

CHP001008C – Podstawy chemii ogólnej

Literatura:

1. „Akademicki zbiór zadań z chemii ogólnej”. K. Pazdro, A. Rola-Noworyta. Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 2015
2. „Obliczenia chemiczne. Skrypt do ćwiczeń rachunkowych z chemii”. M. Łukasiewicz, O. Michalski, J. Szymońska. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2015
3. "Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej". Praca zbiorowa pod redakcją Z. Galusa, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017
4. "Obliczenia w chemii analitycznej". A. Cygański, B. Ptaszyński, J. Krystek, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004
5. "Obliczenia rachunkowe z chemii analitycznej". F. Buhl, K. Kania, B. Mikuła, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2004
6. "Obliczenia w chemii nieorganicznej". A. Jabłoński, T. Palewski, L. Pawlak, W. Walkowiak, B. Wróbel, B. Ziólek, W. Żyrnicki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002

Zakres materiału:

1. Podstawowe pojęcia chemiczne. Liczność materii.
2. Stechiometria wzorów chemicznych, równań chemicznych i mieszanin.
3. Sposoby wyrażania stężeń roztworów.
4. Siła jonowa roztworu i aktywność jonów.
5. Iloczyn jonowy wody, pH, p_aH.
6. Dysocjacja elektrolitów.
7. Równowagi jonowe w roztworach słabych kwasów i zasad.
8. Równowagi jonowe w roztworach buforowych.
9. Rozpuszczalność związków trudno rozpuszczalnych i iloczyn rozpuszczalności.

Należy:

1. powtórzyć/poszukać w literaturze:
 - cyfry znaczące,
 - dokładność obliczeń,
2. zaopatrzyć się i nosić ze sobą: na zajęcia:
 - układ okresowy pierwiastków,
 - kalkulator (z funkcją liczenia logarytmów).

Przeliczenia jednostek

<u>objętości</u>	<u>gęstości</u>
$1 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ dm}^3 = 1 \text{ ml}$	$1 \text{ kg/m}^3 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3$
$1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3 = 1 \text{ l}$	$1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$
$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ l}$	$1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3$

Warunki normalne

$T - 273,15 \text{ K } (0 \text{ } ^\circ\text{C}), p - 1013,25 \text{ hPa} = 1 \text{ atm}$

Warunki standardowe

$T - 273,15 \text{ K } (0 \text{ } ^\circ\text{C}), p - 1000 \text{ hPa (wg. IUPAC)}$

$T - 293,15 \text{ K } (20 \text{ } ^\circ\text{C}), p - 101,325 \text{ kPa (wg. NIST)}$

Jednostka masy atomowej

- 1/12 masy atomu izotopu węgla ^{12}C

$m_u = 1,6605402 \cdot 10^{-24} \text{ [g]} = 1 \text{ [u]} = 1 \text{ [Da]}$

Mol

- podstawowa jednostka ilości materii w układzie SI

- 1 mol to liczba atomów, cząsteczek, jonów itp. równa liczbie atomów znajdujących się w 0,012 kg nuklidu ^{12}C

Liczba Avogadra

- liczba indywiduów zawartych w 1 mol materii

$N_A = 6,0221367 \cdot 10^{23} \text{ [mol}^{-1}\text{]}$

Masa molowa

- masa jednego mola danego rodzaju cząsteczek, $[\text{g/mol}]$

Objętość molowa gazu idealnego w warunkach normalnych $22,414 \text{ [dm}^3/\text{mol}]$

Ułamek wagowy

Ułamkiem wagowym (w_i) i-tego składnika nazywamy stosunek masy (m_i) tego składnika do masy całego roztworu/mieszaniny:

$$w_i = \frac{m_i}{m} = \frac{m_i}{\sum m_i}$$

Suma ułamków wagowych poszczególnych składników roztworów jest równa jedności.

Procent wagowy / stężenie procentowe

$$p_i = w_i \cdot 100\% \quad [\%]$$

Procent wagowy jest równy liczbie gramów danego składnika w 100g roztworu.

$\%$ (ang. *parts per hundred*) $= 10^{-2} = 10 \text{ mg/g} = 10 \text{ g/kg}$

‰ (ang. *parts per thousand*) $= 10^{-3} = 1 \text{ mg/g} = 1 \text{ g/kg}$

Dla substancji występujących w śladowych ilościach, stosuje się oznaczenia:

ppm (ang. *parts per million*) $= 10^{-6} = 1 \text{ } \mu\text{g/g} = 1 \text{ mg/kg}$

ppb (ang. *parts per billion*) $= 10^{-9} = 1 \text{ ng/g} = 1 \text{ } \mu\text{g/kg}$

ppt (ang. *parts per trillion*) $= 10^{-12} = 1 \text{ pg/g} = 1 \text{ ng/kg}$

Stężenie molowe

Stężenie molowe (c_i) i-tego składnika w danym roztworze jest to stosunek liczności (n_i) tego składnika do objętości (V) całego roztworu:

$$c_i = \frac{n_i}{V} \quad [\text{mol/dm}^3]$$

Roztwór jednomolowy to roztwór zawierający 1 mol danej substancji w objętości 1 dm³.

Ułamek molowy

Ułamek molowy (x_i) określa stosunek liczności (n_i) danego składnika do sumy liczności wszystkich składników roztworu:

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

Suma ułamków molowych poszczególnych składników roztworu jest równa jedności. Jeśli ułamek molowy pomnożyć przez 100% otrzymamy procent molowy.

Procent objętościowy

Procenty objętościowe wyrażają stosunek objętości danego składnika przed zmieszaniem (V_i) do sumy objętości wszystkich składników mieszaniny gazowej, jeżeli objętości były mierzone w jednakowych warunkach ciśnienia i temperatury.

$$P_i(\text{obj.}) = \frac{V_i}{\sum V_i} \cdot 100\%$$

Suma objętości wszystkich składników tylko dla gazów idealnych jest równa objętości roztworu.

Dla gazów idealnych stężenie wyrażone w procentach objętościowych jest równe stężeniu wyrażonemu w procentach molowych.

