

MASARYKOVA UNIVERZITA
Přírodovědecká fakulta

POMŮCKA PRO SEMINÁŘ Z OBECNÉ CHEMIE

Jiří PŘÍHODA, Jiří TOUŽÍN

Brno 2012

Recenze: Prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc.

Skriptu vznikla v rámci realizace projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/07.0436 „**Inovace vzdělávání v chemii na PřF MU**“, který je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

© 2012 Jiří Příhoda, Jiří Toužín
© 2012 Masarykova univerzita
ISBN 978-80-210-5813-2

Předmluva

Skripta, která držíte v ruce, budou nepochybně užitečnou studijní pomůckou pro ty chemiky, kteří mají ze střední školy jen základní informace o provádění chemických výpočtů a o názvosloví anorganických sloučenin.

Toto vydání skript vychází ze zkušeností s dříve vydanými učebními texty, které byly v seminářích z obecné chemie využívány. Skripta obsahují vedle příkladů sloužících k procvičení běžných chemických výpočtů také všechny základní typy problémů a příkladů vhodných k aktivnímu pochopení látky z obecné chemie v rozsahu, v jakém je přednášena v současné době na Přírodovědecké fakultě MU v prvním semestru studia. Poslední kapitola je věnována názvosloví anorganických sloučenin.

Jednotlivé kapitoly skript jsou rozděleny do čtyř částí:

- Části A zahrnují pojmy, které musí student pochopit dříve, než přikročí k řešení vlastních příkladů.
- V částech B jsou vyřešeny všechny typy příkladů, které se vztahují k dané oblasti procvičovaného učiva. Pro větší přehlednost zápisů výpočtů v těchto částech nejsou uváděny jednotky veličin v příslušných výrazech u všech příkladů.
- Části C obsahují příklady a problémy, které mohou studenti samostatně řešit na základě znalosti pojmů a definic z části A a pochopení postupů řešení příkladů z části B příslušné kapitoly.
- Posouzení správnosti výroků uvedených v částech D spolu s patřičným zdůvodněním odpovědí může sloužit jako kontrola znalostí a hloubky pochopení látky příslušných kapitol.
- Do kapitoly 8 jsou shrnuta základní pravidla názvosloví anorganických sloučenin, doplněná vždy řadou příkladů usnadňujících jejich pochopení.
- Výsledky příkladů z oddílu C a správné hodnocení výroků z částí D jsou uvedeny v kapitole 9.

Skripta jsou určena posluchačům nejen prvního ročníku studia odborné chemie, ale i posluchačům učitelských kombinací s chemií a částečně i posluchačům studia geologie, geochemie a biologie. Snahou autorů bylo podat problematiku základních chemických výpočtů a anorganického názvosloví tak, aby se chemické myšlení a uvažování studentů mohlo i nadále úspěšně rozvíjet. Předpokládá to samozřejmě aktivní přístup k probírané problematice a mnoho a mnoho času stráveného nad řešením jednotlivých příkladů.

Uživatelům skript budeme vděčni za kritické připomínky, včetně upozornění na nedostatky a chyby.

Poděkování: Autoři děkují Mgr. Michalu Babiakovi za celkovou revizi skript a za mnohé podnětné připomínky k jejich textu.

Brno 2012

Autoři

OBSAH

| | |
|---|-----|
| 1. Úvodní část | 6 |
| 1.1. Základní slučovací zákony | 6 |
| 1.2. Relativní atomová a molekulová hmotnost, mol | 8 |
| 1.3. Stechiometrický vzorec a výpočty podle něho | 11 |
| 1.4. Sestavování chemických rovnic a výpočty podle nich | 14 |
| 2. Stavba atomu | 23 |
| 2.1. Atomové jádro, elementární částice | 23 |
| 2.2. Přírozená a umělá radioaktivita, jaderné reakce | 24 |
| 2.3. Elektronový obal atomu | 26 |
| 2.4. Periodický zákon a periodicitu vlastností prvků | 29 |
| 3. Chemická vazba | 32 |
| 4. Skupenské stavy látek | 41 |
| 4.1. Plyny | 41 |
| 4.2. Kapaliny a pevné látky | 48 |
| 4.3. Skupenské změny a Gibbsův zákon fází | 51 |
| 5. Roztoky | 55 |
| 5.1. Koncentrace roztoků | 55 |
| 5.2. Vlastnosti zředěných roztoků | 65 |
| 6. Chemické reakce, chemická rovnováha | 68 |
| 6.1. Elementární termodynamika | 68 |
| 6.2. Rovnováhy chemických reakcí | 74 |
| 6.3. Iontové rovnováhy v roztocích | 78 |
| 6.4. Hydrolýza solí | 85 |
| 6.5. Tlumivé roztoky | 88 |
| 6.6. Součin rozpustnosti | 90 |
| 7. Základy elektrochemie | 95 |
| 7.1. Elektrolýza | 95 |
| 7.2. Elektroodové potenciály, galvanické články | 97 |
| 8. Názvosloví anorganických sloučenin | 101 |
| 8.1. Obecné principy názvosloví | 101 |
| 8.2. Názvy prvků a jejich skupin | 103 |
| 8.3. Chemické vzorce a názvy sloučenin | 104 |
| 8.4. Názvy iontů a atomových skupin | 108 |
| 8.5. Izo- a heteropolyanionty | 110 |
| 8.6. Názvy kyselin a jejich derivátů | 111 |
| 8.7. Názvy solí | 114 |
| 8.8. Solváty, adiční sloučeniny, klathráty | 116 |
| 8.9. Koordinační sloučeniny | 117 |
| 9. Výsledky | 124 |
| Kapitola 1.1.C | 124 |
| Kapitola 1.2.C | 124 |

| | |
|--|------------|
| Kapitola 1.3.C | 124 |
| Kapitola 1.4.C | 125 |
| Kapitola 1.D | 126 |
| Kapitola 2.1.C | 126 |
| Kapitola 2.2.C | 126 |
| Kapitola 2.3.C | 126 |
| Kapitola 2.4.C | 127 |
| Kapitola 2.D | 127 |
| Kapitola 3.C | 127 |
| Kapitola 3.D | 128 |
| Kapitola 4.1.C | 128 |
| Kapitola 4.2.C | 129 |
| Kapitola 4.3.C | 130 |
| Kapitola 4.D | 130 |
| Kapitola 5.1.C | 130 |
| Kapitola 5.2.C | 131 |
| Kapitola 5.D | 131 |
| Kapitola 6.1.C | 132 |
| Kapitola 6.2.C | 132 |
| Kapitola 6.3.C | 133 |
| Kapitola 6.4.C | 134 |
| Kapitola 6.5.C | 134 |
| Kapitola 6.6.C | 134 |
| Kapitola 6.D | 135 |
| Kapitola 7.1.C | 135 |
| Kapitola 7.2.C | 135 |
| Kapitola 7.D | 136 |
| Kapitola 8.1.C | 136 |
| Kapitola 8.2.C | 137 |
| Kapitola 8.3.C | 137 |
| Kapitola 8.4.C | 138 |
| Kapitola 8.5.C | 139 |
| Kapitola 8.6.C | 139 |
| Kapitola 8.7.C | 140 |
| Kapitola 8.8.C | 142 |
| Kapitola 8.9.C | 142 |
| 10. Přílohy | 144 |
| 10.1. Názvy, symboly a atomové hmotnosti prvků | 144 |
| 10.2. Seznam veličin, jejich značek a jednotek | 147 |
| 10.3. Důležité konstanty | 148 |
| 11. Použitá a doporučená literatura | 149 |

1. Úvodní část

1.1. Základní slučovací zákony

A

1. Formulujte základní slučovací zákony a jejich platnost doložte na konkrétních příkladech.
2. Vysvětlete na základě jakých úvah a experimentálních údajů byly objeveny základní slučovací zákony.
3. Co jsou to daltonidy a bertholidy?

B

1. Oxid siřičitý byl připraven jednak přímou syntézou z prvků a jednak reakcí Na_2SO_3 s H_2SO_4 . V prvním případě zreagovalo 48,09 g síry s kyslíkem za vzniku 96,09 g SO_2 , ve druhém případě bylo analýzou zjištěno, že připravený SO_2 obsahuje 50,05 % síry. Ověřte, zda pro oxid siřičitý platí zákon stálých poměrů slučovacích.

Řešení:

Hmotnostní poměr S : O v SO_2 připraveném oběma uvedenými způsoby

$$\frac{48,09}{(96,09 - 48,09)} = 1,002 \quad \text{a} \quad \frac{50,05}{(100 - 50,05)} = 1,002$$

je stejný a pro SO_2 platí zákon stálých poměrů slučovacích.

2. Na příkladu reálně existujících oxidů uhlíku CO a CO_2 ověřte platnost zákona násobných poměrů slučovacích. $A_r^{\text{stř}}(\text{O}) = 15,9994$; $A_r^{\text{stř}}(\text{C}) = 12,011$.

Řešení:

| | CO | CO_2 |
|------------------------|------------------|----------------------|
| hmotnostní poměr C : O | 12,011 : 15,9994 | 12,011 : 2 · 15,9994 |
| | 1 : 1,332 | 1 : 2,664 |

Poměr hmotností kyslíku 1,332 : 2,664 připadajících na stejné hmotnostní množství uhlíku (1) je v souladu se zákonem násobných poměrů slučovacích 1 : 2.

3. Vodík reaguje s dusíkem podle rovnice $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$. Za předpokladu, že výtěžek reakce je stoprocentní a všechny objemy byly měřeny při téže teplotě a tlaku, vypočítejte:
 - a) objemy plynů ve směsi po reakci, jestliže před reakcí bylo ve směsi 15 dm³ H_2 a 10 dm³ N_2 ,
 - b) poměr počtu molekul všech plynů před a po reakci 15 dm³ H_2 s 10 dm³ N_2 ,
 - c) rozdíl hmotností výchozích látek a reakčních produktů, jestliže se při syntéze určitého množství NH_3 uvolnila energie $1,0 \cdot 10^5$ J.

Řešení:

- a) Při reakci dusíku s vodíkem za vzniku amoniaku zreagují tři objemy vodíku s jedním objemem dusíku za vzniku dvou objemů amoniaku. Poměr objemů $\text{H}_2 : \text{N}_2 : \text{NH}_3$ je 3 : 1 : 2. S 15 dm³ H_2 může zreagovat

5 dm³ N₂ za vzniku 10 dm³ NH₃. Po reakci bude ve směsi 10 dm³ NH₃ a 5 dm³ N₂.

b) Podle Avogadrova zákona je poměr počtu molekul libovolných plynů roven poměru objemů těchto plynů měřených za téže teploty a tlaku. Poměr počtu molekul H₂ : N₂ před reakcí je roven 3 : 2, poměr počtu molekul N₂ : NH₃ po reakci je roven 1 : 2.

c) Rozdíl hmotností výchozích látek a reakčních produktů vypočítáme z Einsteinova vztahu $E = \Delta mc^2$

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{1,0 \cdot 10^5 \text{ J}}{(3,0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})^2} = \frac{1,0 \cdot 10^5 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}}{(3,0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})^2} = 1,1 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$$

Rozdíl hmotností reaktantů a reakčních produktů činí 1,1 · 10⁻¹² kg.

C

- Hmotnostní poměr vodíku ke kyslíku ve vodě je 1 : 7,94. Zreaguje beze zbytku 5,0 g H₂ s 30,0 g O₂?
- 1 dm³ chloru zreaguje beze zbytku s 1 dm³ vodíku. Zreaguje kvantitativně také 1 kg chloru s 1 kg vodíku?
- Různými způsoby byly připraveny tři vzorky sloučeniny prvku X s prvkem Y. První vzorek obsahoval 35,9 % X a 64,1 % Y, druhý 4,20 g X a 7,50 g Y a 2,00 g třetího vzorku vzniklo reakcí 0,718 g X s prvkem Y. Dokažte platnost zákona stálých poměrů slučovacích pro tuto sloučeninu.
- Na příkladu oxidů Cl₂O, ClO₂, Cl₂O₆ a Cl₂O₇ ukažte platnost zákona násobných poměrů slučovacích.
- Jaký je při stejné teplotě a tlaku poměr počtu molekul v 1 dm³ O₂, 0,5 l H₂, 4 l SO₂, 3 dm³ HCN a 1 dm³ C₂H₆?
- Při vysoké teplotě a za přítomnosti platinového katalyzátoru reaguje amoniak s kyslíkem za vzniku oxidu dusnatého a vody. Poměr objemů NH₃ : O₂ : NO : H₂O je 4 : 5 : 4 : 6. Kolik dm³ kyslíku zreaguje za uvedených podmínek s 1 dm³ amoniaku a kolik dm³ oxidu dusnatého a vodní páry vznikne?
- Dva plynné prvky A a B spolu mohou reagovat podle rovnic



za vzniku sloučenin C a D, které jsou při reakčních podmínkách rovněž plynné. Jaké jsou molekulové vzorce všech čtyř uvedených látek?

- Při určité chemické reakci se uvolní energie 4,2 · 10⁵ J. S jakou přesností bychom museli být schopni vážit, abychom zjistili, zda součet hmotností výchozích látek pro tuto reakci je roven součtu hmotností reakčních produktů?

1.2. Relativní atomová a molekulová hmotnost, mol

A

1. Definujte následující pojmy: atomová hmotnostní konstanta, relativní a střední relativní atomová hmotnost, relativní molekulová hmotnost, molární objem, Avogadrova konstanta, mol.
2. Jakými metodami lze stanovit relativní atomové a molekulové hmotnosti?

B

1. Vypočítejte relativní atomovou hmotnost nuklidu ^{40}Ca , víte-li, že hmotnost jednoho atomu tohoto nuklidu je $6,635 \cdot 10^{-26}$ kg.

Řešení:

Relativní atomová hmotnost nuklidu se rovná poměru jeho hmotnosti k jedné dvanáctině hmotnosti nuklidu ^{12}C nazývané atomová hmotnostní jednotka m_u ($m_u = 1,66053 \cdot 10^{-27}$ kg)

$$A_r(^{40}\text{Ca}) = \frac{m(^{40}\text{Ca})}{m_u} = \frac{6,635 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}{1,66053 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 39,96$$

Relativní atomová hmotnost nuklidu ^{40}Ca je 39,96.

2. Přírodní bor obsahuje 19,8 % nuklidu ^{10}B ($A_r(^{10}\text{B}) = 10,0129$) a 80,2 % nuklidu ^{11}B ($A_r(^{11}\text{B}) = 11,0093$). Vypočítejte střední relativní atomovou hmotnost boru $A_r^{\text{stř}}(\text{B})$.

Řešení:

$$A_r^{\text{stř}}(\text{B}) = \frac{A_r(^{10}\text{B}) \cdot 19,8}{100} + \frac{A_r(^{11}\text{B}) \cdot 80,2}{100} = \frac{10,0129 \cdot 19,8 + 11,0093 \cdot 80,2}{100} = 10,81$$

Střední relativní atomová hmotnost boru je 10,81.

3. Kolik molů představuje 100 g benzenu ($M_r^{\text{stř}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 78,113$)? Kolik molekul a kolik atomů obsahuje 1 g benzenu?

Řešení:

Látkové množství n je rovno podílu hmotnosti m určité látky a její molární hmotnosti M_m

$$n = \frac{m}{M_m(\text{C}_6\text{H}_6)} = \frac{100 \text{ g}}{78,113 \text{ g mol}^{-1}} = 1,28 \text{ mol}$$

V 1 g (0,0128 mol) C_6H_6 je obsaženo $0,0128 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 7,71 \cdot 10^{21}$ molekul. V jedné molekule C_6H_6 je celkem 12 atomů (6 at. H a 6 at. C), v $7,71 \cdot 10^{21}$ molekulách je $7,71 \cdot 10^{21} \cdot 12 = 9,25 \cdot 10^{22}$ atomů.

100 g benzenu představuje 1,28 molu benzenu, v 1 g benzenu je $7,71 \cdot 10^{21}$ molekul a $9,25 \cdot 10^{22}$ atomů.

4. Vypočítejte hmotnost a objem (za normálních podmínek) $3,0 \cdot 10^{24}$ molekul vodíku ($A_r^{\text{stř}}(\text{H}) = 1,00797$).

Řešení:

Relativní molekulová hmotnost H_2 je $2 \cdot 1,00797 = 2,0159$, jeho molární hmotnost $2,0159 \text{ g mol}^{-1}$. Podle Avogadrova zákona obsahuje jeden mol jakéhokoliv plynu $6,022 \cdot 10^{23}$ základních jednotek (molekul, atomů)

a zaujímá za normálních podmínek objem 22,414 dm³

$$\begin{array}{rcl} 2,0159 \text{ g H}_2 & \dots & 6,022 \cdot 10^{23} \text{ molekul H}_2 \dots 22,414 \text{ dm}^3 \\ x \text{ g H}_2 & \dots & 3,0 \cdot 10^{24} \text{ molekul H}_2 \dots y \text{ dm}^3 \\ \hline x = 10,041 \text{ g} & & y = 111,64 \text{ dm}^3 \end{array}$$

Hmotnost $3,0 \cdot 10^{24}$ molekul H₂ je 10,041 g a jejich objem je za normálních podmínek 111,64 dm³.

