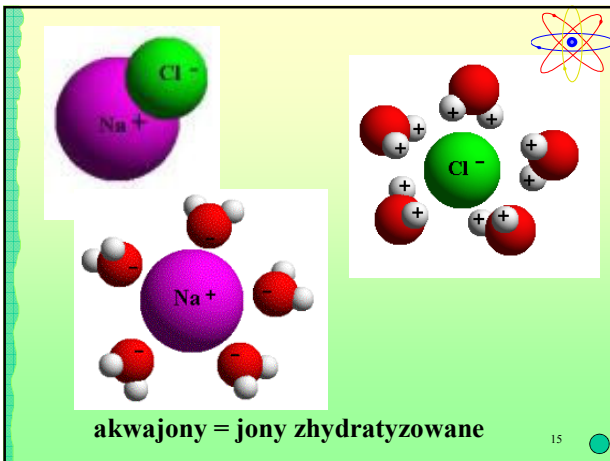
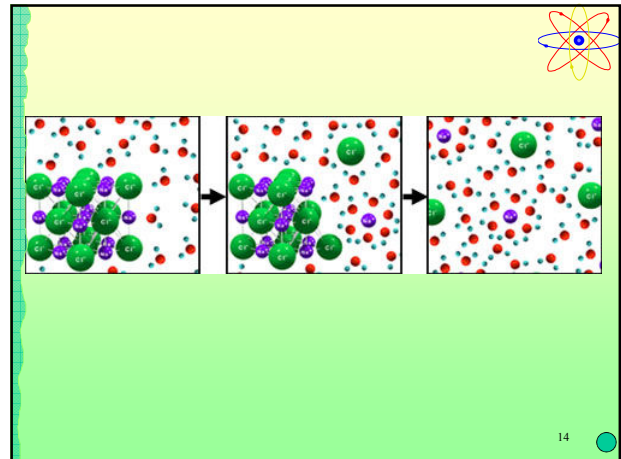
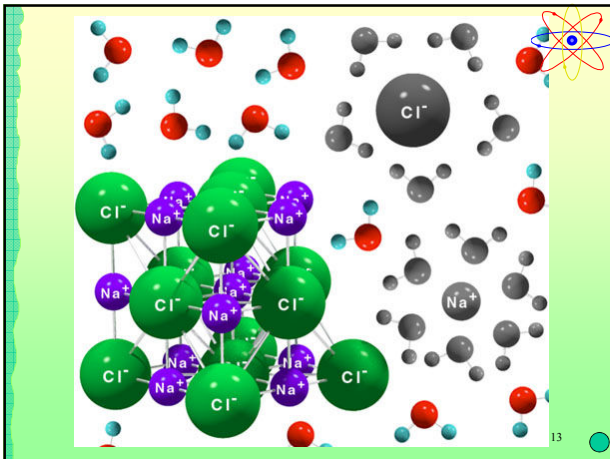
oddziaływanie $H_2O >$ działanie sił krystalicznych



11



12



roztwory koloidalne - koloidy

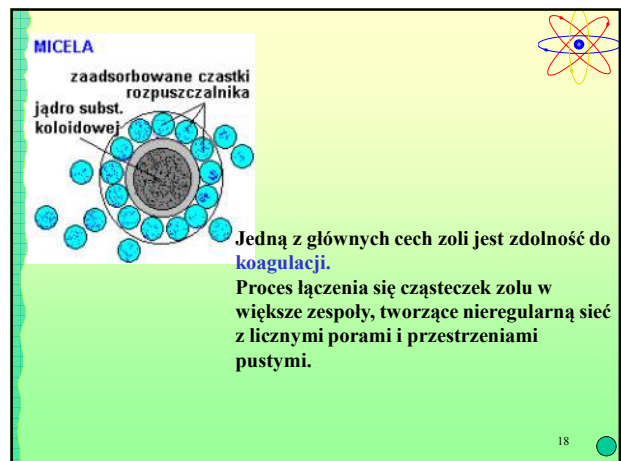
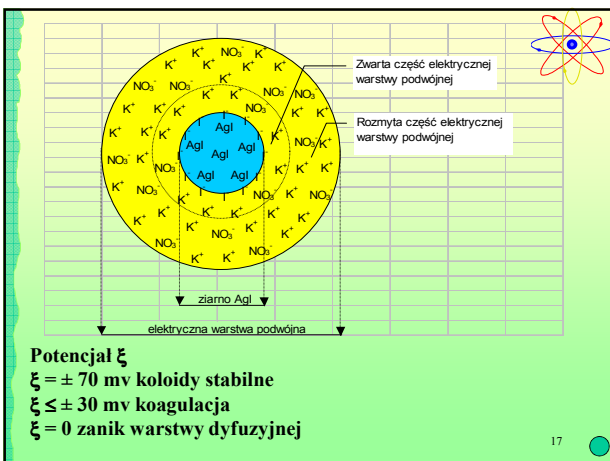
średnica cząsteczek substancji rozproszonej jest większa od średnicy cząsteczek ośrodka rozpraszającego;
jej wielkość waha się w granicach od 10^{-9} m do 10^{-6} m (1nm-1 μ m)
układy rozproszone o rozmiarach cząstek fazy rozproszonej od 1nm do 500nm ($5 \cdot 10^{-5}$ cm)