Aktywność

- w roztworach mocnych elektrolitów (mocne kwasy i zasady są w roztworach wodnych całkowicie zdysocjowane – rozpadają się na jony), uwzględnia się wzajemne oddziaływanie jonów obecnych w roztworze. W miejsce stężeń wprowadza się aktywność:

$$a_x = f_x \cdot c_x$$

gdzie:

a_x – aktywność jonu x [mol/dm³]

c_x – stężenie jonu x [mol/dm³]

f_x – współczynnik aktywności

Sila jonowa roztworu (moc jonowa)

- miara występujących w roztworze oddziaływań między jonami

$$\mu = 0,5 \sum c \cdot z^2$$

gdzie:

μ – siła jonowa r-ru [mol/dm³]

c – stężenie poszczególnych jonów w roztworze [mol/dm³]

z – ładunek jonu

Współczynnik aktywności

- współczynnik aktywności zależy od mocy jonowej roztworu oraz ładunku danego jonu (teoria Debye'a – Hückela):

$$-\log f_x = \frac{Az^2\sqrt{\mu}}{1 + B \cdot a \cdot \sqrt{\mu}}$$

gdzie:

A i B – stałe wynikające z właściwości rozpuszczalnika, zależne od T pomiaru

a – średni promień uwodnionego jonu

z – ładunek jonu

- dla wody o $T = 25^\circ\text{C}$ stała $A = 0,509$, stała $B = 3,287 \cdot 10^9$. Wartości parametru a wynoszą $3 - 11 \cdot 10^{-10}$ (wielkość promieni uwodnionych jonów 3-11 Å)
- dla roztworów rozcieńczonych ($\mu < 0,1$) (prawo graniczne Debye'a – Hückela),
 - dla jonów jednowartościowych, gdy $\mu < 0,05$
 - dla jonów dwuwartościowych, gdy $\mu < 0,014$
 - dla jonów trójwartościowych, gdy $\mu < 0,005$

$$-\log f_x = \frac{0,5 \cdot z^2 \sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}$$

- dla roztworów bardzo rozcieńczonych ($\mu < 0,01$), można stosować wzór:

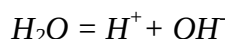
$$-\log f_x = 0,5z^2 \sqrt{\mu}$$

Wartości iloczynu $a \cdot B$ dla wybranych jonów [5]:

Jon	iloczyn $a \cdot B$
$\text{Sn}^{4+}, \text{Ce}^{4+}, \text{Th}^{4+}, \text{Zr}^{4+}$	3,6
$\text{H}^+, \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$	3,0
$\text{Mg}^{2+}, \text{Be}^{2+}$	2,6
$\text{Li}^+, \text{Ca}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}$	2,0
$\text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{S}^{2-}, \text{CH}_3\text{COO}^-$	1,6
$\text{Na}^+, \text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{Pb}^{2+}, \text{CO}_3^{2-}, \text{SO}_4^{2-}$	1,3
$\text{OH}^-, \text{F}^-, \text{SCN}^-, \text{HS}^-, \text{ClO}_4^-, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-, \text{NO}_3^-, \text{K}^+, \text{NH}_4^+, \text{Ag}^+$	1,0

Iloczyn jonowy wody

- woda ulega również dysocjacji (jest to bardzo słaby elektrolit):



- jony wodorowe (H^+) nie istnieją w roztworze wodnym, gdyż przyłączają się natychmiast do cząsteczek wody, tworząc jony hydroniowe (H_3O^+).
- *stała równowagi reakcji dysocjacji wody ma postać:

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

- w niezbyt stężonych roztworach stężenie niezdysocjowanej wody $[H_2O]$ można uznać za wielkość stałą, równą stężeniu czystej wody (55,4 M). Wówczas:

$$K_w = K \cdot [H_2O] = [H^+][OH^-] = \text{const}$$

gdzie:

K_w – iloczyn jonowy wody

- postać logarytmiczna iloczynu jonowego wody:

$$pK_w = p_cH + p_cOH$$

gdzie:

$p_cH = -\log [H_3O^+]$ – wykładnik ze stężenia jonów wodorowych

$p_cOH = -\log [OH^-]$ – wykładnik ze stężenia jonów wodorotlenowych

- jedynie dla roztworów rozcieńczonych $p_cH = p_aH$
- przyjmuje się, że wartości stężeniowego i termodynamicznego iloczynu jonowego wody są sobie równe. W $T = 25^\circ C$ $K_w = K_{wa} = 10^{-14}$
- wyrażenie na iloczyn jonowy wody można przedstawić w postaci:

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

* Stała równowagi reakcji

- współczynnik opisujący stan równowagi odwracalnych reakcji chemicznych
- dla reakcji $mA + nB = pC + qD$ stała równowagi:

$$K = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

gdzie:

$[C]$ i $[D]$ – stężenia molowe produktów

$[A]$ i $[B]$ – stężenia molowe substratów

- w ujęciu termodynamicznym:

$$K = \prod_{i=1}^n a_i^{v_i}$$

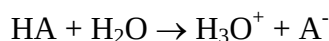
gdzie:

a_i – aktywność molowa

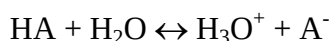
v_i – współczynnik stechiometryczny

Stała dysocjacji

Mocne kwasy jednoprotone* w roztworach wodnych są całkowicie zdysocjowane zgodnie z równaniem:



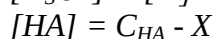
W przypadku **słabych kwasów jednoprotowych**, dysocjujących według równania:



stan równowagi w roztworze określa stała dysocjacji:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

jeśli:



to:

$$K_a = \frac{X^2}{C_{HA} - X} \quad \text{lub} \quad K_a = \frac{C_{HA} \alpha^2}{1 - \alpha}$$

gdzie:

α - stopień dysocjacji [-,%]

Stopień dysocjacji

- stosunek liczby (lub stężenia) cząsteczek zdysocjowanych do liczby (lub stężenia) wszystkich cząsteczek wprowadzonych do roztworu:

$$\alpha = \frac{X}{C_{HA}}$$

- stopień dysocjacji można obliczyć z równania kwadratowego:

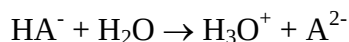
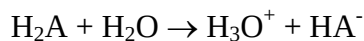
$$C_{HA}\alpha^2 + K_a\alpha - K_a = 0$$

- jeśli $\alpha < 0,05$, stopień dysocjacji można obliczyć ze wzoru:

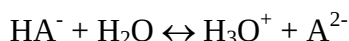
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_{HA}}}$$

* uwaga

- mocne kwasy dwuprotonowe dysocjują według równania:



- natomiast słabe kwasy dwuprotonowe dysocjują według równania:



- dla kwasów trzyprotonowych wyróżniamy 3 etapy dysocjacji.

Każdy etap dysocjacji kwasu wieloprotonowego opisuje inna stała dysocjacji.