C

- Hmotnost jednoho atomu nuklidu $^{12}_6\text{C}$ je $1,99 \cdot 10^{-26}$ kg a jednoho atomu nuklidu $^{19}_9\text{F}$ je $3,15 \cdot 10^{-26}$ kg. Vypočítejte relativní atomovou hmotnost $^{19}_9\text{F}$.
- Relativní atomová hmotnost nuklidu $^{238}_{92}\text{U}$ je 238,051. Kolikrát je hmotnost jednoho atomu $^{238}_{92}\text{U}$ větší než hmotnost jednoho atomu $^{12}_6\text{C}$?
- Hmotnost jednoho atomu prvku X se rovná hmotnosti patnácti atomů nuklidu $^{12}_6\text{C}$. Vypočítejte relativní atomovou hmotnost prvku X.
- Kolikrát těžší je atom hořčíku než atom nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$?
- Předpokládejme, že by relativní atomová hmotnost $^{12}_6\text{C}$ byla změněna z nynější hodnoty 12,0000 na 10,0000. Vysvětlete, proč by taková změna $A_r(^{12}_6\text{C})$ nebyla vhodná a vypočítejte:
 - jaká by byla relativní atomová hmotnost kyslíku,
 - kolik molekul kyslíku by bylo v jednom molu kyslíku,
 - jak by se lišila hmotnost jednoho atomu železa od nynější hodnoty,
 - jaký objem by zaujímal 1 mol plynu za normálních podmínek,
 - jak by se změnila hmotnost 1 dm³ vodíku.
- Hmotnosti atomů nuklidů $^{35}_{17}\text{Cl}$ a $^{37}_{17}\text{Cl}$ jsou $5,806 \cdot 10^{-26}$ kg a $6,138 \cdot 10^{-26}$ kg. Vypočítejte střední relativní atomovou hmotnost přírodního chloru, víte-li, že obsahuje 75,4 % nuklidu $^{35}_{17}\text{Cl}$ a 24,6 % nuklidu $^{37}_{17}\text{Cl}$.
- Přírodní argon představuje směs tří nuklidů - $^{36}_{18}\text{Ar}$ (0,337 %, $A_r = 35,968$), $^{38}_{18}\text{Ar}$ (0,063 %, $A_r = 37,963$) a $^{40}_{18}\text{Ar}$ (99,60 %, $A_r = 39,962$). Vypočítejte střední relativní atomovou hmotnost argonu.
- Stříbro je směsí dvou stálých izotopů tohoto prvku a obsahuje 51,35 % nuklidu $^{107}_{47}\text{Ag}$, jehož relativní atomová hmotnost je 106,905. Vypočítejte střední relativní atomovou hmotnost stříbra, jestliže druhý nuklid $^{109}_{47}\text{Ag}$, má relativní atomovou hmotnost 108,905.
- Gallium je směsí nuklidů $^{69}_{31}\text{Ga}$ a $^{71}_{31}\text{Ga}$ o relativních atomových hmotnostech 68,9257 a 70,9248. Určete procentuální zastoupení těchto nuklidů v galliu, je-li $A_r^{\text{stř}}(\text{Ga}) = 69,72$.
- 19,665 g prvku X se slučuje s $3,0 \cdot 10^{23}$ atomy prvku Y za vzniku sloučeniny XY₂. Vypočítejte $A_r^{\text{stř}}(\text{X})$.
- Z roztoku 12,5843 g ZrBr₄ byl reakcí s AgNO₃ vysrážen veškerý brom ve formě AgBr, jehož hmotnost činila 23,0063 g. Vypočítejte $A_r^{\text{stř}}(\text{Zr})$ ($A_r^{\text{stř}}(\text{Ag}) = 107,868$; $A_r^{\text{stř}}(\text{Br}) = 79,904$).
- Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost chloroformu CHCl₃ ($A_r^{\text{stř}}(\text{C}) = 12,011$, $A_r^{\text{stř}}(\text{H}) = 1,00797$ a $A_r^{\text{stř}}(\text{Cl}) = 35,453$).
- Poměr hmotností 1 dm³ chloru a 1 dm³ kyslíku je za stejných podmínek 2,216. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost chloru, je-li $A_r^{\text{stř}}(\text{O}) = 15,9994$.

14. Hemoglobin má relativní molekulovou hmotnost $6,8 \cdot 10^4$ a obsahuje asi 0,33 % železa ($A_r^{\text{stř}}(\text{Fe}) = 55,847$).
Kolik atomů Fe obsahuje jedna molekula hemoglobinu?
15. Vypočítejte hmotnosti jednoho atomu vodíku ($A_r^{\text{stř}}(\text{H}) = 1,00794$), kyslíku ($A_r^{\text{stř}}(\text{O}) = 15,9994$) a uranu ($A_r^{\text{stř}}(\text{U}) = 238,0289$).
16. Relativní atomová hmotnost beryllia je 9,012182. Vypočítejte hmotnost jednoho atomu beryllia.
17. Nejcitlivějšími vahami lze zjistit změnu hmotnosti o $1 \cdot 10^{-8}$ g. Kolika atomům zlata ($A_r^{\text{stř}}(\text{Au}) = 196,96654$) to odpovídá?
18. Vypočítejte kolik atomů uhlíku obsahuje 32 g acetylidu vápenatého CaC_2 ($M_r^{\text{stř}}(\text{CaC}_2) = 64,1$).
19. Na 1 m^2 měsíčního povrchu dopadá z meziplanetárního prostoru asi $1,0 \cdot 10^{11}$ vodíkových atomů za sekundu.
Kolik gramů vodíku ($A_r^{\text{stř}}(\text{H}) = 1,00794$) dopadne na tuto plochu za 100 roků?
20. Za jakou dobu by se vypařila kapka vody o hmotnosti 0,05 g, jestliže by se z ní za 1 sekundu odpařila 1 miliarda molekul H_2O ($M_r^{\text{stř}}(\text{H}_2\text{O}) = 18,015$)?
21. Vypočítejte hmotnost a za normálních podmínek měřený objem $3,0 \cdot 10^{24}$ molekul H_2 ($M_r^{\text{stř}}(\text{H}_2) = 2,01588$).
22. Za normálních podmínek vypočítejte hmotnost 1 dm^3 CO_2 ($M_r^{\text{stř}}(\text{CO}_2) = 44,01$) a 1 dm^3 směsi obsahující 78 obj. % dusíku ($M_r^{\text{stř}}(\text{N}_2) = 28,0134$) a 22 obj. % kyslíku ($M_r^{\text{stř}}(\text{O}_2) = 31,9988$).
23. Atomový poloměr železa je 0,126 nm, hustota $7,86 \text{ g cm}^{-3}$ a $A_r^{\text{stř}}(\text{Fe}) = 55,847$. Vypočítejte jak dlouhý by byl řetězec vzájemně se dotýkajících atomů Fe, obsažených v 1 mm^3 Fe (tj. přibližně ve špendlíkové hlavice). Kolikanásobku vzdálenosti Země - Měsíc (asi $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$) by odpovídala délka vzniklého řetězce?
24. Deoxyribonukleová kyselina (DNK) má hustotu $1,10 \text{ g cm}^{-3}$ a relativní molekulovou hmotnost $6,0 \cdot 10^8$.
Vypočítejte objem jedné molekuly DNK.
25. Hustota kovového hliníku je $2,70 \text{ g cm}^{-3}$ a $A_r^{\text{stř}}(\text{Al}) = 26,9815$. Za předpokladu, že atom hliníku má tvar koule vypočítejte poloměr atomu hliníku a objem jednoho atomu a jednoho kilomolu Al.
26. Vypočítejte látkové množství
- | | |
|--|--|
| a) P_4 v 10 g fosforu ($A_r^{\text{stř}}(\text{P}) = 30,97376$) | c) F_2 v 10 g fluoru ($A_r^{\text{stř}}(\text{F}) = 18,9984$) |
| b) S_8 v 10 g síry ($A_r^{\text{stř}}(\text{S}) = 32,066$) | d) P v 10 g fosforu ($A_r^{\text{stř}}(\text{P}) = 30,97376$) |
27. Vypočítejte molární hmotnost P_4 ($A_r^{\text{stř}}(\text{P}) = 30,97376$), S_8 ($A_r^{\text{stř}}(\text{S}) = 32,066$) a F_2 ($A_r^{\text{stř}}(\text{F}) = 18,9984$).
28. Kolik molekul O_2 je za normálních podmínek v $161,4 \text{ dm}^3$ této látky, chová-li se jako ideální plyn?
29. Kolik atomů je obsaženo ve 20 g mědi ($A_r^{\text{stř}}(\text{Cu}) = 63,546$)?
30. Kolik atomů, molekul a molů představuje 5,0 g kyslíku ($A_r^{\text{stř}}(\text{O}) = 15,9994$).
31. Vypočítejte hmotnost 0,25 molu CH_4 ($M_r^{\text{stř}}(\text{CH}_4) = 16,04076$) a počet molekul v tomto látkovém množství.
32. Kolik “molekul” a kolik molů H_2SO_4 zůstane nezreagováno, použijeme-li na neutralizaci jednoho molu H_2SO_4 $1,0 \cdot 10^{24}$ “molekul” NaOH? V roztoku se ve skutečnosti žádné molekuly silné kyseliny ani silné zásady nevyskytují, protože jsou disociované na ionty.

1.3. Stechiometrický vzorec a výpočty podle něho

A

1. Definujte stechiometrický (empirický), molekulový, funkční, strukturní, elektronový strukturní a geometrický vzorec.

B

1. Určete stechiometrický vzorec látky, která obsahuje 14,27 % Na, 9,95 % S, 19,86 % O a 55,91 % H₂O.

Řešení:

Pro sloučeninu Na_xS_yO_z·uH₂O je poměr hmotností prvků a vody:

$$\text{Na} : \text{S} : \text{O} : \text{H}_2\text{O} = x \cdot A_r^{\text{stř}}(\text{Na}) : y \cdot A_r^{\text{stř}}(\text{S}) : z \cdot A_r^{\text{stř}}(\text{O}) : u \cdot M_r^{\text{stř}}(\text{H}_2\text{O})$$

$$\text{Na} : \text{S} : \text{O} : \text{H}_2\text{O} = 14,27 : 9,95 : 19,86 : 55,91$$

$$x : y : z : u = \frac{14,27}{A_r^{\text{stř}}(\text{Na})} : \frac{9,95}{A_r^{\text{stř}}(\text{S})} : \frac{19,86}{A_r^{\text{stř}}(\text{O})} : \frac{55,91}{A_r^{\text{stř}}(\text{H}_2\text{O})}$$

$$x : y : z : u = \frac{14,27}{22,989} : \frac{9,95}{32,06} : \frac{19,86}{15,999} : \frac{55,91}{18,015}$$

$$x : y : z : u = 2 : 1 : 4 : 10$$

Stechiometrický vzorec sloučeniny je Na₂SO₄·10H₂O.

2. Určete stechiometrický vzorec kaolinitu, kterého složení je možno zjednodušeně vyjádřit jako směs 39,50 % Al₂O₃, 46,55 % SiO₂ a 13,96 % H₂O.

Řešení:

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = x \cdot M_r^{\text{stř}}(\text{Al}_2\text{O}_3) : y \cdot M_r^{\text{stř}}(\text{SiO}_2) : z \cdot M_r^{\text{stř}}(\text{H}_2\text{O})$$

$$x : y : z = \frac{39,50}{M_r^{\text{stř}}(\text{Al}_2\text{O}_3)} : \frac{46,55}{M_r^{\text{stř}}(\text{SiO}_2)} : \frac{13,96}{M_r^{\text{stř}}(\text{H}_2\text{O})}$$

$$x : y : z = \frac{39,50}{101,9613} : \frac{46,55}{60,085} : \frac{13,96}{18,0152}$$

$$x : y : z = 1 : 2 : 2$$

Stechiometrický vzorec kaolinitu je H₄Al₂Si₂O₉ (Al₂O₃ · 2SiO₂ · 2H₂O).

3. Kolik procent krystalové vody obsahuje Na₂CO₃·10H₂O? Jaký bude hmotnostní úbytek při dehydrataci 25,0 g Na₂CO₃·10H₂O na bezvodou sůl?

Řešení:

V tabulkách vyhledáme relativní molekulové hmotnosti H₂O (18,0152) a Na₂CO₃·10H₂O (286,141). Pro obsah vody v Na₂CO₃·10H₂O dostaneme

$$\frac{10 \cdot 18,0152}{286,141} \cdot 100 = 62,96 \%$$

Hmotnostní úbytek při dehydrataci 25,0 g Na₂CO₃·10H₂O na bezvodou sůl činí 62,96 % z 25,0 g, tj. 25,0 · 0,6296 = 15,74 g. Na₂CO₃·10H₂O obsahuje 62,96 % krystalové vody a hmotnostní úbytek při úplné dehydrataci 25,0 g této látky bude činit 15,74 g.

4. Látka XCl_4 obsahuje 54,44 % Cl ($A_r^{\text{stř}}(\text{Cl}) = 35,453$). Vypočítejte relativní atomovou hmotnost prvku X.

Řešení:

Sloučenina XCl_4 obsahuje $100 - 54,44 = 45,56$ % X. Poměr počtu molů Cl k počtu molů X, který vypočítáme dělením procentuálního obsahu těchto prvků jejich relativními atomovými hmotnostmi, je pro XCl_4 roven 4 : 1

$$4 : 1 = \frac{54,44}{A_r^{\text{stř}}(\text{Cl})} : \frac{45,56}{A_r^{\text{stř}}(\text{X})} = \frac{54,44}{35,453} : \frac{45,56}{A_r^{\text{stř}}(\text{X})}$$

$$A_r^{\text{stř}}(\text{X}) = \frac{4 \cdot 35,453 \cdot 45,56}{1 \cdot 54,44} = 118,68$$

Relativní atomová hmotnost prvku X je 118,68; tedy prvek X je cín.

5. Na shoření 7 cm³ plynného uhlovodíku bylo spotřebováno 14 cm³ O₂, přičemž vedle vodní páry vzniklo 7 cm³ CO₂ (objemy byly měřeny za stejných podmínek). Zjistěte stechiometrický vzorec uhlovodíku.

Řešení:

Ze zákona stálých poměrů slučovacích vyplývá, že uhlovodík a kyslík reagují v poměru 7 : 14, tj. 1 : 2. Z jednoho molu uhlovodíku vzniká 1 mol CO₂ a uhlovodík tedy obsahuje pouze 1 atom C. Jeden ze dvou molů O₂ je spotřebován na vznik CO₂, z druhého vznikají 2 moly vody a uhlovodík proto musí obsahovat 4 atomy vodíku. Je to tedy methan a spaluje se podle rovnice: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

6. Ve vzorku bronzu bylo analyticky zjištěno 91 % Cu ($A_r^{\text{stř}}(\text{Cu}) = 63,546$) a 9 % Sn ($A_r^{\text{stř}}(\text{Sn}) = 118,69$). Vyjádřete jeho složení v atomových procentech.

Řešení:

Ve 100 g bronzu je obsaženo 91 g mědi a 9,0 g cínu. To představuje následující počty (n) atomů

$$n_{\text{Cu}} = \frac{91}{63,546} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 8,625 \cdot 10^{23} \text{ atomů Cu}; \quad n_{\text{Sn}} = \frac{9}{118,69} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 4,576 \cdot 10^{22} \text{ atomů Sn}$$

Celkový počet atomů Cu a Sn ve 100 g bronzu je roven $8,625 \cdot 10^{23} + 4,576 \cdot 10^{22} = 9,082 \cdot 10^{23}$.

$$\text{obsah Cu} = \frac{8,625 \cdot 10^{23}}{9,082 \cdot 10^{23}} \cdot 100 = 94,97 \text{ atom. \%}; \quad \text{obsah Sn} = \frac{4,576 \cdot 10^{22}}{9,082 \cdot 10^{23}} \cdot 100 = 5,03 \text{ atom. \%}$$

Vzorek bronzu obsahuje 94,97 atom. % mědi a 5,03 atom. % cínu.

C

1. Určete stechiometrický vzorec chalkopyritu, který obsahuje 34,63 % Cu, 30,43 % Fe a 34,94 % S.
2. Vypočítejte stechiometrický vzorec nikotinu, který se skládá z 74,04 % C, 8,70 % H a 17,26 % N.
3. Určete vzorec minerálu, kterého složení je vyjádřeno obsahem oxidů: 16,92 % K₂O, 64,76 % SiO₂ a 18,32 % Al₂O₃.
4. Kolik hmotnostních procent hliníku obsahuje orthoklas KAlSi_3O_8 ?
5. Kolik hmotnostních procent tvoří síranové ionty v síranu barnatém?
6. Vypočítejte procentuální obsah fluoru v polytetrafluorethylenu $(\text{C}_2\text{F}_4)_n$ (teflonu).
7. Arsen tvoří dva oxidy, z nichž jeden obsahuje 65,2 % a druhý 75,8 % arsenu. Určete jejich vzorce.
8. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ přechází větráním na vzduchu při laboratorní teplotě na dihydrát $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Kolik

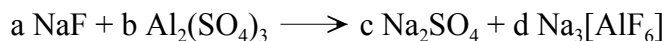
gramů vody ztratí 100 gramů $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ při přechodu na $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

9. 12,00 g hydrátu síranu nikelnatého obsahuje 5,39 g vody. Určete jeho stechiometrický vzorec.
10. Kolik gramů oxidu vápenatého lze získat termickým rozkladem 140 g CaCO_3 ?
11. Železná ruda obsahuje 50 % Fe_2O_3 . Kolik kg železa lze získat z 1 tuny rudy?
12. Vzorek znečištěného Cu_2O obsahuje 66,62 % Cu. Kolik procent nečistot neobsahujících Cu je ve vzorku?
13. Při analýze vzorku skla bylo zjištěno, že vedle SiO_2 obsahuje 12,9 % B_2O_3 , 2,2 % Al_2O_3 , 3,8 % Na_2O a 0,4 % K_2O . Jaký je poměr počtu molů a poměr počtu atomů křemíku a boru v tomto skle?
14. Vzorek měsíční horniny obsahuje 58 atom. % O, 18 atom. % Si, 9 atom. % Al a 15 atom. % jiných prvků, jejichž průměrná atomová hmotnost je 30. Vypočítejte obsah O, Si a Al v hmotnostních procentech.
15. 1,314 g síry zreagovalo s nadbytkem chloru za vzniku 4,220 g sloučeniny, která obsahovala pouze síru a chlor. Určete její empirický vzorec.
16. 0,5000 g sloučeniny india s chlorem poskytne reakcí s AgNO_3 0,9721 g chloridu stříbrného. Kolik procent chloru sloučenina obsahuje a jaký je její stechiometrický vzorec?
17. Sloučenina X_2S_3 obsahuje 28,31 % síry. Vypočítejte střední relativní atomovou hmotnost prvku X.
18. Spálením 2,66 g vzorku vzniklo 1,54 g CO_2 a 4,48 g SO_2 . Určete empirický vzorec spálené látky.
19. Dokonalým spálením 5,00 g sloučeniny obsahující uhlík, vodík a kyslík vzniklo 4,78 g oxidu uhličitého a 1,96 g vody. Jaký je empirický vzorec této sloučeniny?
20. 5 cm³ plynného uhlovodíku bylo smícháno se 30 cm³ kyslíku a směs byla přivedena k explozi. Po kondenzaci vodní páry činil objem plynné směsi 20 cm³ a po pohlcení CO_2 v roztoku KOH 5 cm³ (objemy plynů byly měřeny za stejných podmínek). Určete stechiometrický vzorec uhlovodíku.
21. Sloučenina uhlíku s vodíkem obsahuje 85,63 % C. Určete:
 - a) kolik molů uhlíku a kolik molů vodíku je obsaženo ve 100 g této látky,
 - b) její molekulový vzorec, je-li hmotnost 0,25 molu této látky rovna 7,01 g,
 - c) v jakém objemu (měřeném za normálních podmínek) látky je obsaženo 10 g uhlíku,
 - d) kolik gramů uhlíku je v této sloučenině sloučeno s jedním molem atomů vodíku.