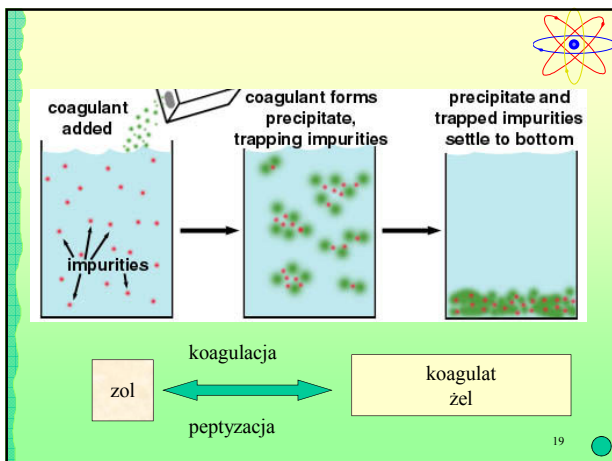
Zol
ciało stałe w cieczy
ciało stałe w ciele stałym

Aerozol
ciecz w gazie
ciało stałe w gazie

Emulsja
ciecz w cieczy

16





19

Stężenie roztworów:
 -procentowe
 -masa/objętość (mg/dm³; ppm itp.)
 -molowe
 -normalne

mieszanie roztworów
 zawartość substancji rozpuszczonej jest jednakowa w roztworach wyjściowym i końcowym, czyli:

$$m_1A + m_2B = (m_1 + m_2)C$$

m_1, m_2 - części wagowe lub objętościowe roztworów
 A, B, C - roztwory o odpowiednich stężeniach

20

Dysocjacja elektrolityczna

Substancje, które rozpuszczają się w wodzie lub innych rozpuszczalnikach i rozpadają się przy tym na jony dodatnie (kationy) i ujemne (aniony), czyli ulegają dysocjacji, nazywamy elektrolitami.

Liczbę, która określa, jaka część elektrolitu ulega dysocjacji, nazywamy stopniem dysocjacji i oznaczamy symbolem α .

21

$$\alpha = \frac{c_1}{c}$$

c_1 - stężenie cząsteczek, które uległy dysocjacji [mol/dm³]
 c - ogólne stężenie elektrolitu [mol/dm³]

22

Elektrolity ulegające całkowitej albo prawie całkowitej dysocjacji nazywamy mocnymi (np. HCl; HNO₃; H₂SO₄; NaOH; NaCl itp.). Ich stopień dysocjacji wynosi 1 lub jest bliski jedności.

Elektrolity, które tylko w małej części ulegają dysocjacji, a więc takie, dla których α jest znacznie mniejsze od 1, noszą nazwę elektrolitów słabych (np. NH₄OH; H₂CO₃ itp.)

23

Mimo całkowitej dysocjacji roztwory mocnych elektrolitów zachowują się tak, jak gdyby nie wszystkie jony miały taką samą aktywność.

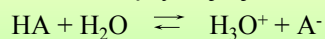
$$a = f \cdot c$$

Wartość współczynnika aktywności zmienia się wraz ze zmianą stężenia elektrolitu. W miarę rozcieńczenia wartość f zbliża się do jedności, tak iż dla roztworów silnie rozcieńczonych aktywność jonów jest prawie równa ich stężeniu. Współczynnik aktywności jonów danego elektrolitu jest wielkością zależną od wszystkich jonów obecnych w roztworze (siły jonowej roztworu).