** uwaga

- jeśli roztwory mocnych kwasów są bardzo rozcieńczone ($C_{HA} < 4,5 \cdot 10^{-7} M$) należy w obliczeniach uwzględnić jony $[H_3O^+]$ powstałe w wyniku dysocjacji wody. Całkowite stężenie jonów wodorowych można obliczyć z zależności:

$$[H^+]^2 - [H^+]C_{HA} - K_w = 0$$

gdzie:

K_w - iloczyn jonowy wody

W przypadku mocnych zasad postępujemy analogicznie!

Roztwory buforowe

- układ zawierający sprzężony kwas i zasadę o stężeniach analitycznych wystarczająco dużych, aby utrzymać blisko stałe pH, pomimo rozcieńczenia, czy dodania do układu niewielkiej ilości mocnego kwasu lub zasady

- roztwory:

- słabej zasady i jej soli z mocnym kwasem
- słabego kwasu i jego soli z mocną zasadą
- dwóch soli słabego kwasu wielozasadowego z mocną zasadą lub dwóch soli słabej zasady dysocjującej wielostopniowo z mocnym kwasem

- stała dysocjacji kwasowej określa równowagę między sprzężonym kwasem i zasadą w układzie:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

- w roztworze buforowym otrzymanym przez zmieszanie roztworu słabego kwasu HA (o stężeniu analitycznym C_{HA}) i sprzężonej z nim zasady A^- (o stężeniu analitycznym C_B):

$$[HA] \approx C_{HA} \text{ i } [A^-] \approx C_B$$

zatem:

$$K_a = [H^+](C_B/C_{HA})$$

stężenie jonów wodorowych możemy obliczyć z zależności:

$$pH = pK_a + \log C_B - \log C_{HA}$$

- w roztworze buforowym otrzymanym przez zmieszanie roztworu słabej zasady B (o stężeniu analitycznym C_B) i sprzężonego z nim kwasu AH^+ (o stężeniu analitycznym C_{HA}):

$$[B] \approx C_B \text{ i } [AH^+] \approx C_{HA}$$

zatem:

$$K_b = [OH^-](C_{HA}/C_B)$$

stężenie jonów wodorowych także możemy obliczyć z zależności:

$$pH = pK_a + \log C_B - \log C_{HA}$$

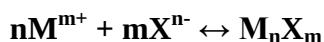
ponieważ $[OH^-] = K_w/[H^+]$ oraz $K_b = K_w/K_a$

Pojemność buforowa

- β , liczba moli mocnej zasady lub kwasu, która musi być dodana do 1 litra roztworu, aby spowodować zmianę pH o jedną jednostkę

Iloczyn rozpuszczalności

- dla reakcji wytrącania trudno rozpuszczalnego osadu:



jest to stała równowagi chemicznej, która opisuje stan równowagi między osadem trudno rozpuszczalnej soli (M_nX_m) a stężeniem jej jonów w roztworze:

$$I_r = [M^{m+}]^n [X^{n-}]^m$$

gdzie:

M - kation

X - anion

- jeśli w miejsce stężeń jonów tworzących osad wprowadzić ich aktywność, otrzymamy wówczas wyrażenie na termodynamiczny iloczyn rozpuszczalności, uwzględniający wpływ obecności elektrolitów w roztworze.

Rozpuszczalność związków słabo rozpuszczalnych w czystej wodzie

- strącanie osadu trudno rozpuszczalnej soli M_nX_m zachodzi wtedy, gdy iloczyn stężeń jonów przekracza wartość iloczynu rozpuszczalności

- dla roztworów nasyconych (pozostających w równowadze z osadem) o stałej temperaturze, rozpuszczalność definiuje się jako stosunek liczności związku w roztworze do objętości roztworu:

$$R = n/V \text{ [mol/dm}^3\text{]}$$

lub też jako masę związku przypadającą na 100 g (1000 g) wody lub roztworu.

- jeżeli jony M^{m+} i X^{n-} nie hydrolizują (lub też pomijamy ich hydrolizę) to rozpuszczalność związku słabo rozpuszczalnego można wyrazić jako:

$$R = [M^{m+}]/n = [X^{n-}]/m$$

- zależność między iloczynem rozpuszczalności I_r a rozpuszczalnością molową R (w mol/l) wyraża się wzorem:

$$I_r = [M^{m+}]^n [X^{n-}]^m = (nR)^n \cdot (mR)^m = n^n \cdot m^m \cdot R^{m+n}$$

Rozpuszczalność związków słabo rozpuszczalnych w roztworach zawierających inne elektrolity

Dodatek elektrolitu nie zawierającego jonów wspólnych ze słabo rozpuszczalnym związkiem M_nX_m powoduje wzrost rozpuszczalności tego związku. Zjawisko to (tzw. efekt solny) jest związane ze zmianą siły jonowej roztworu, od której zależą współczynniki aktywności jonów.

Jeśli dodamy elektrolitu posiadającego wspólne jony z osadem (jeżeli zaniedbamy wpływ zmiany siły jonowej roztworu oraz zakładamy, że jony nie ulegają hydrolizie, czy kompleksowaniu), wówczas iloczyn rozpuszczalności będzie miał postać:

$$I_r = [M^{m+}]^n [X^{n-}]^m = (C_M + nR')^n \cdot (mR')^m$$

$$I_r = [M^{m+}]^n [X^{n-}]^m = (nR')^n \cdot (C_X + mR')^m$$

gdy stężenie jonów pochodzących z dysocjacji silnego elektrolitu $\gg nR'$, to:

$$I_r = (C_M)^n \cdot (mR')^m$$

$$I_r = (nR')^n \cdot (C_X)^m$$

Nazwy niektórych związków chemicznych:

CO_2 – ditlenek węgla / tlenek węgla (IV)
 CO – tlenek węgla / tlenek węgla (II)
 SO_3 – tritlenek siarki / tlenek siarki (VI)
 SO_2 – ditlenek siarki / tlenek siarki (IV)
 NO_3 – tritlenek azotu / tlenek azotu (III)
 N_2O_5 – pentatlenek diazotu / tlenek azotu (V)
 NO_2 – ditlenek azotu / tlenek azotu (IV)
 N_2O_3 – tritlenek diazotu / tlenek azotu (III)
 NO – tlenek azotu / tlenek azotu (II)
 N_2O – tlenek diazotu / tlenek azotu (I)
 H_2O_2 – ditlenek diwodoru / naditlenek wodoru
 H_2O – oksydan / woda / tlenek wodoru
 Cl_2O_7 – heptatlenek dichloru / tlenek chloru (VII)
 Cl_2O_5 – pentatlenek dichloru / tlenek chloru (V)
 Cl_2O_3 – tritlenek dichloru / tlenek chloru (III)
 Cl_2O – tlenek dichloru / tlenek chloru (I)
 Mn_2O_7 – heptatlenek dimanganu / tlenek manganu (VII)
 MnO_2 – ditlenek manganu / tlenek manganu (IV)
 Cr_2O_3 – tritlenek dichromu / tlenek chromu (III)
 CuO – tlenek miedzi / tlenek miedzi (II)
 Cu_2O – tlenek dimiedzi / tlenek miedzi (I)
 OF_2 – difluorek tlenu