1.4. Sestavování chemických rovnic a výpočty podle nich

B

1. Vypočítejte koeficienty a, b, c, d v rovnici



Řešení:

Rovnice nepopisuje oxidačně-redukční děj, a proto příslušné koeficienty vypočítáme ze vztahů, které platí pro počty jednotlivých atomů nebo atomových skupin na obou stranách rovnice:

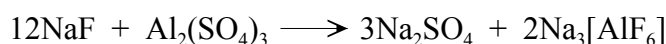
$$\text{počet atomů Na:} \quad a = 2c + 3d$$

$$\text{počet atomů F:} \quad a = 6d$$

$$\text{počet atomů Al:} \quad 2b = d$$

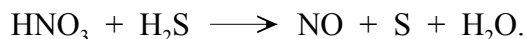
$$\text{počet skupin SO}_4: \quad 3b = c$$

Koeficienty v chemické rovnici nelze určit jednoznačně, protože algebraické rovnice v takto získaném souboru nejsou nezávislé (celý soubor koeficientů v rovnici můžeme násobit libovolným faktorem, aniž by se změnil smysl rovnice; obvyklým požadavkem je, aby hodnoty koeficientů byly celočíselné a co nejmenší). Můžeme proto položit např. $b = 1$ a pro ostatní koeficienty dostaneme $d = 2$, $c = 3$, $a = 12$. Jejich dosazením do původní rovnice dostaneme



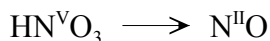
Při sestavování rovnic oxidačně-redukčních reakcí je takový přístup sice možný, ale často velmi pracný a v některých případech může vést k nereálnému výsledku. Při nevhodné volbě hodnoty prvního koeficientu, mohou některé další nabýt neceločíselných hodnot a celý soubor koeficientů pak musíme upravit vynásobením vhodným faktorem. Použijeme-li tento postup k řešení rovnice v iontovém tvaru, získáme jednu z potřebných rovnic z podmínky, že součet nábojů iontů musí být na obou stranách rovnice shodný.

2. Doplňte koeficienty v oxidačně-redukční rovnici:

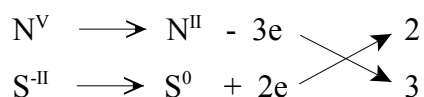


Řešení:

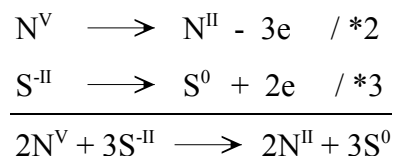
Na levé straně rovnice vyhledáme oxidační (HNO_3) a redukční (H_2S) činidlo. Zjistíme o kolik jednotek se mění oxidační stupeň příslušných atomů oxidačního i redukčního činidla při reakci (porovnáním oxidačních stupňů těchto atomů na levé a na pravé straně rovnice)



Sestavme dílčí rovnice vystihující redukci a oxidaci příslušných atomů oxidačního činidla a redukčního činidla.

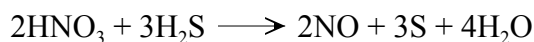


Počet částic oxidačního a redukčního činidla můžeme zjistit vynásobením dílčí rovnice takovými koeficienty, aby se po sečtení upravených dílčích rovnic v jejich součtu elektrony nevyskytovaly

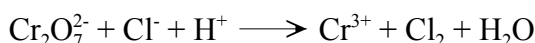


Nalezené koeficienty v součtu dílčích rovnic odpovídají počtu částic na levé i pravé straně sestavené rovnice, v nichž mají atomy vyznačené oxidační stupně.

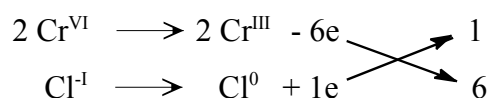
Zjištěné koeficienty napíšeme k příslušným vzorcům reagujících látek v levé části rovnice a pak teprve upravíme pravou stranu tak, aby počet jednotlivých atomů na obou stranách rovnice byl stejný



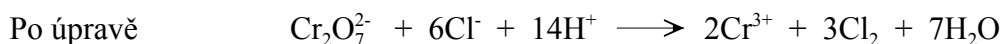
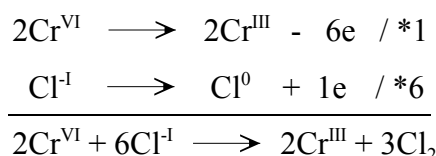
3. Doplňte koeficienty rovnice psané v iontovém tvaru



Řešení:

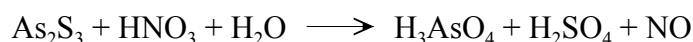


Druhý způsob řešení

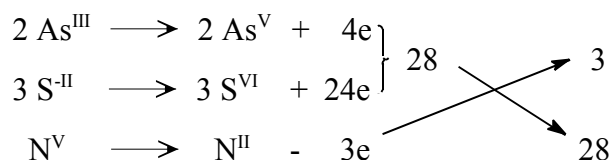


U iontově psaných rovnic zkontrolujeme, zda po doplnění koeficientů je součet nábojů iontů na obou stranách rovnice stejný. Spolu tedy reaguje **jeden** anion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (který obsahuje **dva** atomy Cr^{VI}) s šesti aniony Cl^- .

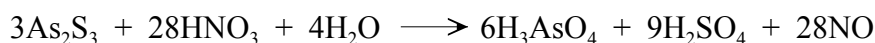
4. Doplňte koeficienty v oxidačně-redukční rovnici



Řešení:



Jde tedy o případ, kdy oxidační číslo mění více prvků. Na levé straně rovnic tohoto typu se mohou vyskytnout složky, které nejsou ani oxidačními ani redukčními činidly (voda, kyselina, hydroxid ap.). Koeficienty u nich určíme až po výpočtu koeficientů na pravé straně rovnice. Po úpravě dostaneme:



5. Doplňte koeficienty v následující rovnici



Řešení:

V oxidačně-redukčních rovnicích, v nichž se oxidační stupeň určitého prvku mění dvěma nebo více způsoby, je obvykle jednodušší vypočítat hledané koeficienty z rovnic, které platí pro počty atomů

$$\text{počet atomů Na : } 2a = 2c + 2d \quad (1)$$

$$\text{počet atomů S : } 2a = 3c + d \quad (2)$$

$$\text{počet atomů O : } 3a + 2b = 6c + 4d + e \quad (3)$$

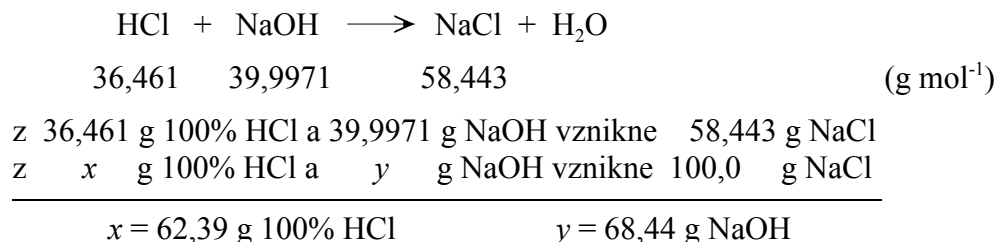
$$\text{počet atomů H : } 2b = 2e \quad (4)$$

Odečtením rovnice (1) od rovnice (2) vynásobené dvěma získáme $2a = 4c$. Položíme-li např. $a = 2$, pak bude $c = 1$ a $d = 1$. Odečtením rovnice (4) od rovnice (3) vynásobené dvěma získáme $2b = 12c + 8d - 6a$, tj. $b = 4$. Z rovnice (4) pak vyplývá, že také $e = 4$.



6. Kolik cm^3 20% HCl ($\rho = 1,098 \text{ g cm}^{-3}$) a kolik gramů NaOH je zapotřebí na přípravu 100 g NaCl?

Řešení:



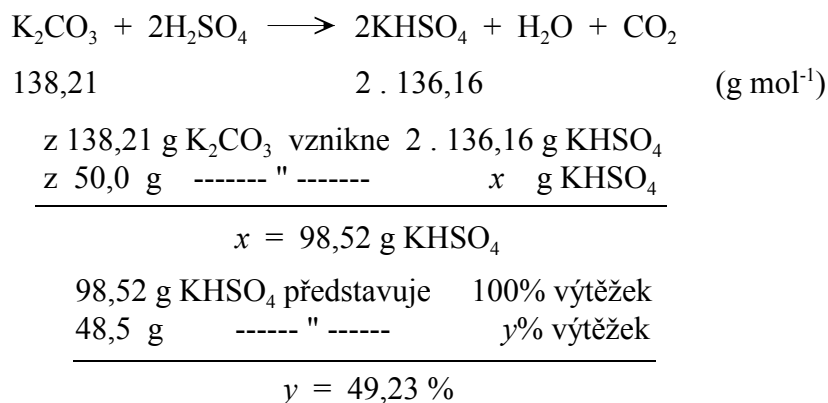
Vypočítané množství 100% HCl přepočítáme na objem 20% HCl

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ cm}^3 \text{ 20\% HCl obsahuje} & \dots\dots\dots & 1,098 \cdot 0,20 = 0,2196 \text{ g HCl} \\ x \text{ cm}^3 \text{ 20\% HCl obsahuje} & \dots\dots\dots & 62,39 \text{ g HCl} \\ \hline x = 284,11 \text{ cm}^3 \text{ 20\% HCl} & & \end{array}$$

Na přípravu 100 g chloridu sodného je třeba 284,11 cm^3 20% HCl a 68,44 g NaOH.

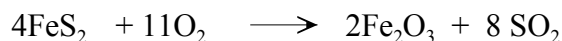
7. Při přípravě KHSO_4 zreagovalo 50,0 g K_2CO_3 s potřebným množstvím 20% roztoku H_2SO_4 . Po zahuštění vzniklého roztoku ke krystalizaci vykristaloval KHSO_4 , jehož hmotnost po odfiltrování a vysušení činila 48,5 g. Vypočítejte procentuální výtěžek KHSO_4 .

Řešení:



KHSO_4 byl krystalizací získán ve výtěžku 49,23 %.

8. Kolik kg 100% H_2SO_4 ($M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07$) by mohlo být připraveno z 1 kg FeS_2 ($M_r(\text{FeS}_2) = 119,97$), probíhá-li výroba H_2SO_4 podle rovnic:

**Řešení:**

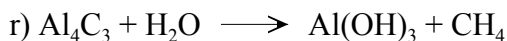
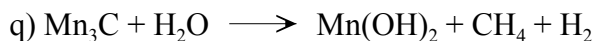
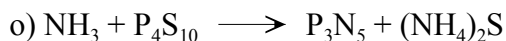
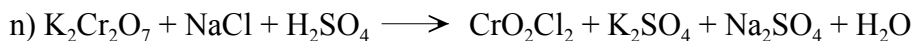
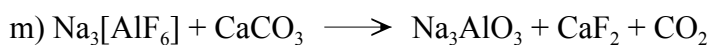
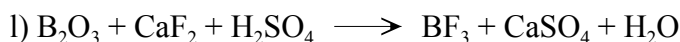
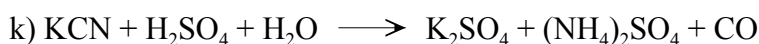
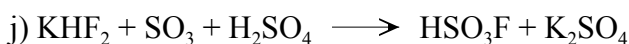
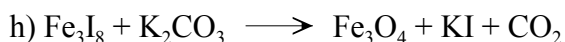
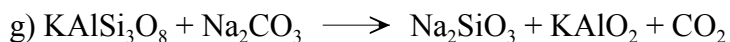
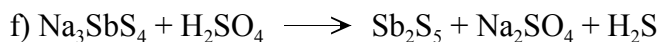
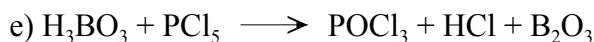
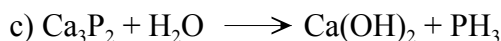
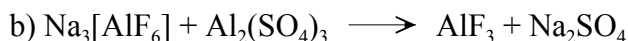
Z 1 kilomolu FeS_2 mohou vzniknout 2 kilomoly H_2SO_4

$$\begin{array}{rcl} \text{z } 119,97 \text{ kg } \text{FeS}_2 \text{ vznikne } & \dots & 2 \cdot 98,07 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \\ \text{z } 1,0 \text{ kg } & \text{-----} & \text{-----} x \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \\ \hline & & x = 1,63 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \end{array}$$

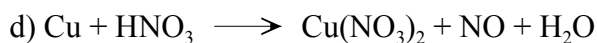
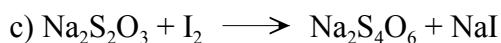
Z 1 kg FeS_2 může být připraveno 1,63 kg 100% H_2SO_4 .

C

1. Vypočítejte koeficienty v následujících rovnicích:



2. Doplňte koeficienty v následujících rovnicích:



- f) $\text{Ca}(\text{OCl})_2 + \text{KI} + \text{HCl} \longrightarrow \text{I}_2 + \text{CaCl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- g) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- h) $\text{Ag}_3\text{AsO}_4 + \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{AsH}_3 + \text{Ag} + \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- i) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- j) $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- k) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- l) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- m) $\text{MoS}_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- n) $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- o) $\text{F}_2 + \text{Cl}_2\text{O} \longrightarrow \text{ClF}_3 + \text{ClF}_3$
- p) $\text{NaNO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- q) $\text{Au} + \text{KCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \text{KOH}$
- r) $\text{OsO}_4 + \text{HCl} + \text{KCl} \longrightarrow \text{K}_2[\text{OsCl}_4\text{O}_2] + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- s) $\text{NH}_4[\text{UF}_5] + \text{F}_2 \longrightarrow \text{UF}_6 + \text{N}_2 + \text{HF}$
- t) $\text{CoCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- u) $\text{KClO}_3 + \text{BrF}_3 \longrightarrow \text{K}[\text{BrF}_4] + \text{Br}_2 + \text{O}_2 + \text{ClO}_2\text{F}$
- v) $[\text{XeF}_3]^+[\text{AsF}_6]^- + \text{HCl} \longrightarrow \text{HF} + \text{Cl}_2 + \text{Xe} + \text{AsF}_5$
- x) $\text{K}_2\text{SiF}_6 + \text{Al} \longrightarrow \text{Si} + \text{K}[\text{AlF}_4] + \text{K}_2[\text{AlF}_5]$
- y) $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- z) $\text{CrI}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KIO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
-

3. Doplňte koeficienty v iontových rovnicích:

- a) $\text{Mn}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}^+$
- b) $\text{IO}_3^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$
- d) $\text{Cu}^{2+} + \text{I}^- \longrightarrow \text{CuI} + \text{I}_2$
- e) $\text{P}_4 + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{PH}_3 + \text{H}_2\text{PO}_2^-$
- f) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- g) $\text{FeO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- h) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{Re} + \text{OH}^- \longrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{ReO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$
- i) $\text{SeO}_3^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Se} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- j) $\text{SO}_3^{2-} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$
- k) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{COH} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$
- l) $[\text{AuBr}_4]^- + \text{Hg} \longrightarrow \text{Au} + \text{Hg}_2\text{Br}_2 + \text{Br}^-$
- m) $\text{AsH}_3 + \text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{Ag} + \text{H}^+$
- n) $\text{HXeO}_4^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{XeO}_6^{4-} + \text{Xe} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

4. Doplněte koeficienty u následujících rovnic:

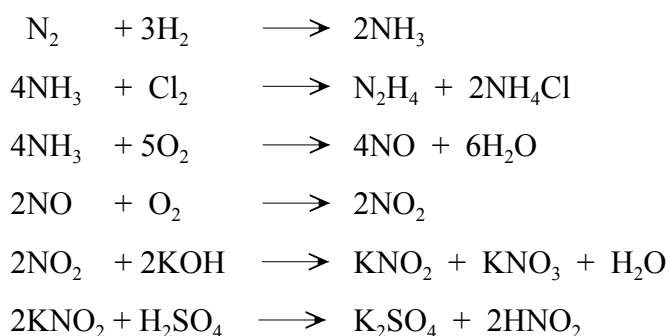
- a) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_5$
 - b) $\text{KNO}_3 + \text{S} + \text{C} \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + \text{CO}_2$
 - c) $\text{NaN}_3 + \text{NaNO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2$
 - d) $\text{S} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{S}_4\text{N}_4 + \text{NH}_4\text{HS}$
 - e) $\text{P}_2\text{I}_4 + \text{P}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{PH}_4\text{I} + \text{H}_3\text{PO}_4$
 - f) $\text{SO}_2 + \text{C} \longrightarrow \text{CS}_2 + \text{S} + \text{CO}$
 - g) $\text{P}_4 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{PH}_3$
 - h) $\text{RuF}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{RuO}_2 + \text{RuO}_4 + \text{HF}$
-

5. Doplněte a upravte rovnice:

- a) $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 +$
 - b) $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 +$
 - c) $\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2 + \longrightarrow \text{K}_5\text{IO}_6 +$
 - d) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \longrightarrow$
 - e) $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{ClO}_3^- +$
 - f) $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow$
 - g) $\text{NO} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow$
 - h) $\text{P} + \text{HNO}_3 + \longrightarrow$
 - i) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{D}_2\text{O} \longrightarrow$
-

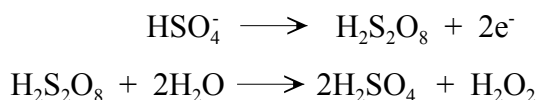
6. Společnou krystalizací roztoku 10,0 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ lze připravit $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Mohrovu sůl). Vypočítejte kolik $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ je třeba na přípravu použít a jaký je procentuální výtěžek krystalizace, jestliže bylo získáno 26,0 g Mohrovy soli.
7. Na přípravu vývojky je třeba 95,0 g Na_2SO_3 , k dispozici je však pouze $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Kolik gramů hydrátu je nutné použít na přípravu vývojky?
8. Přípravu nitrobenzenu vystihuje rovnice $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Vypočítejte kolik gramů $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ může vzniknout z 5,0 g C_6H_6 a jaký je procentuální výtěžek reakce, jestliže z 50,0 g C_6H_6 bylo připraveno 40,0 g $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$.
9. V kosmické lodi je zapotřebí průběžně odstraňovat oxid uhličitý. Který z hydroxidů - LiOH, NaOH, CsOH, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ - navrhujete pro tento účel použít, je-li jediným požadavkem to, aby jeho hmotnost potřebná pro odstranění 1 molu CO_2 byla co nejmenší?
10. Rozpuštěním 48,61 g znečištěného hořčíku ve zředěné kyselině sírové bylo získáno 490,0 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Kolik procent nečistot obsahoval hořčík?
11. Jisté množství Ag_2O bylo zahřátím rozloženo na stříbro a kyslík. Úbytek hmotnosti vzorku po zahřátí činil 4,00 g. Kolik gramů Ag vzniklo?