24

Stała dysocjacji

Indywidualne właściwości kwasów i zasad charakteryzowane są często wielkością zwaną stałą dysocjacji.



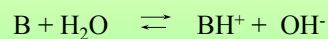
$$K'_a = \frac{c_{\text{H}_3\text{O}^+} c_{\text{A}^-}}{c_{\text{HA}} c_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$c_{\text{H}_2\text{O}} = \text{const}$$

25

$$K_a = \frac{c_{\text{H}_3\text{O}^+} c_{\text{A}^-}}{c_{\text{HA}}}$$

Podobnie dla zasady B otrzymujemy:



$$K_b = \frac{c_{\text{BH}^+} c_{\text{OH}^-}}{c_{\text{B}}}$$

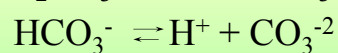
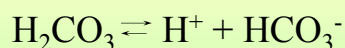
26

Kwas	K_a	$\text{p}K_a$
HF	$7,2 \cdot 10^{-4}$	3,2
HCl	$1 \cdot 10^7$	-7
HBr	$3 \cdot 10^9$	-9,5
HJ	$1 \cdot 10^{10}$	-10
HJO ₃	$1,67 \cdot 10^{-1}$	0,8
H ₂ CO ₃	1) $4,3 \cdot 10^{-7}$ 2) $4,4 \cdot 10^{-11}$	6,10 10,33
H ₃ PO ₄	1) $7,5 \cdot 10^{-3}$ 2) $6,2 \cdot 10^{-8}$ 3) $4,8 \cdot 10^{-13}$	2,12 7,21 12,32

27

H₂CO₃

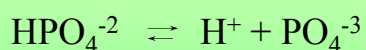
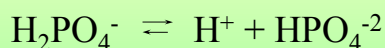
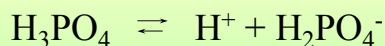
Kwas węglowy



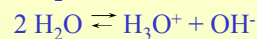
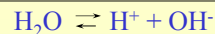
28

H₃PO₄

Kwas ortofosforowy



29



stopień dysocjacji $\alpha = 1,4 \cdot 10^{-9}$

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

dla $T = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ $K = 1,8 \cdot 10^{-16}$ (stała dysocjacji)

$$[\text{H}_2\text{O}] = \text{const}$$

$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \text{const}$ (przy danej T)

$$[\text{H}_2\text{O}] = 1000 \text{ [g/dm}^3\text{]} / 18 \text{ [g/mol]} = 55,56 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \quad [\text{H}^+]^2 = 10^{-14} \quad [\text{H}^+] = 10^{-7}$$

$$\text{pH} = 7$$

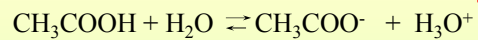
30

Przykład

Oblicz stężenie jonów wodorowych (pH) w roztworze wodnym kwasu solnego $c = 0,1$ m.

Oblicz stężenie jonów wodorowych (pH) w roztworze wodnym kwasu octowego $c = 0,1$ m wiedząc, że stała dysocjacji $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

31



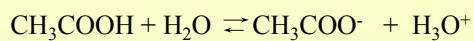
$$K_a = \frac{c_{\text{H}_3\text{O}^+} \times c_{\text{CH}_3\text{COO}^-}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$

$$c_{\text{H}_3\text{O}^+} = c_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = x \quad [\text{mol} / \text{dm}^3]$$

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = c - x \quad [\text{mol} / \text{dm}^3]$$

$$K_a = \frac{x^2}{c - x}$$

32



$$K < 10^{-4} \Rightarrow c - x \cong c$$

$$K_a = \frac{x^2}{c} \quad x = \sqrt{K_a \times c}$$

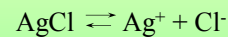
$$c_{\text{H}_3\text{O}^+} = c_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = \sqrt{1,75 \times 10^{-5} \times 0,1} = \sqrt{1,75 \times 10^{-6}} = 1,32 \times 10^{-3} \quad [\text{mol} / \text{dm}^3]$$

$$\text{pH} = -\log(1,32 \times 10^{-3}) = 2,88$$

33

Iloczyn rozpuszczalności

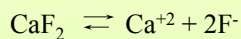
Jeżeli do czystej wody wprowadzimy w dostatecznej ilości trudno rozpuszczalną sól (np. AgCl) to po pewnym czasie wytworzy się roztwór nasycony tej soli i ustali się równowaga pomiędzy jonami w roztworze i fazie stałej.