AsH_3 – arsan / arsenowodór
 NH_3 – azan / amoniak / trihydroazot
 PH_3 – fosfan / fosforowodór
 HBr – bromowodór
 HCl – chlorowodór
 HCN – cyjanowodór
 HF – fluorowodór
 HJ – jodowodór
 H_2S – sulfan / siarkowodór

HSCN – kwas tiocyjanowy / rodankowy
 H_3SbO_4 – kwas antymonowy (V)
 H_3AsO_3 – kwas arsenowy (III)
 H_3AsO_4 – kwas arsenowy (IV)
 HNO_2 – kwas azotowy (III)
 HNO_3 – kwas azotowy (V)
 H_3BO_3 – kwas borowy/ ortoborowy (III)
 HClO – kwas chlorowy (I)
 HClO_2 – kwas chlorowy (III)
 HClO_3 – kwas chlorowy (V)
 HClO_4 – kwas chlorowy (VII)
 HCrO_2 – kwas chromowy (III)
 H_2CrO_4 – kwas chromowy (VI)
 HOCN – kwas cyjanowy
 HPO_3 – kwas metafosforowy (V)
 H_3PO_3 – kwas fosforowy (III)

H_3PO_4 – kwas fosforowy (V) / ortofosforowy
 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – kwas pirofosforowy/ ortodwufosforowy (V)
 HIO – kwas jodowy (I)
 HIO_2 – kwas jodowy (III)
 HIO_4 – kwas metajodowy (VII)
 H_4SiO_4 – kwas ortokrzemowy (IV)
 H_2SiO_3 – kwas metakrzemowy (IV)
 HMnO_4 – kwas manganowy (VII)
 H_2MnO_4 – kwas manganowy (VI)
 H_2SeO_4 – kwas selenowy (VI)
 H_2SO_3 – kwas siarkowy (IV)
 H_2SO_4 – kwas siarkowy (VI)
 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ – kwas disiarkowy (VI)
 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – kwas tiosiarkowy (VI)
 H_2CO_3 / $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$ – kwas węglowy (IV)

HCOOH – kwas mrówkowy
CH₃COOH – kwas octowy
H₂C₂O₄ – kwas szczawiowy
C₆H₅OH - fenol

$\text{NH}_4\text{OH} / \text{H}_2\text{O} \cdot \text{NH}_3$ – wodorotlenek amonu
 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek baru
 $\text{Be}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek berylu
 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek cynku
 $\text{Al}(\text{OH})_3$ – wodorotlenek glinu
 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek magnezu
 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek manganu (II)
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek miedzi (II)
 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek ołowiu (II)
 $\text{Hg}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek rtęci
 KOH – wodorotlenek potasu
 NaOH – wodorotlenek sodu
 AgOH – wodorotlenek srebra
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek wapnia
 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ – wodorotlenek żelaza (II)
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – wodorotlenek żelaza (III)

MgCl_2 – dichlorek magnezu / chlorek magnezu
 CuSO_4 – siarczan (VI) miedzi (II)
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – dichromian (VI) potasu /
 heptaoksydodichromian potasu
 KMnO_4 – nadmanganian potasu /
 manganian (VII) potasu
 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ –heksacyjanożelazian (II) potasu

Lista 1

Liczność materii - pojęcie mola

1. Ile moli poszczególnych pierwiastków znajduje się w jednym molu hydratu chlorku wapnia ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)?
2. Ile moli gazowego jodowodoru wydzieli się w wyniku przereagowania 0,5 mola wodoru z jodem?
3. Ile moli gazowego tlenu zużyto do utlenienia 0,4 moli metalicznego żelaza?
4. Ile moli jonów potasowych powstanie w wyniku dysocjacji $7,5 \cdot 10^{-2}$ mola dichromianu (VI) potasu?
5. Ile atomów znajduje się w 0,25 mola amoniaku?
6. Ile atomów wodoru znajduje się w trzech molach metanolu?
7. Ile jonów węglanowych znajduje się w jednym milimolu węglanu glinu?

Masa atomu, masa atomowa, masa molowa

8. Oblicz masę 1 atomu krzemu.
9. Oblicz jaką liczbę moli stanowi 1,48 g wodorotlenku wapnia.
10. Oblicz, ile moli niklu znajduje się w 118 g tego pierwiastka.
11. Oblicz masę:
 - 0,5 mola magnezu
 - 0,1 mola cząsteczkowego tlenu
 - 2 moli tlenku żelaza III
 - 0,02 mola glukozy
12. Oblicz, w ilu gramach wody znajduje się 3 g wodoru.
13. Oblicz, ile gramów sodu znajduje się w 0,7 mola tlenku sodu.
14. Oblicz, ile gramów węgla znajduje się w 220 g tlenku węgla (IV).
15. Oblicz, ile gramów rtęci należy użyć, aby otrzymać 5 moli HgO
16. Miedź reaguje z siarką w stosunku wagowym 4:1. Oblicz, ile gramów miedzi i ile gramów siarki użyto do reakcji, jeżeli otrzymano 80 g siarczku miedzi (I).
17. Podczas prażenia wapienia otrzymano 0,112 kg wapna palonego i 0,88 kg dwutlenku węgla. Oblicz wagę zużytego surowca.
18. Ile gramów wodorotlenku potasu potrzeba do zobojętnienia 100 g kwasu fosforowego (V)?