12. Vypočítejte, kolik molů P_4 zreaguje s Cl_2 za vzniku 95,0 g PCl_3 . Jaká musí být navážka fosforu pro tuto reakci, jestliže zreaguje pouze 93 % použitého množství fosforu?
13. Upravte rovnici $Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \longrightarrow CaSiO_3 + CO + P_4$ a vypočítejte, kolik kilogramů uhlíku a $Ca_3(PO_4)_2$ je třeba na přípravu 100 kg fosforu, je-li čistota $Ca_3(PO_4)_2$ 97 % a výtěžek reakce 95 %.
14. Jeden ze způsobů, jak zabránit znečišťování ovzduší oxidem siřičitým, je využití jeho reakce se sulfanem $2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$. Vznikající síru lze použít pro výrobu kyseliny sírové. Vypočítejte, kolik kilogramů 96% H_2SO_4 by bylo možné vyrobit ze síry získané touto reakcí z oxidu siřičitého, který vznikl spálením 10 tun uhlí. Předpokládejte, že uhlí obsahuje 1,5 % S a se sulfanem zreaguje 98 % vzniklého SO_2 .
15. Acetylid vápenatý vzniká reakcí CaO s C v elektrické peci podle rovnice $CaO + 3C \longrightarrow CaC_2 + CO$. Surový produkt obsahuje 85 % CaC_2 a 15 % nezreagovaného CaO . Vypočítejte kolik tun CaO je zapotřebí na výrobu 50 tun CaC_2 , resp. 50 tun surového produktu.
16. Sulfid železnatý lze připravit tavením železa se sírou. Napište rovnici této reakce a vypočítejte, kolik gramů železa a kolik gramů síry se spolu sloučí na 150 gramů sulfidu.
17. Kolik gramů práškového železa a kolik gramů síry je nutno použít, aby se oba prvky po zahřátí sloučily na 100 gramů FeS ?
18. Kyselina azidovodíková se získává reakcí $N_2H_4 + HNO_2 \longrightarrow HN_3 + 2H_2O$. Přípravu N_2H_4 a HNO_2 vystihují rovnice:



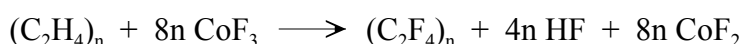
Vypočítejte kolik gramů vodíku, dusíku, kyslíku a chloru je potřeba k přípravě 100 g HN_3 .

19. Peroxid vodíku se vyrábí reakcí kyseliny peroxodisírové, která se připraví elektrolýzou roztoku kyseliny sírové, s vodou



Za předpokladu, že výtěžky obou reakcí jsou kvantitativní vypočítejte, kolik gramů H_2SO_4 a kolik gramů vody je třeba na přípravu 100 g 30% vodného roztoku H_2O_2 .

20. Teflon se vyrábí fluorací polyethylenu fluoridem kobaltitým



CoF_2 lze elementárním fluorem převést zpět na CoF_3 ($2CoF_2 + F_2 \longrightarrow 2CoF_3$). Vypočítejte, kolik kg fluoru je třeba na přípravu 1 kg teflonu, není-li fluor ze vznikajícího HF využit k regeneraci CoF_3 . Jak se toto množství změní, je-li fluor připravený anodickou oxidací vzniklého HF použit k fluoraci CoF_2 ?

21. Reakcí 10,0 g Na_2CO_3 s 20% H_2SO_4 bylo získáno 25,2 gramů $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Kolik cm^3 96% H_2SO_4 o hustotě 1,8355 g cm^{-3} je třeba k přípravě potřebného množství 20% H_2SO_4 a jaký je procentuální výtěžek?
22. K rozkladu 0,25 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ bylo spotřebováno 15,20 cm^3 zředěné H_2SO_4 o hustotě 1,003 g cm^{-3} . Vypočítejte její procentuální koncentraci.
23. Kolik gramů 64% HNO_3 je třeba na přípravu $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ z 50,0 g olova?
24. Z roztoku AgNO_3 bylo přidáním 17,05 g 14% roztoku NaCl vysráženo veškeré stříbro jako AgCl , jehož hmotnost byla 5,0622 g. Kolik gramů AgNO_3 bylo v roztoku a kolik gramů NaCl zůstalo nezreagováno?
25. 1,0000 g směsi NaCl a KCl bylo rozpuštěno ve vodě a přidáním nadbytku roztoku AgNO_3 byly ionty Cl^- vysráženy jako AgCl . Jeho hmotnost činila 2,3200 g. Vypočítejte procentuální obsah NaCl ve směsi.
26. MgCO_3 a CaCO_3 se termicky rozkládají za uvolnění CO_2 . Kolik procent MgCO_3 obsahuje směs CaCO_3 a MgCO_3 , činí-li hmotnostní úbytek po jejím vyžhání 50 %?
27. Kolik dm^3 CO_2 (měřeno za normálních podmínek) vznikne rozkladem 500 g uhličitanu vápenatého obsahujícího 10 % nečistot?
28. Termickým rozkladem KClO_3 vzniklo 5,5 dm^3 O_2 (měřeno za normálních podmínek). Kolik gramů KClO_3 bylo rozloženo?
29. Vypočítejte, kolik dm^3 NO_2 lze připravit ze směsi 30 g O_2 a 25 l NO (všechny objemy byly měřeny za normálních podmínek).
30. Kolik molů H_2SO_4 a kolik gramů zinku je třeba na přípravu 100 dm^3 vodíku (měřeno za normálních podmínek)? Kolik cm^3 24% H_2SO_4 ($\rho = 1,1704$ g cm^{-3}) odpovídá vypočítanému množství H_2SO_4 ?
31. Kolik molů a kolik dm^3 vodíku vznikne reakcí 50 gramů zinku s kyselinou sírovou, měří-li se objem vzniklého H_2 za normálních podmínek?
32. Za předpokladu, že objemy plynů byly měřeny za normálních podmínek, vypočítejte kolik:
- dm^3 N_2O vznikne rozkladem 100 g NH_4NO_3 ,
 - dm^3 N_2 vznikne rozkladem 100 g NH_4NO_2 ,
 - gramů H_2O_2 se rozloží za vzniku 50 dm^3 O_2 .
33. Kolik dm^3 kyslíku (měřeno za normálních podmínek) se spotřebuje na spálení 1,0 g ethanu?
34. Kolik dm^3 traskavého plynu (měřeno za normálních podmínek) vznikne rozkladem 1 molu H_2O elektrickým proudem?
35. Chlorovodík rozkládá sulfid železnatý podle rovnice $\text{FeS} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$. Kolik molů sulfanu vznikne ze 150 gramů FeS ? Jaký je za normálních podmínek objem vzniklého sulfanu?
36. Při výrobě generátorového plynu dochází ke konverzi CO_2 podle rovnice $\text{C} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$. Vypočítejte, kolik dm^3 CO lze vyrobit z 1 m^3 CO_2 (měřeno za normálních podmínek), probíhá-li reakce z 80 %.
37. Zdrojem kyslíku v speciálních dýchacích přístrojích je peroxid sodný, který reaguje s oxidem uhličitým podle rovnice $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2$. Kolikrát lze přístroj použít, obsahuje-li 2,5 kg Na_2O_2 a spotřebuje-li se při jednom použití asi 72 dm^3 kyslíku (měřeno za normálních podmínek)?
-

D

Posuďte, které z následujících výroků jsou správné a které nesprávné. Odpovědi zdůvodněte.

1. Tvoří-li spolu dva prvky několik různých sloučenin, je hmotnostní poměr těchto prvků v různých sloučeninách v poměru malých celých čísel a je vždy stejný.
2. Existují sloučeniny, v nichž hmotnostní poměr prvků není konstantní.
3. Obecně platí, že součet objemů vznikajících plynných produktů je roven součtu objemů reagujících plynných látek, měříme-li objemy při stejné teplotě a tlaku.
4. Stejně objemy libovolných látek obsahují při stejné teplotě a tlaku stejný počet molekul.
5. Jeden mol je takové množství látky, které obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ základních jednotek.
6. Atomová hmotnostní jednotka m_u je veličina, jejíž hodnota nemůže být změněna, podobně jako nemůže být změněna rychlost světla ve vakuu.
7. Poměr relativních atomových hmotností dvou nuklidů je stejný jako poměr jejich absolutních hmotností.
8. Relativní molekulová hmotnost vyjadřuje kolikrát je hmotnost příslušné molekuly větší než hmotnost atomu nuklidu $^{12}_6\text{C}$.
9. 1 mol jakékoliv látky obsahuje vždy $6,022 \cdot 10^{23}$ atomů.
10. Za téže teploty a tlaku mají 2 moly argonu stejný objem jako 2 moly dusíku.
11. Pro sloučeniny složené z atomů dvou různých prvků jsou stechiometrický a molekulový vzorec shodné.

2. Stavba atomu

2.1. Atomové jádro, elementární částice

A

1. Vysvětlete význam těchto pojmů: atomové číslo, hmotnostní číslo, protonové číslo, nukleonové číslo, neutronové číslo, izotopy, izobary, nuklid, nukleon, elementární částice.
2. Jaké modely atomu znáte?
3. Jaké jsou důkazy pro existenci elektronů a protonů v atomech?
4. Který prvek má různé názvy a symboly pro své izotopy?
5. Stanovte počet protonů, neutronů a elektronů v nuklidech, resp. jejich iontech - ${}^3_1\text{H}$, ${}^{18}_8\text{O}$, ${}^{30}_{14}\text{Si}$, ${}^{206}_{82}\text{Pb}$, ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$, ${}^{80}_{35}\text{Br}^-$.
6. Vysvětlete proč součet hmotností jednotlivých nukleonů určitého atomového jádra je větší než hmotnost tohoto atomového jádra.
7. Schematicky naznačte průběh závislosti jaderné vazebné energie, vztažené na jeden nukleon, na hmotnostním čísle. Co jsou to magická čísla?
8. Nakreslete schéma hmotnostního spektrometru a vysvětlete jaký význam má měření hmotnostních spekter.

C

1. Které z následujících tvrzení o nuklidu ${}^A_Z\text{M}$ je nesprávné?

| | |
|--------------------------|---|
| a) Z je nukleonové číslo | d) Z je rovno počtu protonů |
| b) A je nukleonové číslo | e) Z je rovno počtu neutronů |
| c) Z je atomové číslo | f) A je rovno součtu protonů a neutronů |
2. Které z uvedených párů nuklidů jsou izotopy a které izobary?

| | | |
|--|--|--|
| a) ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$ | c) ${}^3_1\text{H}$, ${}^3_2\text{He}$ | e) ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{14}_7\text{N}$ |
| b) ${}^3_2\text{He}$, ${}^4_2\text{He}$ | d) ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{13}_7\text{N}$ | f) ${}^{48}_{20}\text{Ca}$, ${}^{48}_{22}\text{Ti}$ |
3. Vypočítejte vazebnou energii 1 molu nuklidu ${}^{12}_6\text{C}$ a energii připadající na jeden nukleon v ${}^{12}_6\text{C}$. Hmotnosti protonu, neutronu a elektronu jsou $m_p = 1,67252 \cdot 10^{-24}$ g, $m_n = 1,67482 \cdot 10^{-24}$ g a $A_r(\text{C}) = 12,0107$.
4. Z hmotnosti protonu ($m_p = 1,67252 \cdot 10^{-24}$ g) a elektronu ($m_e = 9,1091 \cdot 10^{-28}$ g) vypočítejte relativní molekulovou hmotnost ${}^1\text{H}_2$. Proč nebude přesně rovna dvojnásobku skutečné hodnoty $A_r({}^1\text{H}) = 1,007825$?
5. Poloměr zeměkoule je cca 6378 km, hmotnost Země je přibližně $6,6 \cdot 10^{21}$ tun. Vypočítejte, jaký poloměr by měla koule o stejné hmotnosti jako má Země, kdyby tato koule byla složená z hmoty o hustotě, jakou mají atomová jádra (cca $1 \cdot 10^8$ tun cm^{-3}).
6. Předpokládejme, že atomy i atomová jádra mají tvar koule. Průměr atomu olova je $3,5 \cdot 10^{-10}$ m, průměr jádra atomu olova $1,6 \cdot 10^{-14}$ m a hustota olova činí $11,4$ g cm^{-3} . Vypočítejte:
 - a) jaký bude průměr modelu atomu olova, jestliže jádro bude představovat kulička o průměru 1,0 mm,
 - b) kolik jader atomů olova je v 1 m³ Pb,
 - c) hmotnost jader atomů olova obsažených v 1 m³ Pb, je-li 99,9 % jeho hmoty soustředěno v jádře,
 - d) objem jader atomů olova obsažených v 1 m³ tohoto kovu,
 - e) hustotu atomových jader olova.

2.2. Přirozená a umělá radioaktivita, jaderné reakce

A

1. Vysvětlete význam následujících pojmů: α , β a γ - záření, přirozená a umělá radioaktivita, jaderné reakce, zákony posunu, rozpadové řady, poločas přeměny, přeměnová konstanta.
2. Popište chování α , β a γ - paprsků v elektrickém a magnetickém poli.
3. Uveďte příklady praktického využití radioaktivních nuklidů.

B

1. Vypočítejte energii uvolněnou při radioaktivní přeměně 1 molu $^{226}_{88}\text{Ra}$ ($A_r(^{226}_{88}\text{Ra}) = 226,0254$) probíhající podle rovnice $^{226}_{88}\text{Ra} \longrightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$ ($A_r(^{222}_{86}\text{Rn}) = 222,0175$, $A_r(^4_2\text{He}) = 4,0026$).

Řešení:

Hmotnostní úbytek při přeměně 1 molu $^{226}_{88}\text{Ra}$ je $\Delta m = 226,0254 \text{ g} - (222,0175 + 4,0026) \text{ g} = 0,0053 \text{ g}$ a energie uvolněná při tomto procesu

$$E = \Delta mc^2 = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot (3,0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 = 4,77 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

Při radioaktivní přeměně 1 molu $^{226}_{88}\text{Ra}$ se uvolní energie $4,77 \cdot 10^{11} \text{ J}$.

2. Určete poločas přeměny radioaktivního nuklidu ^A_ZX , víte-li, že po 40 minutách zůstalo nerozloženo 3,125 % původního množství nuklidu.

Řešení:

Platí vztahy

$$\log \frac{N}{N_0} = -\frac{\lambda t}{2,3} \quad \text{a} \quad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

kde N_0 je množství nuklidu při $t = 0$, N množství nuklidu při $t = 2400 \text{ s}$, λ přeměnová konstanta (s^{-1}), t čas (s) a $T_{1/2}$ (s) poločas přeměny.

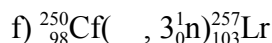
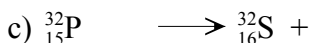
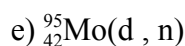
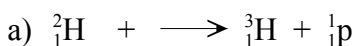
$$\lambda = -\log \frac{N}{N_0} \cdot \frac{2,30}{t} = -\log \frac{3,125}{100} \cdot \frac{2,30}{2400 \text{ s}} = 1,4424 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{1,4424 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 480,4 \text{ s}$$

Poločas radioaktivního přeměny nuklidu ^A_ZX je 480,4 sekundy.

C

1. Doplňte rovnice jaderných reakcí



2. Určete, které z následujících jaderných reakcí povedou ke vzniku nuklidu $^{243}_{96}\text{Cm}$

- a) $^{242}_{96}\text{Cm}(\text{d},\text{p})$ b) $^{242}_{94}\text{Pu}(\alpha,3\text{n})$ c) $^{246}_{98}\text{Cf}(\text{n},\alpha)$ d) $^{240}_{95}\text{Am}(\text{p},\alpha)$

3. Zjistěte, které nuklidy vzniknou emisí

- a) α -částice z $^{238}_{92}\text{U}$ b) elektronu z $^{239}_{92}\text{U}$ c) pozitronu z $^{11}_6\text{C}$

4. Vypočítejte energii uvolněnou při syntéze (fuzi) ^4_2He z $1,0\text{ g }^2_1\text{H}$ ($A_r(^2_1\text{H}) = 2,0141$, $A_r(^4_2\text{He}) = 4,0026$).

5. Při jaderném štěpení $1\text{ g }^{235}_{92}\text{U}$ se uvolní energie $5,14 \cdot 10^{23}\text{ MeV}$. Energie uvolněná při výbuchu 1 kg trinitrotoluenu (TNT) je $4,25 \cdot 10^6\text{ J}$ ($1\text{ eV} = 1,6021 \cdot 10^{-19}\text{ J}$). Vypočítejte:

- a) hmotnost produktů štěpení $^{235}_{92}\text{U}$ po výbuchu atomové bomby s obsahem $10\text{ kg }^{235}_{92}\text{U}$ za předpokladu, že jadernému štěpení podlehlo 10% $^{235}_{92}\text{U}$,
b) kolikrát větší energie se uvolní při jaderném štěpení $1\text{ kg }^{235}_{92}\text{U}$ než při výbuchu 1 kg TNT ,
c) hmotnost reakčních produktů po výbuchu 1 kg TNT ,
d) hmotnost TNT, při jehož výbuchu se uvolní tolik energie jako při jaderném štěpení $1\text{ kg }^{235}_{92}\text{U}$.

6. Ve vzorku dřeva zjištěný poměr počtu atomů nuklidů $^{14}_6\text{C}$ k $^{12}_6\text{C}$ byl $0,785$ krát nižší, než je tento poměr ve dřevě současně rostoucích stromů. Poločas přeměny $^{14}_6\text{C}$ je 5730 roků, množství nuklidu $^{12}_6\text{C}$ se s časem nemění. Vypočítejte stáří vzorku dřeva.

2.3. Elektronový obal atomu

A

1. Definujte a vysvětlete tyto pojmy: Bohrov model atomu, energetická hladina, kvantová dráha, excitovaný stav atomu, kvantová čísla, vrstva, orbit, orbital, degenerované a nedegenerované orbitály, výstavbový princip, Pauliho princip, Hundovo pravidlo, foton, vlnová délka, frekvence, energie a vlnově záření, spektrální serie, hrana spektrální serie, de Broglieho hypotéza o dualistickém charakteru hmoty a záření, Heisenbergův princip neurčitosti, pojem vlnové funkce ψ a význam její druhé mocniny.
2. Na příkladu atomu vodíku ukažte, v čem se liší Bohrova teorie od teorie kvantové mechanické.
3. Seřadte orbitály s, p, d a f ve vrstvách s hlavními kvantovými čísly 1 až 6 v pořadí, ve kterém jsou postupně zaplňovány elektrony.
4. Jak zapisujeme elektronové konfigurace atomů a iontů?
5. Na příkladu elektronových konfigurací atomů prvků druhé periody periodického systému prvků ukažte platnost Pauliho vylučovacího principu a pravidla maximální multiplicity.
6. Nakreslete radiální rozložení elektronové hustoty orbitalů 1s, 2s, 2p, 3s, 3p a 3d.
7. Znázorněte prostorovou symetrii orbitalů 1s, 2p, 3d_{xy}, 3d_{x²-y²} a 3d_{z²}.
8. Co charakterizuje Planckova konstanta a jaký má rozměr?
9. Vysvětlete podstatu fotoelektrického jevu.
10. Jaké druhy rtg. záření znáte? Formulujte Moseleyho zákon a vysvětlete jeho význam.
11. Vysvětlete, jak vznikají atomová spektra. Proč jsou vlnové délky záření absorbovaného a emitovaného parami určitého prvku stejné?
12. Jak se nazývají série emisního spektra vodíku? Jaké vztahy platí pro vlnově spektrálních čar v těchto sériích? Vysvětlete, proč rozdíly vlnově hran dvou sousedních sérií ve spektru vodíku nejsou stejné.