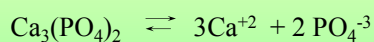
$$L_{\text{AgCl}} = c_{\text{Ag}^+} \times c_{\text{Cl}^-}$$

34

Iloczyn stężeń jonów jest wartością stałą w niezmienniej temperaturze i nosi nazwę iloczynu rozpuszczalności (L) danego elektrolitu

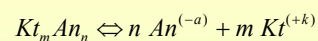


$$L_{\text{CaF}_2} = c_{\text{Ca}^{+2}} \times c_{\text{F}^-}^2$$



$$L_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = c_{\text{Ca}^{+2}}^3 \times c_{\text{PO}_4^{-3}}^2$$

35



$$L = c_{An^{(-a)}}^n \times c_{Kt^{(+k)}}^m$$

Związek	Iloczyn rozpuszczalności
CaSO ₄	6,3 * 10 ⁻⁵
BaSO ₄	1,08 * 10 ⁻¹⁰
CaCO ₃	8,7 * 10 ⁻⁹
Ag ₂ CO ₃	6,15 * 10 ⁻¹²
AgCl	1,56 * 10 ⁻¹⁰
AgBr	7,7 * 10 ⁻¹³
AgJ	1,5 * 10 ⁻¹⁶

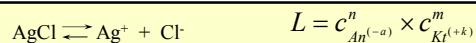
36

Przykład



W temperaturze 25 °C iloczyn rozpuszczalności chlorku srebra wynosi $1,56 \cdot 10^{-10}$, a chromianu srebra - $4,05 \cdot 10^{-12}$. Która z tych soli lepiej rozpuszcza się w wodzie?

37



s_1 - rozpuszczalność chlorku srebra w mol/dm³

$$s_1 = c_{\text{Ag}^+} = c_{\text{Cl}^-}$$

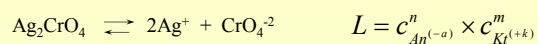
$$L_{\text{AgCl}} = s_1 \times s_1 = s_1^2$$

$$s_1 = \sqrt{L_{\text{AgCl}}}$$

$$s_1 = \sqrt{1,56 \times 10^{-10}} = 1,25 \times 10^{-5} \text{ [mol / dm}^3\text{]}$$

$$M_{\text{AgCl}} = 143,5 \text{ g / mol} \quad s_1 = 1,79 \text{ mg / dm}^3$$

38



s_2 - rozpuszczalność chromianu srebra w mol/dm³

$$s_2 = c_{\text{CrO}_4^{2-}} \quad (c_{\text{Ag}^+} = 2s_2)$$

$$L_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = (2s_2)^2 \times s_2 = 4s_2^3$$

$$s_2 = \sqrt[3]{\frac{L_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4}}{4}}$$

$$s_2 = \sqrt[3]{\frac{4,05 \times 10^{-12}}{4}} = 1,00 \times 10^{-4} \text{ [mol / dm}^3\text{]}$$

$$M_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 332 \text{ g / mol} \quad s_2 = 33,2 \text{ mg / dm}^3$$

39

Hydroliza soli

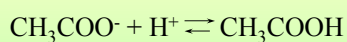
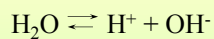
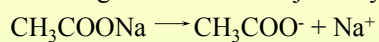


Hydrolizą nazywamy proces rozkładu substancji pod wpływem wody. Hydrolizie ulegają sole słabych kwasów i mocnych zasad, sole mocnych kwasów i słabych zasad oraz sole słabych kwasów i słabych zasad.

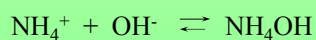
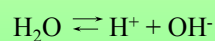
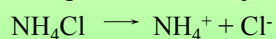
W rezultacie procesu hydrolizy roztwór przybiera odczyn kwaśny lub zasadowy.

40

sól słabego kwasu i mocnej zasady

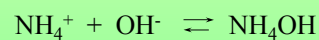
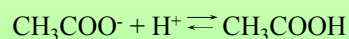
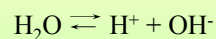
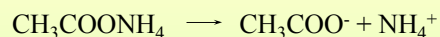


sól mocnego kwasu i słabej zasady



41

sól słabego kwasu i słabej zasady



42