Prawo Avogadro

19. Jaką objętość zajmuje w warunkach normalnych:
 - 0,2 mola tlenku węgla (II)
 - 25 milimoli wodoru cząsteczkowego
 - 1,5 kilomoli azotu cząsteczkowego
20. Ustal wzór sumaryczny tlenku azotu, wiedząc, że jego gęstość w warunkach normalnych wynosi $1,96 \text{ g/dm}^3$
21. Jaką objętość zajmuje 51 g gazowego amoniaku w temperaturze 293 K pod ciśnieniem 986 hPa?
22. Z elektrolizy wody otrzymano 140 cm^3 tlenu i 280 cm^3 wodoru. Oblicz objętość użytej wody.
23. Oblicz, ile dm^3 wodoru potrzeba do otrzymania 0,25 mola amoniaku.
24. Oblicz, ile cm^3 tlenu potrzeba do utlenienia 40 g węgla do dwutlenku węgla.
25. Jaką objętość powietrza (20% tlenu) potrzebna jest do całkowitego spalania 100 cm^3 gazu turystycznego (40% obj. propanu i 60% obj. butanu)?
 - w warunkach normalnych
 - dla $T = 60^\circ\text{C}$ i $p = 980 \text{ hPa}$

Lista 2

Stechiometria - skład ilościowy związków chemicznych i mieszanin

- Oblicz skład procentowy trójtlenku siarki.
- Oblicz procentową zawartość żelaza w następujących jego związkach:
 - hematyt Fe_2O_3
 - magnetyt Fe_3O_4
 - wustyt FeO
 - piryt FeS_2
 - syderyt FeCO_3
 - limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- Pewien alkan zawiera 80% węgla. Jaki to węglowodór?
- Ile procent P_2O_5 znajduje się w fosforanie (V) wapnia?
- Fluorek pewnego pierwiastka zawiera 73% fluoru. Co to za pierwiastek, jeśli masa molowa jego fluorku wynosi 104 g/mol?
- Oblicz zawartość procentową soli bezwodnej kobaltu w hydracie $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- Ustal wzór chemiczny hydratu wodorosiarczku wapnia zawierającego 50,4% wody.
- Ile gramów czystego złota zawiera łańcuszek o wadze 2,20 g wykonany ze złota jubilerskiego o próbie 585?
- Ile kilogramów blendy cynkowej zawierającej 67% cynku należy użyć, aby uzyskać 5 kg tego pierwiastka?
- Wapień stosowany do produkcji wapna palonego zawiera 85% węglanu wapnia. Jaką ilość skały wapiennej należy użyć, aby uzyskać 1 kg wapna palonego.
- Ile paracetamolu należy odważyć, aby wytworzyć 500 tabletek, jeśli pojedyncza tabletkowa o wadze 1,05 g zawiera 48% masy tabletkowej?
- 30 g pewnej maści zawiera 2,5 g suchego ekstraktu z nasion kasztanowca o zawartości escyny 20%. Oblicz ile mg escyny zawiera 1 g tej maści?
- Ile należy odważyć wodorofosforanu sodu i dwuwodorofosforanu wapnia, aby po zmieszaniu tych dwóch soli otrzymać nawóz o zawartości 24% fosforu?
- Zgodnie z normami Unii Europejskiej dopuszczalna zawartość jonów azotanowych (V) w wodzie pitnej wynosi 44 mg/dm³ wody. Po zbadaniu próbki wody pobranej z rzeki okazało się, że w objętości 30 cm³ tej wody znajduje się 0,004 g jonów azotanowych (V). Określ, czy woda pobrana z rzeki nadaje się do picia.
- Woda z kranu zawiera 20 ppm CuSO_4 . Jeśli dopuszczalne stężenie jonów miedzi w wodzie pitnej to 0,1 mg Cu^{2+} /dm³, to czy ta woda jest zdatna do picia?

Stężenie procentowe

- Sól fizjologiczna, to wodny roztwór chlorku sodu o stężeniu 0,9%. Oblicz ile gramów NaCl należy odważyć, aby uzyskać 100 ml roztworu soli fizjologicznej?
- Oblicz, ile gramów nadtlenu wodoru znajduje się w 30-procentowym roztworze tego związku, zwanego perhydrolem, jeśli zawiera on 210 g wody.
- Oblicz ile ml etanolu ($\rho = 0,780 \text{ g/cm}^3$) potrzeba, aby sporządzić 100 g jodyny (10% roztwór jodu w alkoholu).
- W 200 g wody rozpuszczono 5 g soli kamiennej zawierającej 97% chlorku sodu. Oblicz stężenie jonów sodu w roztworze.
- Sól himalajska zawiera 0,02 ppm rtęci w 5 g porcji. Oblicz stężenie procentowe rtęci w roztworze uzyskanym poprzez rozpuszczenie 1 g takiej soli w wodzie.

21. Sól Erlenmayera to mieszanina bromków o składzie: 1 cz. bromku amonu, 2 cz. bromku sodu i 2 cz. bromku potasu. Ile gramów poszczególnych bromków należy odważyć, aby przygotować 250 g 2% roztworu wodnego tej soli?
22. Jaką dawkę dobową fosforanu kodeiny otrzyma pacjent stosujący 2% roztwór tej substancji, jeśli ma stosować lek trzy razy dziennie a jednorazowa dawka leku to 1,25 g?
23. Oblicz, ile gramów wody trzeba dolać do 150 g 40-procentowej formaliny, w której przechowywane są preparaty biologiczne, aby otrzymać roztwór 25% roztwór aldehydu mrówkowego (HCHO).
24. Z 300 g 10% roztworu glukozy do wstrzykiwań odparowano 70 g wody. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.
25. Syrop pomarańczowy otrzymuje się poprzez zmieszanie 90 g syropu prostego (roztworu wodnego sacharozy o stężeniu 64%) z 5 g nalewki i z 5 g wyciągu z pomarańczy gorzkiej. Oblicz stężenie cukru w syropie pomarańczowym.
26. Do próbki dodano 1,0 ml 3% r-r kazeiny, 3,2 ml wody, 0,8 ml 1,5% r-ru Na_2CO_3 i 2 ml 1% r-ru trypsyny. Oblicz stężenie końcowe kazeiny.
27. Do próbki dodano 0,5 ml r-r kazeiny, 1,4 ml wody, 0,6 ml roztworu HCl i 1 ml 1% roztworu trypsyny. Stężenie końcowe białka wynosiło 0,26%. Oblicz stężenie początkowe kazeiny.
28. Ile mg czystego etanolu zawiera 50 ml 40% obj. wódki? (gęstość EtOH - 789 kg/m³)
29. 7,5 g sodu wrzucono do zlewki zawierającej 50 g wody. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego w ten sposób roztworu wodorotlenku.
30. Oblicz stężenie procentowe kwasu siarkowego (IV) powstałego w wyniku rozpuszczenia 10 g odpowiedniego tlenku siarki w 120 ml wody destylowanej.