B

1. Vypočítejte frekvenci a energii záření s $\lambda = 670,8$ nm vznikajícího při zahřívání solí Li⁺ v plameni.

Řešení:

Pro vlnovou délku λ , frekvenci ν a energii E záření platí vztahy

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{670,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4,47 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = h\nu = 6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \cdot 4,47 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 2,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

v nichž c je rychlost šíření světla a h Planckova konstanta.

Frekvence karmínově červeného záření vynikajícího zahříváním lithných solí v plameni je $4,47 \cdot 10^{14}$ Hz, energie jednoho fotonu tohoto záření je $2,96 \cdot 10^{-19}$ J.

2. Vypočítejte vlnově $\tilde{\nu}$ a vlnovou délku λ první linie Lymanovy série a druhé linie Balmerovy série vodíkového spektra.

Řešení:

Vlnověet $\tilde{\nu}$ linie určité série vodíkového spektra je roven rozdílu dvou příslušných termů násobenému Rydbergovou konstantou. Pro první linii Lymanovy série dostaneme

$$\tilde{\nu} = R_{\infty} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = 1,0973731 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 8,2303 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{1}{8,2303 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}} = 1,215 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 121,5 \text{ nm}$$

a podobně pro druhou čáru Balmerovy série

$$\tilde{\nu} = R_{\infty} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = 1,0973731 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 2,0576 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{1}{2,0576 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}} = 4,860 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 486,0 \text{ nm}$$

První linie Lymanovy série má vlnověet $8,2303 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$ a vlnovou délku 121,5 nm, odpovídající hodnoty pro druhou linii Balmerovy série jsou $2,0576 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$ a 486,0 nm.

3. Vypočítejte rychlost pohybu elektronu, jestliže jeho de Broglieho vlnová délka je 0,333 nm. Hmotnost elektronu $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Řešení:

Rychlost pohybu elektronu vypočítáme z de Broglieho vztahu, v němž m je hmotnost, λ vlnová délka a h Planckova konstanta

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 0,333 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 2,18 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

Rychlost pohybu elektronu s vlnovou délkou 0,333 nm je $2,18 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$.

C

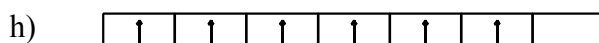
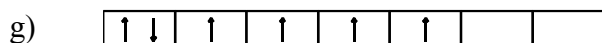
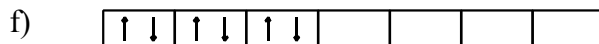
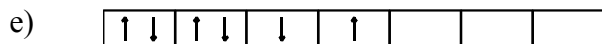
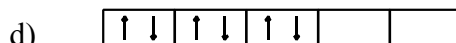
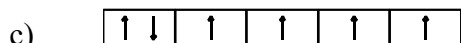
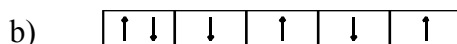
- Jaký nejvyšší počet elektronů může být v orbitalech 4f, 5d, 6s a 6p?
- Kolik orbitalů je ve vrstvě N? Kolik elektronů může být v této vrstvě a jaká jsou jejich kvantová čísla?
- Které z orbitalů 6h, 4g, 2s, 7j nemohou existovat ve vodíkovém atomu?
- Zjistěte, zda mohou existovat orbitály s následujícími kombinacemi kvantových čísel

| | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| a) $n = 5, l = 2, m_l = 3$ | b) $n = 3, l = 3, m_l = 2$ | c) $n = 4, l = 0, m_l = 0$ |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
- V každé trojici označte orbital s nejvyšší energií

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| a) 1s, 2s, 2p | c) 3p, 3d, 4s | e) 6s, 4f, 3d |
| b) 2s, 2p, 3d | d) 4s, 3d, 4p | f) 5d, 5f, 6p |
- Které atomy mají zaplněny vnější orbitály elektrony následujícím způsobem

| | | | | |
|-----------|----------------|----------------|-----------|-------------------|
| a) $3p^5$ | b) $3d^2 4s^2$ | c) $3d^7 4s^2$ | d) $4p^3$ | e) $4d^{10} 5s^2$ |
|-----------|----------------|----------------|-----------|-------------------|
- V atomu prvku jsou dva elektrony ve vrstvě K (hlavní kvantové číslo $n = 1$), po osmi elektronech ve vrstvách L ($n = 2$) a M ($n = 3$) a jeden elektron ve vrstvě N ($n = 4$). Zjistěte atomové číslo prvku, počty elektronů v orbitalech s, p a d i počet protonů a neutronů v jádře prvku.

8. Vypočítejte multiplicitu šesti elektronů v orbitalech 3d (schemata a) až d)) a 4f (schemata e) až h)) a rozhodněte, která schemata jsou správná, je-li příslušný atom v základním stavu



9. Jaký je počet kulových uzlových ploch radiálních částí vlnových funkcí orbitalů 4s a 3p?
10. Určete, která z následujících tvrzení o atomech A ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$) a B ($1s^2 2s^2 2p^6 6s^1$) jsou nesprávná:
- k přeměně A na B je třeba dodat energii,
 - A představuje atom sodíku,
 - A a B jsou atomy různých prvků,
 - odtržení jednoho elektronu vyžaduje méně energie u atomu A než u atomu B.
11. Na základě elektronové konfigurace atomů lanthanoidů odhadněte, které z nich budou vytvářet stabilní kationty s oxidačním číslem +II.
12. Které z následujících atomů a iontů - Ag, Na, Sr, Cu^+ , Ba^{2+} - jsou paramagnetické?
13. Vypočítejte přírůstek energie vodíkového atomu po absorpci fotonu záření o vlnové délce 121,6 nm.
14. Vypočítejte vlnově a vlnovou délku první linie Balmerovy série a hrany Lymanovy série vodíkového spektra. Jak velká je ionizační energie atomu vodíku vypočítaná z Lymanovy série? ($1 \text{ eV} = 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)
15. Energetický rozdíl mezi excitovaným a základním stavem jednoho molu atomů prvku činí $1,93 \cdot 10^5 \text{ J}$. Jaká bude vlnová délka záření emitovaného při přechodu atomu tohoto prvku z excitovaného do základního stavu?
16. Vypočítejte délku de Broglieho vln sdružených s následujícími pohybujícími se objekty:

| | objekt | hmotnost | rychlost |
|----|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| a) | elektron | $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ | $5,9 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ |
| b) | α - částice | $6,69 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ | $1,5 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$ |
| c) | kulička | 1,0 g | 10 cm s^{-1} |
| d) | míč | 100 g | 25 m s^{-1} |
| e) | střela | 10 g | 250 m s^{-1} |

2.4. Periodický zákon a periodicitu vlastností prvků

A

1. Formulujte periodický zákon a vysvětlete pojem periodicity vlastností prvků.
2. Nakreslete schéma dlouhé formy periodické tabulky prvků a umístěte do něho prvních 18 prvků. Jak se nazývají jednotlivé periody v tabulce a skupiny 1, 2, 16, 17 a 18?
3. V dlouhé formě periodické tabulky vyhledejte nepřechodné prvky, 3d-, 4d- a 5d-přechodné prvky, vnitřně přechodné prvky, kovy, nekovy a polokovy.
4. Jaká elektronová konfigurace je charakteristická pro alkalické kovy, kovy alkalických zemin, přechodné prvky, chalkogeny, halogeny a vzácné plyny?
5. U kterých 3d-přechodných prvků je možné pozorovat jistou abnormalitu v elektronových konfiguracích v porovnání s prvky, které s nimi v periodě sousedí? Čím je tato abnormalita způsobena?
6. Vysvětlete následující pojmy: ionizační energie, elektronová afinita a elektronegativita. Jak se mění hodnoty těchto veličin v periodách a skupinách periodického systému?
7. Fluor má menší elektronovou afinitu než chlor. Proč je tomu naopak s jejich elektronegativitami?
8. Proč jsou první ionizační energie boru, hliníku, kyslíku a síry nižší než první ionizační energie prvků, které mají atomové číslo o jednotku nižší? Proč je ionizační energie atomu kteréhokoliv prvku do 2. stupně vyšší než ionizační energie atomu téhož prvku do 1. stupně? Odhadněte, zda ionizační energie sodíku do 2. stupně je vyšší nebo nižší než ionizační energie neonu do 1. stupně.
9. Ve které skupině periodického systému budou mít prvky nízké hodnoty ionizační energie do 1. a 2. stupně a vysoké hodnoty do 3. stupně?
10. Jak se mění velikost kovalentních poloměrů prvků a iontových poloměrů izoelektronových iontů v periodách a skupinách periodického systému?

B

1. Frekvence charakteristického rentgenova záření $K_\alpha(\text{Cu})$ je $1,95 \cdot 10^{18}$ Hz. Vypočítejte frekvenci záření K_α technecia s atomovým číslem 43.

Řešení:

Z Moseleyho zákona $\nu = A(Z - b)^2$, v němž ν je frekvence charakteristického rentgenova záření prvku o atomovém čísle Z a A , b jsou konstanty (pro záření K_α je $b = 1$) plyne pro

$$K_\alpha(\text{Cu}, Z = 29): \quad 1,95 \cdot 10^{18} \text{ Hz} = A(29 - 1)^2$$

$$K_\alpha(\text{Tc}, Z = 43): \quad \nu_{\text{Tc}} = A(43 - 1)^2$$

$$\frac{\nu_{\text{Tc}}}{1,95 \cdot 10^{18} \text{ Hz}} = \frac{A(43 - 1)^2}{A(29 - 1)^2} \quad \nu_{\text{Tc}} = \frac{42^2}{28^2} \cdot 1,95 \cdot 10^{18} \text{ Hz} = 4,39 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$$

Frekvence charakteristického záření $K_\alpha(\text{Tc})$, vypočítaná z Moseleyho zákona je $4,39 \cdot 10^{18}$ Hz (experimentálně zjištěná hodnota je $4,452 \cdot 10^{18}$ Hz).

C

1. Proč je ve 3. periodě pouze 8 prvků, když ve vrstvě M existuje celkem 9 orbitalů?
 2. Bez použití tabelovaných hodnot seřaďte prvky a ionty ve skupinách podle vzrůstající velikosti jejich kovalentních (iontových) poloměrů
 - a) B, C, Al, Na, K
 - b) O, F, Li, Be, Cs
 - c) K^+ , Rb^+ , Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+}
 - d) O, O^{2-} , F, S^{2-}
 3. Seřaďte prvky - As, Ba, Ca, Cs, F, O, S, Se - podle vzrůstající elektronegativity. Který z nich je "nejkovovější"?
 4. Pro prvky A ($[Ar] 4s^2$) a B ($[Ar] 3d^{10}4s^24p^5$) určete, aniž byste zjišťovali, o které prvky se jedná
 - a) zda jsou kovy nebo nekovy
 - b) zda jsou přechodnými prvky
 - c) který oxidační stupeň bude u nich nejstálější
 - d) který z nich má větší atomový poloměr
 - e) zda mají vysoké nebo nízké hodnoty ionizační energie, elektronové afinity a elektronegativity
 5. Bez použití tabelovaných hodnot seřaďte prvky v následujících skupinách podle vzrůstající hodnoty ionizační energie
 - a) Li, Na, K, C, F
 - b) P, As, Sb, Sn
 - c) F, Cs, S, Ca
 6. K ionizaci 1 molu sodíku je potřebná energie $4,96 \cdot 10^5$ J. Vypočítejte, jakou maximální vlnovou délku může mít záření schopné ionizovat tento prvek.
 7. Frekvence záření $K_\alpha(Ni)$ je $1,8 \cdot 10^{18}$ Hz. Kterému prvku přísluší charakteristické rentgenové záření K_α s frekvencí $8,9 \cdot 10^{17}$ Hz?
-

D

Posuďte, které z následujících výroků jsou správné a které nesprávné. Odpovědi zdůvodněte.

1. Prvek je látka tvořená souborem atomů, které mají shodný počet protonů, elektronů a neutronů.
2. Většina prvků je tvořena více než jedním nuklidem.
3. Význam pojmů izotop a nuklid je shodný.
4. Izobary jsou nuklidy, které mají stejné nukleonové číslo.
5. Izotopy téhož prvku mají stejné chemické i fyzikální vlastnosti.
6. Prvky se sudým protonovým číslem mívají větší počet izotopů.
7. Jaderná vazebná energie, vztažená na jeden nukleon, je největší u jader s nejvyššími počty nukleonů.
8. V přírodě se nevyskytují sloučeniny radioaktivních nuklidů.
9. Za čas rovný trojnásobku poločasu přeměny radioaktivního nuklidu zůstane nepřeměněna $1/2 : 3 = 1/6$ původního množství nuklidu.
10. Vyzářením pozitronu vznikne jádro, které má protonové číslo o jednotku menší než původní jádro.
11. Nuklidy, u nichž je poměr počtu neutronů a protonů menší než jedna, se mohou stabilizovat emisí pozitronu.
12. Atomy vydávají nebo přijímají energii jen v celistvých násobcích určitého energetického kvanta.
13. Energie elementárního kvanta záření nezávisí na frekvenci záření.

14. Podle kvantové mechaniky je maximální pravděpodobnost výskytu elektronu v orbitalu 1s atomu vodíku ve vzdálenosti totožné s Bohrovým poloměrem.
15. Podle kvantové mechaniky mají elektrony pouze vlnový charakter.
16. V základním stavu atomu se mohou elektrony nacházet pouze na povolených energetických hladinách, kdežto v excitovaném stavu setrvávají na zakázaných energetických hladinách.
17. Pravděpodobnost výskytu elektronu v daném místě prostoru kolem atomového jádra je úměrná ψ^2 .
18. Vlnovou funkcí ψ každého atomového orbitalu je možné vyjádřit jako součin radiální a polární části této funkce, přičemž radiální část obsahuje kvantová čísla n , l a polární část kvantová čísla m_l a s .
19. Pravděpodobnost výskytu elektronu v kulově symetrickém orbitalu 3s není stejná v každém jeho bodě.
20. Tvar a vnitřní struktura orbitalů $2p_z$ a $3p_z$ jsou stejné, liší se pouze velikost těchto orbitalů.
21. 3d - orbitaly se zaplňují elektrony až po zaplnění orbitalu 4s dvěma elektrony. Při vzniku kationtu Fe^{2+} se proto odštěpí dva elektrony z orbitalu 3d a ne z orbitalu 4s.
22. Pořadí, v němž se atomové orbitaly zaplňují elektrony, můžeme zjistit pomocí pravidla " $n + l$ ".
23. Energie orbitalu s daným hlavním a vedlejším kvantovým číslem nezávisí na atomovém čísle prvku.
24. Zaplňování degenerovaných atomových orbitalů elektrony se uskutečňuje tak, aby součet spinů všech elektronů atomu měl maximální hodnotu.
25. Valenční sféru atomu tvoří orbitaly, které jsou částečně nebo úplně zaplněny elektrony a které nebyly ani částečně zaplněny v atomu předcházejícího vzácného plynu.
26. Charakteristické rtg. záření vzniká jen při přeskoku elektronu do vrstvy K.
27. Na základě Moseleyho zákona je možné jednoznačně určit atomové číslo prvku změřením vlnočtu jediné čáry charakteristického rentgenového záření, aniž bychom znali, které sérii tato linie náleží.
28. Periodický zákon zní: vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich relativních atomových hmotností.
29. Existuje více nekovových prvků než kovů.
30. Přechodné prvky nemají typické vlastnosti kovů, ale nejsou to nekovy.
31. Pravidlo, že maximální oxidační stupeň prvku je shodný s číslem skupiny, v níž se v krátké formě periodické tabulky nachází, platí zcela bez výjimky.
32. Z porovnání vlastností kovů alkalických zemin a prvků skupiny zinku vyplývá, že elektronová konfigurace $(n - 1)d^{10}ns^2$ je stabilnější než elektronová konfigurace ns^2 .
33. Pořadí prvků uspořádaných podle vzrůstajících atomových čísel je v některých případech jiné, než pořadí prvků uspořádaných podle vzrůstajících relativních atomových hmotností.
34. Elektronegativitu prvku A lze vypočítat z energií vazeb v molekulách A_2 , AB a B_2 .