Lista 3

Stężenie molowe

1. Oblicz stężenie molowe wody w czystej wodzie.
2. Oblicz stężenie molowe jonów chlorkowych w soli fizjologicznej.
3. Pewna woda mineralna zawiera w swym składzie jony baru w ilości 0,748 mg/l. Oblicz stężenie molowe tego pierwiastka.
4. W 800 ml roztworu znajduje się 9,5g chlorku magnezu. Oblicz stężenie molowe tego roztworu.
5. Do 100 ml roztworu o stężeniu 2 mol/l dodano 900 cm³ wody. Oblicz stężenie molowe tak otrzymanego roztworu.
6. Z 200 ml roztworu o stężeniu 0,25 M odparowano 50 ml rozpuszczalnika. Oblicz stężenie tak otrzymanego roztworu.
7. W filiżance (150 ml) małej czarnej stężenie kofeiny wynosi 5 mM. Ile filiżanek kawy możemy wypić, jeśli dawka śmiertelna dla dorosłego człowieka wynosi około 10 g? ($M_{C_8H_{10}N_4O_2} = 194,19$ g/mol).
8. Ile gramów czystego azotanu (V) srebra należy odważyć na wadze analitycznej, aby przygotować 0,5 litra roztworu $AgNO_3$ o stężeniu dokładnie 0,05 mol/l?
9. Ile ml roztworu $AgNO_3$ o stężeniu 0,05 M potrzeba, aby strącić z roztworu osad chlorku srebra o masie 143 mg?
10. Oblicz ile cm³ 0,2 molowego kwasu azotowego (V) należy zużyć do zobojętnienia 7,8 g wodorotlenku glinu.

Przeliczanie stężeń

11. Jakie jest stężenie molowe 13% NaOH, jeśli gęstość roztworu jest równa 1,142 g/cm³?
12. Oblicz stężenie molowe nadtlenu wodoru w wodzie utlenionej ($\rho = 1,01$ g/mol).
13. Na etykiecie butelki ze stężonym kwasem siarkowym podano następujące informacje: p = 98,0%, d = 1,84 kg/dm³. Oblicz stężenie molowe tego kwasu.
14. Roztwór o gęstości 1,700 g/ml zawiera 63,00% SO_3 . Oblicz stężenie molowe i procentowe kwasu siarkowego w tym roztworze.
15. Badanie hemoglobiny we krwi pewnej kobiety wykazało 8 g/dL przy normie wynoszącej 7,4-9,9 mmol/l. Czy lekarz może podejrzewać anemię?
16. Norma cholesterolu we krwi to 3,6 - 6,5 mmol/L, u pacjenta oznaczono poziom 300 mg% (mg/dL). Czy wynik mieści się w granicach normy? $M_{ch.} = 387$ g/mol.
17. Ile ml 80% kwasu octowego o gęstości 1,07 g/cm³ należy użyć, aby przygotować 500 ml 0,5 molowego roztworu tego kwasu?
18. 125 g 20,0% roztworu NaCl rozcieńczono wodą do objętości 500 cm³. Oblicz stężenie molowe tak sporządzonego roztworu.
19. W 500 g wody rozpuszczono po 10 g saletry amonowej, potasowej i sodowej. Oblicz stężenie procentowe i molowe azotanów w końcowym roztworze.
20. Podczas reakcji cynku z 20% roztworem H_2SO_4 o gęstości d = 1,14 g/cm³ otrzymanego 500 cm³ wodoru zmierzonego w warunkach normalnych. Oblicz objętość użytego roztworu kwasu.
21. Ile gramów 15% roztworu NaOH potrzeba na zobojętnienie kwasu azotowego (V) zawartego w 40g 12% roztworu?

Lista 4*Wykładnik stężenia jonów wodorowych w roztworach mocnych elektrolitów*

1. Oblicz pH roztworu kwasu jednoprotowego, w którym stężenie jonów hydroniowych wynosi $1,75 \cdot 10^{-4}$ M.
2. Jakiego jest pH soku żołądkowego, roztworu HCl o stężeniu jonów wodorowych $1,2 \cdot 10^{-3}$ M?
3. Oblicz pH 0,001 molowego roztworu kwasu bromowodorowego.
4. Oblicz pH 0,05 M roztworu kwasu siarkowego.
5. Jakiego jest stężenie jonów wodorotlenowych w roztworze, jeżeli pOH wynosi 3,55?
6. Stężenie jonów wodorowych w roztworze wynosi 10^{-5} mol/dm³. Oblicz stężenie jonów wodorotlenowych.
7. Jakiego jest pH roztworów zawierających w 1 litrze: a) 0,101g jonów H⁺ b) 0,101g jonów OH⁻?
8. pH roztworu kwasu chlorowego (VII) wynosi 0,93. Oblicz stężenie kwasu.
9. Zmieszano roztwory mocnego kwasu o pH = 1,1 i pH = 2,2 w stosunku objętościowym 1:2. Oblicz stężenie kwasu.
10. Do 500 ml roztworu kwasu solnego o pH = 1,3 dodano 0,18 g metalicznego magnezu. Oblicz pH roztworu po reakcji.
11. Zmieszano równe objętości mocnej zasady o pH=13,3 i mocnego kwasu o pH = 0,22. Jakiego będzie pH uzyskanego roztworu?
12. Do 100 ml mocnego kwasu zawierających 10 mg jonów H⁺, dodano 200 ml tego kwasu o pH = 1,7 oraz 200 ml wody. Oblicz pH otrzymanego roztworu.
13. Zmieszano roztwory NaOH i NaCl w takim stosunku, że w otrzymanym roztworze pCl = 1,7, a pNa = 1,15. Oblicz pH tego roztworu.
14. W temperaturze 288 K iloczyn jonowy wody $K_w = 4,6 \cdot 10^{-15}$, a w temperaturze 298 K wartość $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$. Oblicz pH wody w tych temperaturach.
15. Jakiego jest pH roztworu kwasu siarkowego, jeśli pSO₄ = 2,52?

Lista 5

Stała dysocjacji, stopień dysocjacji

1. Stała dysocjacji kwasu mrówkowego (HCOOH) wynosi $1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. Oblicz pH roztworu, w którym stężenie analityczne tego kwasu wynosi 0,2 M.
2. Oblicz pH roztworu kwasu HClO o stężeniu 0,2 M. $\text{pK}_a = 7,5$
3. Oblicz stężenie jonów cyjankowych w roztworze kwasu cyjanowowodorowego o stężeniu $0,01 \text{ mol/dm}^3$. $\text{pK}_a = 9,21$.
4. Oblicz stałą dysocjacji kwasowej pewnego związku, którego stała dysocjacji zasadowej wynosi $7,94 \cdot 10^{-7}$.
5. Oblicz stężenie molowe roztworu amoniaku o $\text{pH} = 11,00$. $\text{pK}_a = 9,60$
6. Oblicz stopień dysocjacji kwasu azotowego (III) o stężeniu $0,02 \text{ mol/dm}^3$. $\text{pK}_a = 3,148$
7. Oblicz pH i stopień dysocjacji elektrolitycznej roztworu kwasu octowego o stężeniu 0,8 M. $\text{pK}_a = 4,55$
8. Jaka jest stała dysocjacji jednoprotownego kwasu, zdysocjowanego w 19%, którego pH wynosi 2,7?
9. Jakie jest pH roztworu kwasu mrówkowego, jeśli wiadomo, że stopień dysocjacji w tym roztworze jest równy 2,5%? $\text{pK}_a = 3,8$
10. Oblicz pH kwasu chlorawego zdysocjowanego w 46%, którego $\text{pK}_a = 1,61$.
11. Oblicz stężenie niezdisocjowanych cząsteczek kwasu fluorowodorowego w jego 0,01-molowym roztworze wodnym, wiedząc, że stopień dysocjacji kwasu w tym roztworze jest równy 22,8 %.
12. Obliczyć stopień dysocjacji zasady amonowej w 2,0 M roztworze NH_4OH i po 200-krotnym rozcieńczeniu tego roztworu. $\text{pK}_b = 4,33$
13. W 250 ml wody rozpuszczono 0,17g gazowego amoniaku. Jakie jest pH otrzymanego roztworu? $\text{pK}_{\text{NH}_4^+} = 9,2$
14. Do 150 ml roztworu kwasu solnego o pH 1,25 dodano 350 ml wody. Oblicz pH tak sporządzonego roztworu. $\text{pK}_a = -7$
15. Do 100 cm^3 roztworu amoniaku o stężeniu $0,10 \text{ mol/dm}^3$ dodano 2,0 g stałego wodorotlenku sodu. Oblicz pCNH_4 . $\text{pK}_{\text{NH}_4^+} = 9,2$
16. Obliczyć, ile razy zmniejszy się stopień dysocjacji 0,15M roztworu kwasu mrówkowego po dodaniu do 200 ml tego roztworu 5 ml 1 M HCl . $\text{pK}_a = 3,90$
17. Obliczyć pH 0,015 M roztworu kwasu siarkowego (IV). $\text{pK}_{a1} = 1,845$, $\text{pK}_{a2} = 7,30$
18. Oblicz stężenia molowe jonów znajdujących się w 0,010 M roztworze H_2CO_3 . Oblicz pH tego roztworu. $\text{pK}_{a1} = 6,04$, $\text{pK}_{a2} = 9,75$
19. Obliczyć pierwszy stopień dysocjacji kwasu selenawego (H_2SeO_3), jeżeli drugi stopień dysocjacji jest równy $1,0 \cdot 10^{-5}$. $\text{pK}_{a1} = 2,58$. $\text{pK}_{a2} = 8,00$.
20. Oblicz pH roztworu kwasu fosforowego o stężeniu 0,01M. Oblicz: a) przy założeniu całkowitej trzystopniowej dysocjacji kwasu b) $\text{pK}_{a1} = 2,2$, $\text{pK}_{a2} = 7,2$, $\text{pK}_{a3} = 12,3$

Lista 6

Roztwory buforowe

1. Oblicz pH buforu mleczanowego, w którym stężenie kwasu mlekowego ($\text{C}_2\text{H}_4\text{OHCOOH}$) wynosi 0,12 M a mleczanu sodu 0,11 M ($K_a = 1.4 \times 10^{-4}$).
2. Oblicz stosunek stężenia soli do stężenia kwasu w buforze siarczanowym o $\text{pH}=2,5$. $\text{pK}_{a2} = 1,9$
3. Przygotowano roztwór buforowy, w którym stosunek stężenia zasady do stężenia kwasu wynosi: $\text{CO}_3^{2-} / \text{HCO}_3^{-1} = 6$. Oblicz pH tego buforu. $\text{pK}_{a1} = 6,04$, $\text{pK}_{a2} = 9,57$
4. Zmieszano roztwory amoniaku i salmiaku o stężeniach 0,5 M każdy w stosunku 1:10. Oblicz pH tak otrzymanego roztworu. $\text{pK}_a = 9,2$
5. W jakim stosunku objętościowym powinno się mieszać 0,2 M CH_3COOH i 0,4 M NaOH , aby otrzymać bufor octanowy o $\text{pH} = 5,0$? $\text{pK}_a = 4,55$
6. W jakim stosunku należy mieszać jednomolowe roztwory wodorowęglanu sodu i węglanu wapnia, aby uzyskać bufor o $\text{pH} = 9,40$? $K_a = 4.7 \cdot 10^{-11}$
7. W 50 ml 0,020 M kwasu octowego rozpuszczono 0,164 g stałego octanu sodu. Oblicz pH tego roztworu. $\text{pK}_a = 4,55$
8. Jakie jest pH roztworu otrzymanego w wyniku zmieszania 90 ml roztworu amoniaku o stężeniu 0,2 M z 10 ml roztworu chlorku amonu o stężeniu 0,2 M? $\text{pK}_{\text{NH}_3} = 4,75$
9. Ile gramów stałego NH_4Cl należy rozpuścić w 200 ml roztworu amoniaku o stężeniu 0,1 mol/l, aby pH otrzymanego w ten sposób roztworu buforowego wynosiło 10,0? $\text{pK}_a = 9,2$
10. Oblicz pH w 1500 cm^3 0,0030 M HNO_2 po rozpuszczeniu w nim 1,50g NaNO_2 . $\text{pK}_a = 2,87$
11. Jak zmieni się pH roztworu kwasu chlorooctowego ($\text{C}_2\text{H}_3\text{ClO}_2$), jeśli do 50 ml 0,5 M kwasu doda się 10 ml 0,2 M chlorooctanu sodu?
12. 10 ml 1 molowego kwasu solnego dodano do a) 1 litra roztworu NaCl b) 1 litra buforu octanowego (0,1 M CH_3COOH ; 0,1 M CH_3COONa). Oblicz zmianę pH w obydwu roztworach. $\text{pK}_a = 4,8$
13. Jaki jest stopień dysocjacji HCN w roztworze tego kwasu o stężeniu $5,00 \cdot 10^{-4}$ M oraz po dodaniu do niego takiej samej objętości roztworu NaCN o stężeniu $2,50 \cdot 10^{-5}$ M? $K_a = 7,2 \cdot 10^{-10}$
14. 10,0 cm^3 1,0 M HCl dodano do: a) 1000 cm^3 0,10 M NaCl , b) 1,00 dm^3 buforu octanowego (0,10 M CH_3COOH , 0,20 M CH_3COONa). Oblicz zmianę pH w obu roztworach. $\text{pK}_a = 4,55$ $\text{pK}_w = 13,80$
15. 1,00 dm^3 buforu zawiera 0,20 mola $\text{NH}_3(\text{aq})$ i 0,20 mola NH_4Cl . Jak zmieni się jego pH jeżeli do 90,0 cm^3 tego buforu doda się 10 cm^3 HCl o stężeniu 0,10 mol/ dm^3 ? $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$
16. Jak zmieni się pH roztworu buforowego otrzymanego przez zmieszanie 200 cm^3 1,0 M roztworu NH_3 z 200 cm^3 1,0 M roztworu NH_4Cl ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$) po dodaniu: a) 0,010 mola NaOH b) 0,010 mola HCl .