3. Chemická vazba

A

1. Jaké vlastnosti mají prvky, které tvoří sloučeniny s iontovou vazbou?
2. Na čem závisí mřížková energie iontových krystalů? Co je to Madelungova konstanta?
3. Které vlastnosti iontových sloučenin a atomů, z nichž ionty vznikly, lze přímo nebo nepřímo stanovit nebo odhadovat na základě znalosti hodnoty mřížkových energií těchto sloučenin?
4. Vysvětlete, proč elektrická vodivost tavenin iontových sloučenin je podstatně vyšší než vodivost těchto látek v krystalickém stavu.
5. Na čem závisí polarizovatelnost (deformovatelnost) aniontů a polarizační účinek kationtů? Jaký vliv má velká deformovatelnost iontů na charakter vazby mezi kationtem a aniontem?
6. Jaké typy vazeb existují v oxidu uhličitém, oxidu křemičitém, fluoridu rubidném, polyethylenu, cínu, fenolu, naftalenu, chloridu amonném a hydridu sodném?
7. Vysvětlete následující pojmy: teorie valenčních vazeb, teorie molekulových orbitalů, řád vazby, hraniční atomové orbitály, vakantní orbitály, vazebné, protivazebné a nevazebné molekulové orbitály.
8. Nakreslete překryvy následujících dvojic atomových orbitalů a u kladných překryvů určete, zda vzniká σ - nebo π -vazba
 - a) kladný překryv: $s + s$; $p_z + s$; $p_z + p_z$; $d_{xz} + p_z$
 - b) negativní překryv: $p_x + p_x$; $s + p_z$; $d_{xz} + p_x$
 - c) nulový překryv: $s + p_y$; $s + d_{xy}$; $p_y + d_{x^2-y^2}$
9. Nakreslete tvary následujících molekulových orbitalů biatomických molekul - σ_s , σ_s^* , σ_{sz} , σ_{sz}^* , σ_z , σ_z^* , π_x , π_x^* , π_y , π_y^* , π_{xy} , π_{xy}^* , δ_{xy} , δ_{xy}^* .
10. Nakreslete tvar hybridních orbitalů sp , sp^2 , sp^3 , dsp^3 , d^2sp^3 a dsp^2 .
11. Nakreslete diagramy molekulových orbitalů pro H_2^+ , He_2^+ , Be_2 , B_2 , C_2 , N_2 , O_2 , O_2^- , O_2^+ , F_2 a F_2^+ . Zjistěte vazebné řády a určete, které z těchto částic jsou paramagnetické a které nejsou schopné existence.
12. Vysvětlete, proč molekula F_2 s 18 elektrony, je nesrovnatelně reaktivnější než atom Ar se stejným počtem elektronů.
13. Čím se liší vazby C - C v diamantu a v grafitu? Proč křemík nevytváří modifikaci obdobnou grafitu?
14. Napište rezonanční struktury následujících částic - SO_3 , CO_3^{2-} , NO_2^- , HNO_3 , N_2O_4 , SO_4^{2-} , C_6H_6 , N_2O , O_3 .
15. Proč velmi reaktivní cyklopropan často reaguje za současného rozštěpení kruhu?
16. Jsou známy tři sloučeniny o složení $C_2H_2Cl_2$, ale jen jedna o složení C_2H_3Cl . Jaký mají molekuly těchto látek prostorový tvar?
17. Proč se teploty varu H_2 ($-253^\circ C$) a Cl_2 ($-34^\circ C$) tak výrazně liší?
18. Formulujte pravidla, na nichž je založena teorie vzájemného odpuzování elektronových párů valenční hladiny centrálního atomu - model VSEPR.
19. Zdůvodněte, proč úhel HCH v molekule C_2H_4 je větší než úhel FCF v C_2F_4 .
20. Pomocí pásové teorie vysvětlete rozdíl v elektrické vodivosti mezi kovy, polovodiči a izolátory.

21. Jaké typy vodíkových můstků existují v kyselině šťavelové a *o*-hydroxybenzoové?
22. Co je podstatou van der Waalsových sil?
23. V čem spočívají rozdíly ve výkladu vazby v koordinačních sloučeninách mezi teoriemi valenčních vazeb, ligandového pole a molekulových orbitalů?
24. Jaký tvar má koordinační polyedr, v němž má centrální atom koordinační číslo 2, 3, 4, 5, 6, 7 nebo 8?
25. Jak se štěpí soubor d-orbitalů u 3d-přechodných prvků při vzniku oktaedrického komplexu MA_6 , tetragonálně bipyramidálního komplexu MA_4B_2 a čtvercového komplexu MA_4 ?
26. Čím je charakterizována síla ligandového pole komplexů a jak je možné ji experimentálně měřit? Co je to spektrochemická řada ligandů?
27. Co jsou to vysoko- a nízkospinové komplexy, za jakých podmínek vznikají a jak lze experimentálně zjistit, o který typ komplexu jde?

B

1. Vypočítejte velikost elektrostatické energie jednoho molu Na^+Cl^- (g), je-li průměrná vzdálenost středů iontů Na^+ a Cl^- 0,236 nm.

Řešení:

Velikost elektrostatické energie jednoho molu iontové sloučeniny je dána vztahem

$$E = - \frac{Lz_1z_2e^2}{4\pi\epsilon_0 l}$$

kde L je Avogadrova konstanta, z_1 a z_2 počty nábojů kationtu a aniontu (v absolutní hodnotě), l vzdálenost středu iontů, e elementární náboj ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C) a ϵ_0 permitivita vakua ($8,854 \cdot 10^{-12}$ F m⁻¹)

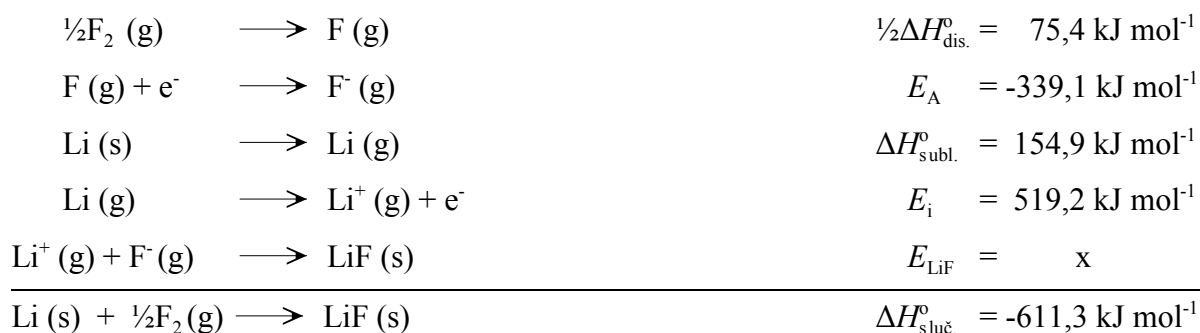
$$E = - \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2}{4 \cdot 3,142 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1} \cdot 2,36 \cdot 10^{-10} \text{ m}} = -587,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Elektrostatická energie jednoho molu Na^+Cl^- (g) je -587,1 kJ.

2. Pomocí Born-Haberova cyklu vypočítejte hodnotu mřížkové energie fluoridu lithného.

Řešení:

Mřížková energie E_{LiF} je energie uvolněná při reakci $Li^+(g) + F^-(g) \longrightarrow LiF(s)$ a její hodnotu můžeme vypočítat pomocí Hessova zákona z Born-Haberova cyklu s použitím hodnot slučovacího tepla LiF ($\Delta H_{sluč.}^0$), disociačního tepla fluoru ($\Delta H_{dis.}^0$), sublimačního tepla lithia ($\Delta H_{subl.}^0$), ionizační energie lithia (E_i) a elektronové afinity fluoru (E_A). Vznik $LiF(s)$ z $Li(s)$ a $F_2(g)$ můžeme rozložit na tyto děje



Slučovací teplo fluoridu lithného $\Delta H_{\text{sluč.}}^{\circ}$ se podle Hessova zákona rovná součtu energií dílčích reakcí $\Delta H_{\text{sluč.}}^{\circ} = \frac{1}{2}\Delta H_{\text{dis.}}^{\circ} + E_{\text{A}} + \Delta H_{\text{subl.}}^{\circ} + E_{\text{i}} + E_{\text{LiF}}$. Mřížková energie LiF bude tedy rovna $E_{\text{LiF}} = \Delta H_{\text{sluč.}}^{\circ} - \frac{1}{2}\Delta H_{\text{dis.}}^{\circ} - E_{\text{A}} - \Delta H_{\text{subl.}}^{\circ} - E_{\text{i}}$ a tedy $E_{\text{LiF}} = -611,3 - 75,4 + 339,1 - 154,9 - 519,2 = -1021,7 \text{ kJ mol}^{-1}$. Mřížková energie fluoridu lithného vypočítaná z Born-Haberova cyklu je $-1021,7 \text{ kJ mol}^{-1}$.

3. Délka vazby H-F v molekule fluorovodíku je $0,0917 \text{ nm}$, dipólový moment této molekuly má hodnotu $6,08 \cdot 10^{-30} \text{ C m}$. Vypočítejte velikost parciálních nábojů na atomech vodíku a fluoru.

Řešení:

Dipólový moment μ molekuly AB se za předpokladu, že atom A má parciální náboj Q^{+} a atom B Q^{-} , rovná součinu náboje Q a vzdálenosti l těžišť nábojů ($\mu = Ql$). Pro parciální náboj Q tedy platí

$$Q = \frac{\mu}{l} = \frac{6,08 \cdot 10^{-30} \text{ C m}}{9,17 \cdot 10^{-11} \text{ m}} = 6,63 \cdot 10^{-20} \text{ C}$$

Parciální náboje na atomech H a F v molekule fluorovodíku jsou $\pm 6,63 \cdot 10^{-20} \text{ C}$.

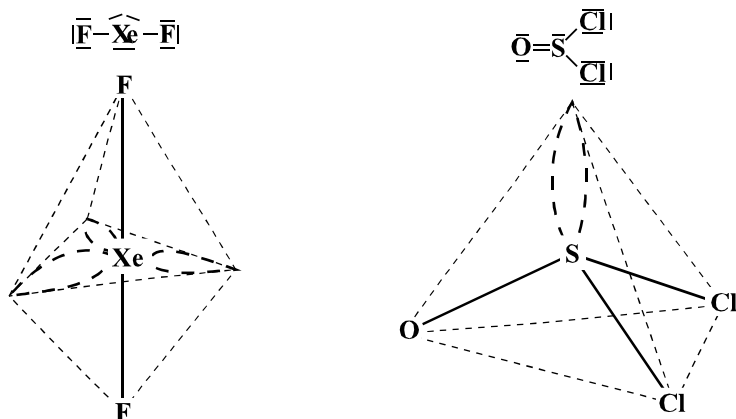
4. Pomocí teorie molekulových orbitalů (MO) odhadněte, zda délka vazby je větší v molekule NO nebo CO. Která z obou molekul bude mít vyšší první ionizační energii?

Řešení:

Obsazení molekulových orbitalů v molekule NO je $[\text{KK}(\sigma_{\text{s}})^2(\sigma_{\text{s}}^*)^2(\pi_{\text{x,y}})^4(\sigma_{\text{z}})^2(\pi_{\text{x,y}}^*)^1]$ a v molekule CO $[\text{KK}(\sigma_{\text{s}})^2(\sigma_{\text{s}}^*)^2(\pi_{\text{x,y}})^4(\sigma_{\text{z}})^2]$. Řád vazby A-B (N_{AB}) je roven polovině rozdílu mezi počty elektronů ve vazebných a v protivazebných molekulových orbitalech - $N_{\text{NO}} = \frac{1}{2}(2 + 4 + 2 - (2 + 1)) = 2,5$ a $N_{\text{CO}} = \frac{1}{2}(2 + 4 + 2 - 2) = 3,0$. Z vypočítaných řádů vazeb vyplývá, že vazba v molekule CO je kratší než v NO. Odtržení jednoho elektronu z vazebného molekulového orbitalu σ_{z} v CO by vyžadovalo velké množství energie a vedlo by ke vzniku málo stabilního kationtu CO^{+} . Při vzniku kationtu NO^{+} je elektron odtržen z energeticky bohatšího protivazebného molekulového orbitalu $(\pi_{\text{x,y}}^*)$ NO s vynaložením menší energie než při ionizaci molekuly CO. První ionizační energie je tedy menší u NO než u CO.

5. Pomocí teorie odpuzování elektronových párů valenční hladiny centrálního atomu (model VSEPR) určete geometrii XeF_2 a SOCl_2 .

Řešení:



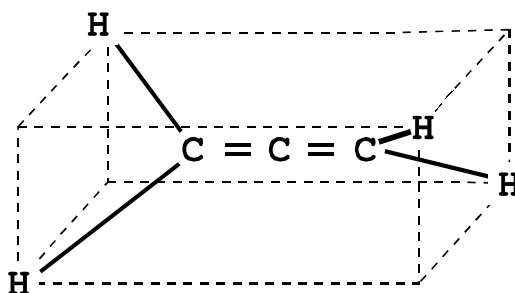
Z elektronového strukturního vzorce plyne, že molekula XeF_2 náleží do typu AB_2E_3 ($\text{A} = \text{Xe}$, $\text{B} = \text{F}$,

E = nevazebný elektronový pár centrálního atomu). Elektronové páry centrálního atomu směřují do vrcholů trigonální bipyramidy, nevazebné elektronové páry leží v ekvatoriální rovině. Podobně molekula SOCl_2 je typu AB_3E a elektronové páry centrálního atomu směřují do vrcholů tetraedru. Odpudivá síla dvou elektronových párů vazby $\text{S}=\text{O}$ je větší než odpudivá síla elektronových párů dvou vazeb $\text{S}-\text{Cl}$, a proto je úhel OSCl větší (114°) než úhel vazeb ClSCl (106°). Molekula XeF_2 je lineární, molekula SOCl_2 má tvar deformované trigonální pyramidy.

6. Určete tvar molekuly allenu $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$.

Řešení:

Každý z koncových atomů uhlíku v molekule allenu vytváří tři σ -vazby (dvě $\text{C}-\text{H}$ a jednu $\text{C}-\text{C}$), středový atom C vytváří dvě σ -vazby (obě $\text{C}-\text{C}$). Hybridizace atomových orbitalů koncových atomů C je sp^2 , hybridizace orbitalů středového atomu C je sp . Dva p -orbitaly středového atomu uhlíku, které nejsou hybridizovány, jsou navzájem kolmé. Aby se s nimi mohly překrývat nehybridizované p -orbitaly koncových atomů C (každý z nich má jeden takový orbital) za vzniku dvou π -vazeb, musí být i tyto p -orbitaly vzájemně na sebe kolmé.



V molekule allenu leží proto tři atomy uhlíku na přímce a dvojice atomů vodíku ve skupinách CH_2 leží v rovinách, které jsou na sebe vzájemně kolmé a protínají se v přímce, na níž leží atomy uhlíku.

7. Z hlediska teorie valenčních vazeb udejte pro komplexní ionty $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ a $[\text{NiCl}_4]^{2-}$:

- elektronovou konfiguraci kationtů Co^{3+} (d^6) a Ni^{2+} (d^8) ve volném i valenčním stavu,
- obsazení orbitalů centrálních atomů v těchto iontech, víte-li, že $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ je diamagnetický a $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ paramagnetický,
- typ hybridizace valenčních orbitalů Co^{3+} a Ni^{2+} a tvar obou komplexních iontů.

Řešení:

Co^{3+} : a) $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^1(3d)^1(3d)^1(3d)^1$; $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^2(3d)^2(3d)^0(3d)^0$

b) $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^2(3d)^2(3d)^2(3d)^2(4s)^2(4p)^2(4p)^2(4p)^2$

c) $d^2\text{sp}^3$; oktaedr

Ni^{2+} : a) $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^2(3d)^2(3d)^1(3d)^1$; $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^2(3d)^2(3d)^1(3d)^1$

b) $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^2(3d)^2(3d)^1(3d)^1(4s)^2(4p)^2(4p)^2(4p)^2$

c) sp^3 ; tetraedr

8. Na základě elektrostatické teorie ligandového pole zjistěte elektronové konfigurace kationtu Co^{3+} v komplexních iontech $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ a $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.

Řešení:

Ze spektrochemické řady ligandů, udávající jejich schopnost štěpit d-orbitály centrálního iontu, zjistíme, že v komplexu $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ vytvářejí ligandy NO_2^- silné ligandové pole a šest 3d-valenčních elektronů kationtu Co^{3+} se proto umístí na hladině t_{2g} (t_{2g}^6). Komplexní anion $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ bude tedy nízkospinový a diamagnetický.

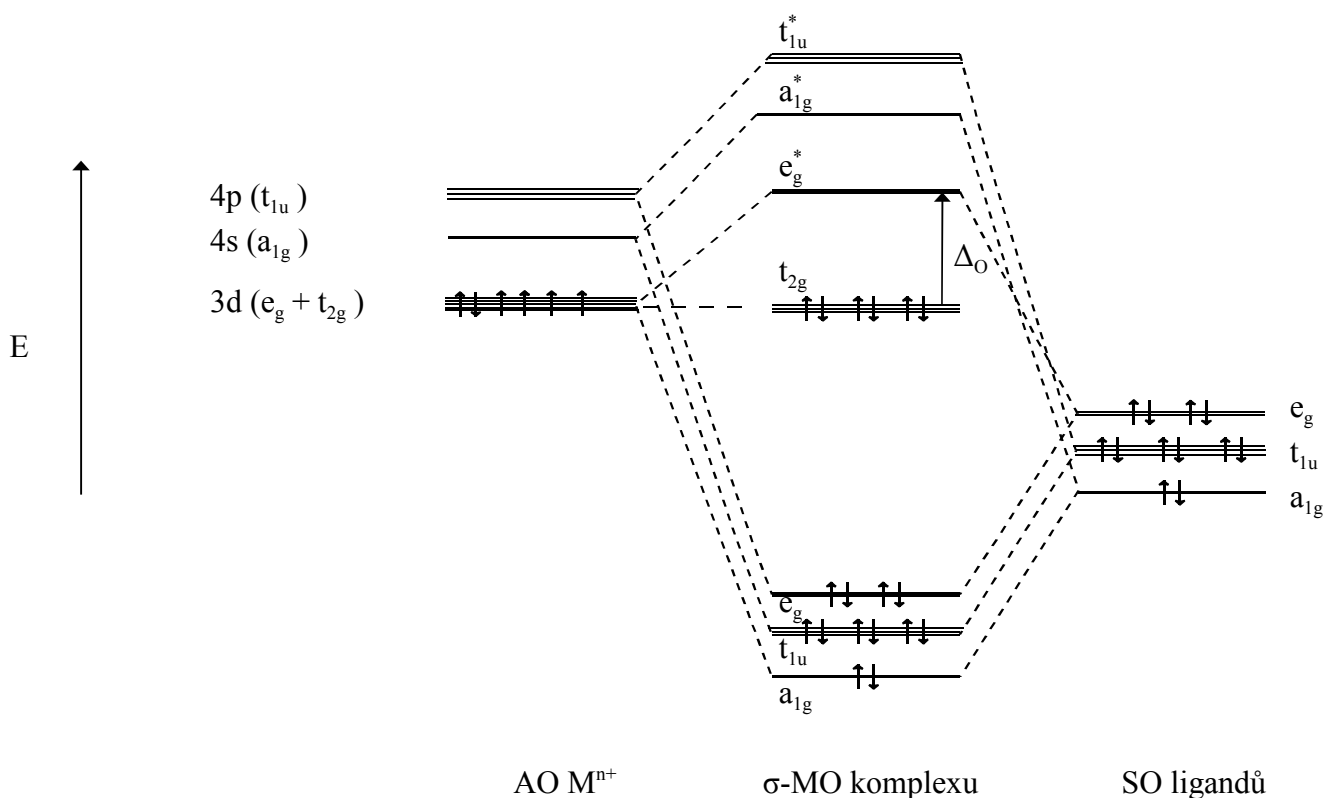
V komplexu $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ vytvářejí ligandy H_2O slabé ligandové pole a kation Co^{3+} v něm má konfiguraci $t_{2g}^4 e_g^2$. Komplexní kation $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ je proto vysokospinový a paramagnetický.

9. Jak jsou zaplněny elektrony atomové orbitály centrálního atomu, skupinové orbitály ligandů a molekulové orbitály v kationtu $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, je-li Δ_o u tohoto komplexu větší než energie odpuzivého působení mezi elektrony s opačnými spiny?