Lista 7

Siła jonowa roztworu i aktywność jonów

1. Oblicz siłę jonową roztworu 1 M chlorku baru.
2. Oblicz siłę jonową roztworu azotanu (V) potasu o stężeniu 0,005 M.
3. Oblicz moc jonową $0,03 \text{ mol/dm}^3$ roztworu Na_2SO_4 .
4. Siła jonowa czystego roztworu chlorku glinu wynosi $0,0012 \text{ mol/dm}^3$. Oblicz stężenie molowe tego roztworu.
5. 15,1 mg siarczanu manganu rozpuszczono w litrze wody. Oblicz siłę jonową roztworu.
6. Oblicz masę rozpuszczonego chlorku sodu w 150 ml wody, jeżeli siła jonowa roztworu wynosi $0,345 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
7. Oblicz siłę jonową roztworu zawierającego w 100 ml 21 mg chlorku baru i 85 mg azotanu sodu.
8. Jak zmieni się moc jonowa roztworu siarczanu wapnia, jeżeli roztwór tej soli w wodzie o stężeniu 13,6 mg/L rozcieńczy się dwukrotnie?
9. W roztworze chemicznie czystego CuSO_4 współczynniki aktywności jonów Cu^{2+} oraz SO_4^{2-} są równe i wynoszą 0,74. Oblicz aktywność tych jonów, jeśli stężenie soli wynosi 0,5 M.
10. Jakie jest stężenie molowe czystego roztworu K_2CrO_4 wyrażone w mol/dm^3 , jeżeli aktywność jonów potasu wynosi $5,8 \cdot 10^{-4}$, a współczynnik aktywności $f(\text{K}^+) = 0,966$?
11. Jaka jest aktywność jonów Na^+ i Cl^- w roztworze zawierającym w litrze 0,01 mola HCl i 0,02 mola NaCl.
12. Oblicz aktywność jonów Co^{2+} i jonów Cl^- w roztworze chlorku kobaltu o stężeniu 12%.
13. W kolbie miarowej o pojemności 100 cm^3 umieszczono 1,59 mg chlorku strontu, dodano 2 ml 0,01 M roztworu HCl i uzupełniono wodą do kreski. Jaka jest aktywność jonów strontowych w tym roztworze?
14. Jak zmieni się aktywność jonów wodorowych, jeżeli do 300 ml kwasu solnego o stężeniu 0,1 M doda się 20 g stałego chlorku potasu?
15. Jak zmieni się aktywność jonów H_3O^+ , jeśli do 50 ml 0,01 M r-ru H_2SO_4 doda się 50 ml 2% H_2SO_4 o gęstości $1,0118 \text{ g/ml}$?
16. Ile razy zmniejszy się stężenie i aktywność jonów Na^+ , jeśli do 100 cm^3 0,015 M NaCl zostanie dodane 400 ml wody?
17. W 100 g roztworu kwasu siarkowego (VI) o stężeniu 0,01 M ($d = 1,01 \text{ g/cm}^3$) rozpuszczono 1,00 g chlorku sodu. O ile zmieni się aktywności jonów hydroniowych?
18. Oblicz p_{cH} i p_{aH} 0,05 M roztworu kwasu siarkowego.

Lista 8*Rozpuszczalność związków trudno rozpuszczalnych i iloczyn rozpuszczalności*

1. Jaka jest rozpuszczalność AgI w wodzie, w temperaturze pokojowej? $p_{\text{Ir}} = 16,1$
2. Jaka jest rozpuszczalność osadu $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ w wodzie? $p_{\text{Ir}} = 44,07$
3. Obliczyć iloczyn rozpuszczalności siarczku srebra wiedząc, że jego rozpuszczalność wynosi $2,51 \cdot 10^{-17}$ mol $\text{Ag}_2\text{S}/\text{l}$
4. Jakie jest stężenie jonów w (g/l) w nasyconym roztworze fluorku wapnia? $p_{\text{Ir}} = 10,5$
5. Ile miligramów każdego z jonów znajduje się w 200 ml nasyconego roztworu $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$? $p_{\text{Ir}} = 26,0$
6. W jakiej objętości wody można rozpuścić 0,01 g chlorku srebra w temperaturze pokojowej? $p_{\text{Ir}} = 9,8$
7. Jaka objętość wody może być użyta do przemywania osadu BaSO_4 , aby rozpuściło się nie więcej niż $1 \cdot 10^{-4}$ g osadu? $p_{\text{Ir}} = 10,0$
8. Ile gramów Ag_3PO_4 rozpuści się w 100 ml czystej wody? $p_{\text{Ir}} = 15,8$
9. Obliczyć rozpuszczalność wodorotlenku niklu w 0,01 M $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$. $p_{\text{Ir}} = 14,7$
10. Czy wytrąci się osad CoCO_3 w roztworze powstałym przez zmieszanie ze sobą równych objętości $1,0 \cdot 10^{-5}$ M CoCl_2 i $2,0 \cdot 10^{-5}$ M Na_2CO_3 ? $p_{\text{Ir}} = 9,98$