Řešení:

Kation Co^{3+} má šest elektronů v atomových orbitalech (AO), tj. konfiguraci $[\text{Ar}](3d)^6$. Šest ligandů NH_3 poskytuje na vytvoření koordinačních vazeb s centrálním atomem celkem 12 elektronů, kterými jsou obsazeny tzv. skupinové orbitály (SO) ligandů.

Do molekulových orbitalů (MO) je tedy nutné umístit celkem 18 elektronů, přičemž pro obsazování molekulových orbitalů platí stejná pravidla jako pro obsazování atomových orbitalů elektrony (výstavbový princip, Hundovo pravidlo, Pauliho princip). Zaplnění příslušných orbitalů je patrné z následujícího energetického diagramu



C

1. Průměrná vzdálenost středů iontů v LiF (g) je 0,151 nm. Vypočítejte velikost elektrostatické energie jednoho molu LiF (g).

2. Předpokládejme, že iontové sloučeniny M^+X^- jsou krystalické látky se stejnou krystalovou strukturou a jejich mřížková energie je rovna $A \text{ J mol}^{-1}$. Jak se tato energie změní:
 - a) zdvojnásobí-li se poloměr M^+ ,
 - b) zmenší-li se poloměry M^+ a X^- na polovinu,
 - c) zvětší-li se náboje kationtu i aniontu na dvojnásobek.
3. Z Born-Haberova cyklu vypočítejte hodnotu elektronové afinity chloru, víte-li, že slučovací teplo NaCl $\Delta H_{\text{sluč.}}^\circ$ je $-410,5 \text{ kJ mol}^{-1}$, disociační teplo chloru $\frac{1}{2}\Delta H_{\text{dis.}}^\circ$ $122,1 \text{ kJ mol}^{-1}$, sublimační teplo sodíku $\Delta H_{\text{subl.}}^\circ$ $108,3 \text{ kJ mol}^{-1}$, ionizační energie sodíku E_i $495,3 \text{ kJ mol}^{-1}$ a mřížková energie NaCl E_{NaCl} $-788,0 \text{ kJ mol}^{-1}$.
4. Délka vazby v molekule bromovodíku je $0,141 \text{ nm}$, experimentálně zjištěná hodnota dipólového momentu je $2,64 \cdot 10^{-30} \text{ C m}$. Vypočítejte velikost dipólového momentu HBr pro případ, že by vazba v něm byla čistě iontová. Za předpokladu existence lineárního vztahu mezi dipólovým momentem molekuly a iontovým charakterem vazby, určete porovnáním vypočítané a naměřené hodnoty podíl iontové interakce na vazbě.
5. Seřadte molekuly SO_2 , H_2S , SF_2 , OF_2 , ClF_3 a H_2Se podle vzrůstajícího iontového charakteru jejich vazeb.
6. Určete, ve kterých z následujících molekul převažuje iontový a ve kterých kovalentní charakter vazby

| | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| a) CaO | c) NO | e) KCl | g) SrO |
| b) ClF | d) CO | f) HI | h) PBr_3 |
7. Bez použití tabelovaných hodnot elektronegativit vyhledejte v uvedených trojicích molekulu s nejvyšším iontovým charakterem vazby

| | | |
|---|--|--|
| a) ICl , IBr , I_2 | b) HBr , HCl , HI | c) LiCl , NaCl , SiCl_4 |
|---|--|--|
8. Odhadněte, která látka v uvedených dvojicích má vyšší teplotu tání

| | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| a) NaCl , NaBr | b) ZnO , ZnS | c) BaO , MgO | d) KCl , CaO |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
9. a) Bez použití tabulek seřadte HF , HCl , HBr a HI podle vzrůstající délky vazby.
 b) Bez použití tabulek seřadte NaCl , He , Ne , Ar , Cl_2 a $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ podle hodnoty teploty varu.
10. Jsou vazby v PbCl_4 (t. v. 105°C) převážně iontové nebo kovalentní? Odhadněte velikost úhlu Cl-Pb-Cl .
11. Určete typ hybridizace orbitalů centrálního atomu a tvar následujících molekul a iontů:

| | | |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| a) PF_2Cl_3 | f) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ | k) PO_4^{3-} |
| b) SO_2 | g) ClO_3^- | l) $[\text{PCl}_6]^-$ |
| c) SO_3^{2-} | h) ClF_5 | m) $[\text{AuCl}_4]^-$ |
| d) HCOH | i) NH_3 | n) IF_7 |
| e) HCN | j) C_2H_2 | o) H_2O |
12. Určete typ hybridizace valenčních orbitalů atomu dusíku v aniontu NO_2^- a tvar tohoto aniontu. Které atomové orbitály se v něm podílejí na vzniku π -vazby?
13. Nakreslete diagram molekulových orbitalů NO a NO^+ , zjistěte vazebný řád v obou částicích a odhadněte, zda délka vazby v NO je větší než délka vazby v NO^+ . Znamená zvýšení počtu elektronů v molekulových orbitalech vždy i zvýšení energie vazby?

14. Seřad'te částice podle vzrůstající síly vazby: O_2 , O_2^+ , O_2^- , O_2^{2+} , O_2^{2-}
15. Určete, zda je delší vazba a) v N_2 nebo v N_2^+ b) v F_2 nebo v F_2^+
16. Pomocí energetických diagramů molekulových orbitalů zjistěte, zda ionizační energie H, resp. O, do 1. stupně je větší nebo menší než první ionizační energie molekuly H_2 , resp. O_2 .
17. Určete, která částice ve dvojici má větší tendenci přijmout elektron a) O_2^{2+} , N_2^{2+} b) NO, CN
18. Které z molekul - F_2 , HF, H_2S , BF_3 , $CHCl_3$, PCl_5 , CCl_4 , *o*-,*m*-,*p*- $C_6H_4Br_2$ - mají dipólový moment?
19. Napište elektronový strukturní vzorec oxidu dusného a udejte typ hybridizace středového atomu v jeho molekule, víte-li, že je lineární a má dipólový moment.
20. Odhadněte (a odhad zdůvodněte), zda je molekula vodíku H_2 lépe polarizovatelná než molekula dusíku N_2 .
21. CH_3COOH má teplotu tání $17^\circ C$ a teplotu varu $118^\circ C$, její ethylester $CH_3COOC_2H_5$ taje při $-83,6^\circ C$ a vře při $77^\circ C$. Zdůvodněte, proč jsou obě tyto konstanty u kyseliny octové vyšší než u jejího ethylesteru.
22. Která ze sloučenin - H_2O , HF, NH_3 , CH_4 , HCl - vytváří nejsilnější vodíkové můstky?
23. Které ze sloučenin - N_2O , B_2H_6 , O_2 , H_2O_2 , Al_2Cl_6 , P_4O_{10} , $(BeH_2)_x$ - obsahují elektronově deficitní vazby?
24. Pomocí modelu VSEPR určete tvar následujících molekul a iontů:
- | | | | |
|-------------|--------------|-------------------|-------------------|
| a) $HgCl_2$ | g) PF_5 | m) I_3^- | s) SO_2Cl_2 |
| b) BF_3 | h) SF_4 | n) $[BF_4]^-$ | t) $POCl_3$ |
| c) $SnCl_2$ | i) BrF_3 | o) $[AlF_6]^{3-}$ | u) NOCl |
| d) $SnCl_4$ | j) ClO_2^- | p) ICl_2 | v) SO_3F^- |
| e) PCl_3 | k) BrF_5 | q) O_3 | x) $[SiF_6]^{2-}$ |
| f) OF_2 | l) XeF_4 | r) CO_3^{2-} | y) H_3O^+ |
25. Seřad'te částice - NO_2^+ , NO_2^- , NO_2 a NO_3^- - podle vzrůstající velikosti vazebných úhlů.
26. V každé z následujících dvojic vyhledejte molekulu s větším vazebným úhlem
- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| a) H_2O , H_2S | b) NH_3 , PH_3 | c) PH_3 , PF_3 |
|--------------------|--------------------|--------------------|
27. Odhadněte, zda molekula cyklopentanu je planární či nikoli.
28. Jak se změní úhel XXZ v tetraedrické molekule Y_2XZ_2 , vzroste-li ve vazbách XY obsah s-charakteru?
29. Určete elektronovou konfiguraci centrálních atomů v následujících komplexních iontech a udejte typ hybridizace orbitalů centrálního atomu
- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| a) $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ | c) $[Fe(CN)_6]^{4-}$ | e) $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$ |
| b) $[Fe(CN)_6]^{3-}$ | d) $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ | f) $[Ag(NH_3)_2]^+$ |
30. Anion $[NiCl_4]^{2-}$ je paramagnetický, anion $[Ni(CN)_4]^{2-}$ je diamagnetický. Na základě elektrostatické teorie ligandového pole určete, jaká je jejich geometrie.
31. Pomocí elektrostatické teorie ligandového pole udejte zaplnění d-orbitalů centrálních atomů elektrony v těchto komplexech:
- | | | |
|------------------------|-----------------------------------|--|
| a) $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ | c) $[CoCl_4]^{2-}$ | e) $[Cr(H_2O)_6]^{2+}$ (nizký spin) |
| b) $[Cr(CN)_6]^{3-}$ | d) $[Fe(CN)_6]^{4-}$ (nizký spin) | f) trans- $[Ni(NH_3)_4Cl_2]$ (vysoký spin) |

32. Střední energie odpuzivého působení mezi elektrony s opačnými spiny v iontu Fe^{2+} je cca 210 kJ mol^{-1} . Síla ligandového pole (Δ_o) je pro $[\text{FeL}_6]^{2+}$ 147 kJ mol^{-1} a pro $[\text{FeR}_6]^{4+}$ 395 kJ mol^{-1} . Určete, zda tyto komplexy jsou vysoko- nebo nízkospinové.
33. Nakreslete energetický diagram molekulových orbitalů pro komplex $[\text{CoF}_6]^{3-}$ víte-li, že Δ_o je pro $[\text{CoF}_6]^{3-}$ menší než energie odpuzivého působení mezi elektrony s opačnými spiny.
34. $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ absorbuje viditelné záření v souvislosti s přechodem 3d-elektronu z hladiny t_{2g} na hladinu e_g . Jakou má $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ barvu, je-li vlnově maxima absorpčního pásu, který odpovídá síle ligandového pole (Δ_o) v tomto komplexu, 20300 cm^{-1} .

| přibližná vlnová délka absorbovaného záření (nm) | barva absorbovaného záření | barva procházejícího záření |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| 680 | červená | zelená |
| 610 | oranžová | modrá |
| 560 | žlutá | fialová |
| 500 | modrozelená | červená |
| 430 | indigová | žlutá |

35. Kation $[\text{TiL}_6]^{3+}$ je zelený, $[\text{TiR}_6]^{3+}$ žlutý. Ve kterém z těchto iontů je síla ligandového pole vyšší?

D

Posuďte, které z následujících výroků jsou správné a které nesprávné. Odpovědi zdůvodněte.

- Při vzniku kovalentní vazby se musí atomy k sobě přiblížit na takovou vzdálenost, aby se mohly překrývat valenční orbitály, které jsou obsazeny elektrony se souhlasnými spiny.
- Vazba v molekulách typu A_2 je vždy kovalentní bez významnějšího podílu iontovosti.
- Na rozdíl od iontových vazeb mají kovalentní vazby směrový charakter, který je důsledkem prostorové orientace vazebních orbitalů.
- Mezi dvěma atomy nemůže vznikat π -vazba, pokud tyto atomy nejsou již vázány σ -vazbou.
- Trojná vazba mezi dvěma atomy uhlíku je tvořena dvěma σ -vazbami a jednou π -vazbou.
- Z atomových orbitalů se hybridizují pouze ty, které vytvářejí σ -vazby a nehybridizují se ani orbitály, které vytvářejí π -vazby, ani orbitály, jejichž elektrony zůstanou vazebně nevyužity.
- Prostorová orientace hybridních orbitalů je jiná než orientace původních atomových orbitalů.
- Energie atomových a hybridních valenčních orbitalů atomu uhlíku vzrůstá v pořadí $2s$, sp , sp^2 , sp^3 , $2p$.
- Z valenčních orbitalů centrálních atomů se v molekulách PF_2Cl_3 , ICl_3 , H_2O , NH_3 , C_2H_2 a CCl_4 vytvářejí neekvivalentní hybridní orbitály.
- Hybridizace dsp^2 , dsp^3 , resp. d^2sp^3 vede ke vzniku 4, 5, resp. 6 geometricky i energeticky zcela ekvivalentních hybridních orbitalů.

11. Rozdíl mezi vazbou kovalentní a koordinačně kovalentní je pouze ve způsobu jejich vzniku.
12. V oktaedrickém ligandovém poli mají nižší energii ty d-orbitaly, které mají vysokou elektronovou hustotu podél kartézských souřadných os.
13. Energie vazebných molekulových orbitalů je vždy nižší než energie protivazebných molekulových orbitalů a ta je nižší než energie výchozích atomových orbitalů. Energeticky shodné s původními atomovými orbitály jsou nevazebné molekulové orbitály.
14. Pravidla, podle nichž se MO postupně zaplňují elektrony, jsou stejná, jako pro obsazování AO.
15. Oblast maximální pravděpodobnosti výskytu elektronů v σ -molekulových orbitalech obsahuje spojnici jader vázaných atomů, kdežto v π -molekulových orbitalech leží spojnice jader mimo tuto oblast.
16. Energetický diagram molekulových orbitalů dvouatomových molekul typu AB je asymetrický vůči původním atomovým orbitalům v důsledku rozdílných energií atomových orbitalů atomů A a B.
17. Řád vazby může nabývat pouze celočíselných hodnot.
18. Elektronová konfigurace jednoduchých kationtů není vždy izoelektronová s konfigurací elektronového obalu nejbližšího vzácného plynu.
19. Na základě teorie MO-LCAO nelze vysvětlit vznik iontové vazby.
20. Jedna molekula vody se může podílet na tvorbě maximálně čtyř vodíkových můstků.
21. *p*-nitrofenol tvoří intermolekulární, *o*-nitrofenol intramolekulární vodíkové můstky. Teplota varu *p*-nitrofenolu je proto nižší než teplota varu *o*-nitrofenolu.
22. Energie kovalentní vazby činí řádově stovky kJ mol^{-1} , energie van der Waalsových sil jsou jednotky až desítky kJ mol^{-1} , energie vodíkových můstků je obvykle menší než 40 kJ mol^{-1} .

4. Skupenské stavy látek

4.1. Plyny

A

1. Definujte ideální plyn a formulujte zákony, které pro něj platí. V jakých jednotkách se vyjadřuje teplota, tlak a objem plynu?
2. Vysvětlete následující pojmy: stavová veličina, normální podmínky, plynová konstanta, střední kinetická energie molekuly plynu.
3. Proč mají stejné objemy H_2 , HCl a NH_3 (měřeno za stejné teploty a tlaku) různé hmotnosti?
4. Pro ideální plyn nakreslete závislost:
 - a) tlaku na objemu při konstantní teplotě (např. pro $pV = 12 \text{ J}$),
 - b) tlaku na teplotě při konstantním objemu,
 - c) objemu na teplotě při konstantním tlaku.
5. Která z látek - CH_4 , H_2 , CH_3Cl , CH_3OH - bude v plynném stavu vykazovat největší odchylky od chování ideálního plynu?
6. Co je to kritická teplota a kritický tlak? Jaký význam má znalost těchto hodnot při zkapaňování plynů?
7. Napište van der Waalsovou rovnici pro reálné plyny a vysvětlete význam konstant v ní použitých.

B

1. Určité množství H_2 zaujímá při tlaku 200 kPa objem 500 cm^3 . Za předpokladu, že se jeho teplota nezmění, vypočítejte objem tohoto množství H_2 při normálním tlaku a jeho tlak při změně objemu na 125 cm^3 .

Řešení:

Podle Boylova-Mariottova zákona je součin tlaku a objemu pV určitého množství ideálního plynu při stálé teplotě konstantní ($p_1V_1 = p_2V_2$) a normální tlak je 101,325 kPa

$$V_1 = \frac{p_2V_2}{p_1} = \frac{200 \text{ kPa} \cdot 500 \text{ cm}^3}{101,325 \text{ kPa}} = 986,9 \text{ cm}^3$$

Při změně objemu na 125 cm^3 bude tlak plynu

$$p_1 = \frac{p_2V_2}{V_1} = \frac{200 \text{ kPa} \cdot 500 \text{ cm}^3}{125 \text{ cm}^3} = 800 \text{ kPa}$$

Objem uvažovaného množství vodíku je při normálním tlaku $986,9 \text{ cm}^3$, jeho tlak při zmenšení objemu na 125 cm^3 vzroste na 800 kPa.

2. Tlak helia v ocelové lahvi při teplotě 20°C je 2,5 MPa. Určete tlak plynu v lahvi při 100°C .

Řešení:

Podle Charlesova zákona je poměr p/T při stálém objemu pro ideální plyn konstantní

$$p_1 = \frac{p_2}{T_2} T_1 = \frac{2,5 \text{ MPa}}{(273,15 + 20) \text{ K}} \cdot (273,15 + 100) \text{ K} = 3,18 \text{ MPa}$$

Tlak helia v tlakové lahvi při teplotě 100°C je 3,18 MPa.

3. Jak se změní objem 1 m³ vodíku po ochlazení z 25 °C na -80 °C, zůstal-li jeho tlak konstantní?

Řešení:

Při stálém tlaku je pro ideální plyn podle Gay-Lussacova zákona poměr V/T konstantní

$$V_1 = \frac{V_2}{T_2} T_1 = \frac{1 \text{ m}^3}{(273,15 + 25) \text{ K}} \cdot (273,15 - 80) \text{ K} = 0,6478 \text{ m}^3$$

Má-li tlak vodíku zůstat nezměněn po ochlazení z teploty 25 °C na teplotu -80 °C, musí se jeho objem zmenšit z 1 m³ na 0,6478 m³.

4. Vypočítejte, jaká je při normálních podmínkách hmotnost 1 dm³ kyslíku a počet molekul kyslíku obsažených v 1 cm³ tohoto plynu.

Řešení:

Podle Avogadrova zákona je objem jednoho molu plynné látky za normálních podmínek (normální molární objem V_{mn}) pro všechny plyny stejný a činí 22,414 dm³ mol⁻¹. Jeden mol jakékoliv látky obsahuje 6,022.10²³ základních jednotek (molekul, atomů, iontů)

$$\begin{array}{rcl} 2 \cdot 15,9994 \text{ g O}_2 & \text{zaujímá při normálních podmínkách} & 22,414 \text{ dm}^3 \\ x \text{ g O}_2 & \text{----- " -----} & 1,0 \text{ dm}^3 \\ \hline & x = 1,428 \text{ g} & \\ 22,414 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 & \text{obsahuje} & 6,022 \cdot 10^{23} \text{ molekul O}_2 \\ 0,001 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 & \text{obsahuje} & y \text{ molekul O}_2 \\ \hline & y = 2,69 \cdot 10^{19} \text{ molekul O}_2 & \end{array}$$

Hmotnost 1 dm³ dikyslíku je 1,428 g a 1 cm³ dikyslíku obsahuje 2,69.10¹⁹ molekul O₂.

5. Určité množství plynu zaujímá při teplotě 30 °C a tlaku 109,3 kPa objem 270 cm³. Jaký bude jeho objem za normálních podmínek?

Řešení:

Ze spojeného Boyleova-Mariottova a Gay-Lussacova zákona ($p_0 V_0 / T_0 = pV/T$) plyne

$$V_0 = \frac{pV}{T} \frac{T_0}{p_0} = \frac{109,3 \text{ kPa} \cdot 270 \text{ cm}^3}{(273,15 + 30) \text{ K}} \cdot \frac{273,15 \text{ K}}{101,325 \text{ kPa}} = 262,4 \text{ cm}^3$$

Objem daného množství plynu při normálních podmínkách je 262,4 cm³.

6. Při teplotě 18 °C a tlaku 102,0 kPa je hmotnost 1290 cm³ plynu 2,71 g. Vypočítejte jeho relativní molekulovou hmotnost.

Řešení:

Stavovou rovnici můžeme psát ve tvaru $pV = nRT = mRT/M_r$, kde R je plynová konstanta, n počet molů, M_r molární hmotnost a m hmotnost plynu. Pro M_r dostaneme

$$M_r = \frac{mRT}{pV} = \frac{2,71 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 8,3143 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 291,15 \text{ K}}{1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 0,0498565 \text{ kg mol}^{-1} = 49,86 \text{ g mol}^{-1}$$

Relativní molekulová hmotnost plynu je 49,86.

7. Vypočítejte hustotu oxidu uhličitého při teplotě 20 °C a tlaku 100 kPa.

Řešení:

Stavovou rovnici můžeme, s využitím vztahu $m = V\rho$, kde ρ je hustota, psát ve tvaru

$$\rho = \frac{M_m p}{RT} = \frac{0,04401 \text{ kg mol}^{-1} \cdot 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{8,3143 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}} = 1,806 \text{ kg m}^{-3}$$

Hustota oxidu uhličitého při teplotě 20 °C a tlaku 100 kPa je 1,806 kg m⁻³.

8. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost plynu, jehož relativní hustota vztažená na vzduch je rovna 1,519 (průměrná relativní molekulová hmotnost vzduchu je 28,97).

Řešení:

Pro hustoty dvou plynů A a B za stejného tlaku a teploty platí

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{M_r^{\text{stř.}}(A)}{M_r^{\text{stř.}}(B)}$$

Dosazením dostaneme ($\rho_B = 1$) $M_r^{\text{stř.}} = 1,519 \cdot 28,97 = 44,00$.

Relativní molekulová hmotnost plynu je 44,00.

9. Směs plynů obsahuje 60 obj. % O₂, 15 obj. % CO₂ a 25 obj. % N₂. Celkový tlak směsi je 200 kPa. Vypočítejte parciální tlaky plynů ve směsi.

Řešení:

Podle Daltonova zákona je celkový tlak směsi plynů roven součtu parciálních tlaků jednotlivých plynů ve směsi. Tyto parciální tlaky jsou přímo úměrné jejich koncentraci vyjádřené v objemových procentech - $p(\text{O}_2) = 200 \text{ kPa} \cdot 0,60 = 120 \text{ kPa}$, $p(\text{N}_2) = 200 \text{ kPa} \cdot 0,25 = 50 \text{ kPa}$ a $p(\text{CO}) = 200 \text{ kPa} \cdot 0,15 = 30 \text{ kPa}$.

Parciální tlaky O₂, N₂ a CO₂ ve směsi jsou 120 kPa, 50 kPa a 30 kPa.

10. Směs plynů obsahuje 8,064 g H₂, 8,802 g CO₂ a 22,408 g CO. Celkový tlak směsi při 20 °C je 150 kPa. Vypočítejte parciální tlaky a parciální objemy všech plynů ve směsi.

Řešení:

Parciální tlak (objem) plynu ve směsi je roven součinu jeho molárního zlomku x_i a celkového tlaku p (celkového objemu V) plyné směsi, tj. $p_i = x_i p$ ($V_i = x_i V$). Nejdříve vypočítáme počet molů jednotlivých složek ve směsi a koncentraci těchto složek v molárních zlomcích

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M_r^{\text{stř.}}(\text{H}_2)} = \frac{8,064 \text{ g}}{2,0158 \text{ g mol}^{-1}} = 4,00 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M_r^{\text{stř.}}(\text{CO}_2)} = \frac{8,802 \text{ g}}{44,01 \text{ g mol}^{-1}} = 0,20 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}) = \frac{m(\text{CO})}{M_r^{\text{stř.}}(\text{CO})} = \frac{22,408 \text{ g}}{28,01 \text{ g mol}^{-1}} = 0,80 \text{ mol}$$

Počet molů všech složek směsi je roven $\Sigma n = n(\text{H}_2) + n(\text{CO}_2) + n(\text{CO}) = 4,00 + 0,20 + 0,80 = 5,00 \text{ mol}$.

Molární zlomky složek jsou

$$\begin{aligned}
 x(\text{H}_2) &= \frac{n(\text{H}_2)}{\Sigma n} = \frac{4,00 \text{ mol}}{5,00 \text{ mol}} = 0,80 \\
 x(\text{CO}_2) &= \frac{n(\text{CO}_2)}{\Sigma n} = \frac{0,20 \text{ mol}}{5,00 \text{ mol}} = 0,04 \\
 x(\text{CO}) &= \frac{n(\text{CO})}{\Sigma n} = \frac{0,80 \text{ mol}}{5,00 \text{ mol}} = 0,16
 \end{aligned}$$

Parciální tlaky plynů ve směsi budou $p(\text{H}_2) = x(\text{H}_2) \cdot p = 0,80 \cdot 150 \text{ kPa} = 120 \text{ kPa}$, $p(\text{CO}_2) = x(\text{CO}_2) \cdot p = 0,04 \cdot 150 \text{ kPa} = 6 \text{ kPa}$ a $p(\text{CO}) = x(\text{CO}) \cdot p = 0,16 \cdot 150 \text{ kPa} = 24 \text{ kPa}$. Ze stavové rovnice vypočítáme objem směsi při uvedených podmínkách

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{5,0 \text{ mol} \cdot 8,3143 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 81,245 \text{ dm}^3$$

Parciální objemy jednotlivých plynů ve směsi jsou $V(\text{H}_2) = Vx(\text{H}_2) = 0,80 \cdot 81,245 \text{ dm}^3 = 65,00 \text{ dm}^3$, $V(\text{CO}_2) = Vx(\text{CO}_2) = 0,04 \cdot 81,245 \text{ dm}^3 = 3,25 \text{ dm}^3$ a $V(\text{CO}) = Vx(\text{CO}) = 0,16 \cdot 81,245 \text{ dm}^3 = 13,00 \text{ dm}^3$.

11. Při teplotě 75°C zaujímá 300 g NH_3 objem $28,5 \text{ dm}^3$. S použitím van der Waalsovy rovnice vypočítejte jeho tlak. Pro amoniak jsou van der Waalsovy konstanty $a = 423,54 \text{ kPa mol}^{-2} \text{ dm}^6$, $b = 0,0373 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Řešení:

Z van der Waalsovy rovnice

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right) \cdot (V - nb) = nRT$$

vyjádříme tlak (300 g amoniaku odpovídá 17,62 molu)

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{an^2}{V^2} = \frac{17,62 \cdot 8,3143 \cdot 348,15}{28,5 - 17,62 \cdot 0,0373} - \frac{423,54 \cdot 17,62^2}{28,5^2} = 1669,9 \text{ kPa}$$

Tlak 300 g NH_3 při uvedených podmínkách je 1,67 MPa.

12. Vypočítejte, kolikrát rychleji probíhá difuze vodíku H_2 než difuze kyslíku O_2 .

Řešení:

Poměr rychlostí pronikání plynů pórovitou stěnou (difuze) je určen Grahamovým zákonem, v němž $u(i)$ jsou rychlosti difuze a $M_r^{\text{stř.}}(i)$ relativní molekulové hmotnosti plynů

$$\frac{u(1)}{u(2)} = \sqrt{\frac{M_r^{\text{stř.}}(2)}{M_r^{\text{stř.}}(1)}} \qquad \frac{u(\text{H}_2)}{u(\text{O}_2)} = \sqrt{\frac{M_r^{\text{stř.}}(\text{O}_2)}{M_r^{\text{stř.}}(\text{H}_2)}} = \sqrt{\frac{31,9988}{2,0158}} = 3,98$$

Rychlost difuze H_2 je 3,98 x větší než rychlost difuze O_2 .

C

- Stejná hmotnostní množství O_2 a N_2 jsou při téže teplotě uzavřena v oddělených nádobách o stejném objemu. Která z následujících tvrzení jsou pravdivá?
 - obě nádoby obsahují stejný počet molekul
 - tlak v nádobě s dusíkem je větší než tlak v nádobě s kyslíkem
 - více molekul je v nádobě s kyslíkem než v nádobě s dusíkem

- d) střední rychlost pohybu molekul je větší v nádobě s kyslíkem
- e) 1 mol dusíku má větší střední kinetickou energii než 1 mol kyslíku
2. Při expanzi ideálního plynu nedochází k jeho ochlazování, protože molekuly ideálního plynu
- mají zanedbatelný objem
 - nepůsobí na sebe žádnými přitažlivými silami
 - vykonávají při expanzi práci odpovídající úbytku kinetické energie
 - nepředávají si při vzájemných srážkách energii
3. Seřad'te plyny - O_2 , N_2 , He, H_2 , CO, CO_2 , SO_2 - podle vzrůstající hmotnosti jejich stejných objemů.
4. Vzduch obsahuje přibližně 21 obj. % O_2 , 78 obj. % N_2 a 1 obj. % Ar. Vypočítejte průměrnou molekulovou hmotnost vzduchu.
5. Jak se změní objem ideálního plynu, sníží-li se jeho tlak za stálé teploty 10 x?
6. Jak se sníží tlak ideálního plynu, zvětší-li se za stálé teploty jeho objem 4 x?
7. Tlak ideálního plynu, který zaujímá objem 25 dm^3 , je 115,0 kPa. Jak se jeho tlak změní po expanzi na objem 30 dm^3 , zůstane-li teplota nezměněna?
8. Z nádoby s pohyblivým pístem o objemu 10 dm^3 , ve které je vodík při 20°C pod tlakem 2 MPa bylo proti atmosférickému tlaku 95 kPa odebráno za konstantní teploty 150 dm^3 vodíku. Jak se musí zmenšit objem nádoby, aby při nezměněné teplotě zůstal tlak v nádobě stejný?
9. Helium v tlakové lahvi o objemu 20 dm^3 má při 20°C tlak 14,7 MPa. Vypočítejte, jak velký průměr může mít pružný balón naplněný heliem z této lahve, má-li být tlak helia v balónu při téže teplotě 133,3 kPa.
10. Dusík v ocelové lahvi o objemu 40 dm^3 má při 18°C tlak 15,0 MPa. Kolik m^3 dusíku je možné z lahve odebrat při 18°C a normálním tlaku?
11. V tlakové lahvi s kyslíkem je při 20°C tlak 15,0 MPa. Vypočítejte tlak kyslíku v lahvi po jejím ochlazení na -15°C a po ohřevu na 200°C .
12. Vzduch v pneumatice automobilu má při 17°C tlak 0,21 MPa. Jak se tlak změní, zvýší-li se při jízdě teplota vzduchu v pneumatice na 45°C ?
13. Na jakou teplotu musíme izobaricky ohřát určité množství dusíku, aby jeho objem byl 2x větší než při původní teplotě 15°C ?
14. 500 cm^3 vodíku má při teplotě 20°C tlak 98,0 kPa. Na jakou teplotu je nutné ho ochladit, aby objem při nezměněném tlaku poklesl na 450 cm^3 ?
15. 1 g vzduchu má za normálních podmínek objem $774,2 \text{ cm}^3$. Jaký objem bude mít při 100°C a 101,325 kPa?
16. Při -16°C a tlaku 98,5 kPa je objem kyslíku $0,125 \text{ dm}^3$. Vypočítejte jeho objem za normálních podmínek.
17. Vypočítejte o kolik procent poklesne tlak 5 dm^3 plynu, jehož teplota je 100°C a tlak 300 kPa, bude-li po expanzi na 10 dm^3 jeho teplota 27°C .
18. Určete rozdíl v objemech $\frac{1}{4}$ molu ideálního plynu při 80°C a 98,0 kPa a při normálních podmínkách.
19. Kolikrát je větší hmotnost 1 dm^3 dusíku při normálních podmínkách než při 100°C a tlaku 100 kPa?
20. Tlak atmosféry na Měsíci je přibližně $1,3 \cdot 10^{-8} \text{ Pa}$. Vypočítejte, jaký objem měsíční atmosféry obsahuje $1,0 \cdot 10^6$ molekul plynů, resp. $1,0 \cdot 10^{-3}$ molu plynů, je-li teplota na Měsíci 100 K.
21. Vypočítejte hodnotu a určete rozměr plynové konstanty R .

22. 1 g radia emituje za rok $1,16 \cdot 10^{18}$ částic α , které se vzápětí přemění na atomy He. Objem tohoto počtu atomů helia při 20 °C a tlaku 98,66 kPa je 0,0476 cm³. Vypočítejte z těchto údajů Avogadrovu konstantu.
23. 0,9024 gramů kyslíku zaujímá při teplotě 15,2 °C a tlaku 100,0 kPa objem 0,6761 dm³. Vypočítejte hodnotu plynové konstanty R .
24. Za jakých podmínek bude mít ideálně se chovající plyn tlak 101,325 kPa a koncentraci 1 mol dm⁻³?
25. 27 g vody bylo v nádobě o objemu 10 dm³ zahřáto na 150 °C. Vypočítejte tlak vodní páry v nádobě.
26. Kolik molů kyslíku je v nádobě o obsahu 25 dm³ za tlaku $1,519 \cdot 10^7$ Pa a teploty 18 °C?
27. Kolik kg vodíku je v tlakové lahvi o objemu 40 dm³, má-li při 20 °C tlak 15,0 MPa? Kolik kg vzduchu o složení 78 obj. % N₂, 21 obj. % O₂ a 1 obj. % Ar je v téže lahvi za stejných podmínek?
28. 2,582 g plynu zaujímá při tlaku 99,32 kPa a teplotě 22 °C objem 1,5 dm³. Vypočítejte jeho relativní molekulovou hmotnost.
29. Při 20 °C a tlaku 100,5 kPa je hmotnost 2 dm³ plynné sloučeniny dusíku s kyslíkem 3,63 g. Jaký je její molekulový vzorec?
30. 0,4289 g plynného uhlovodíku zaujímá za normálních podmínek objem 0,3427 dm³. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost uhlovodíku a odhadněte jeho molekulový vzorec.
31. Kolik vody obsahuje 1 m³ vzduchu při teplotě 25 °C, je-li relativní vlhkost vzduchu 70 %? Tlak nasycených par vody při 25 °C je 3,17 kPa.
32. Vypočítejte hustotu oxidu uhelnatého při normálních podmínkách.
33. Jaká je hustota oxidu uhličitého při teplotě 20 °C a tlaku 98,0 kPa?
34. Při -19 °C a 110,2 kPa je hustota plynu 2,12 kg m⁻³. Jaká bude jeho hustota za normálních podmínek?
35. Relativní hustota uhlovodíku vztažená na hustotu vzduchu je 0,8988. Určete molekulový vzorec uhlovodíku, je-li průměrná relativní molekulová hmotnost vzduchu 28,97.
36. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost plynu, je-li jeho relativní hustota vztažená na CO₂ 0,6365.
37. Spálením 0,2940 g uhlovodíku vzniklo 0,020 molu CO₂. Určete molekulový vzorec uhlovodíku, je-li jeho relativní hustota vůči vzduchu 1,522.
38. Kolik molekul O₂ je v nádobce o objemu 1 cm³, která byla naplněna vzduchem a potom při 20 °C evakuována na tlak $1,0 \cdot 10^{-7}$ kPa?
39. Zemní plyn obsahuje 75 obj. % methanu, 15 obj. % ethanu, 7 obj. % vodíku a 3 obj. % oxidu uhličitého. Vyjádřete jeho složení v hmotnostních procentech a vypočítejte hustotu při 20 °C a normálním tlaku.
40. Nádoba o objemu 2 dm³ naplněná N₂ o tlaku 70,66 kPa je připojena přes uzavřený ventil k nádobě o objemu 3 dm³, která obsahuje O₂ pod tlakem 26,00 kPa. Vypočítejte tlak v nádobách po jejich propojení, zůstane-li teplota konstantní.
41. 0,5 molu plynu A₂ a $1,2046 \cdot 10^{24}$ molekul plynu B je při teplotě 0 °C uzavřeno v nádobě o objemu 22,414 dm³. Vypočítejte parciální tlaky obou plynů.
42. V plynné směsi je parciální tlak helia 0,2 MPa a parciální tlak argonu 12,3 MPa. Vypočítejte složení směsi v objemových procentech.
43. O kolik procent se zmenší parciální tlak kyslíku ve vzduchu v nadmořské výšce 8000 m oproti normálním podmínkám, jestliže tlak vzduchu ve výšce 8000 m je 35,58 kPa.

44. Vzduch obsahuje přibližně 21 obj. % kyslíku. Parciální tlak O_2 ve vydechovaném vzduchu je 15,33 kPa. Vypočítejte objem kyslíku, který se absorbuje v plicích z 1 dm³ vdechnutého vzduchu, za předpokladu, že vdechovaný i vydechovaný vzduch má teplotu 37 °C a tlak 101,325 kPa.
45. Směs 0,150 g H_2 , 0,700 g N_2 a 0,340 g NH_3 má při teplotě 27 °C celkový tlak 100,0 kPa. Vypočítejte molární zlomky všech plynů ve směsi, parciální tlaky a objemy plynů i celkový objem směsi.
46. Vedením vodní páry přes rozžhavený koks vzniká vodní plyn. Kolik m³ vodního plynu (měřeno při 20 °C a tlaku 101,325 kPa) lze získat z 5 kg koksu, obsahuje-li koks pouze uhlík a výtěžek reakce je 96 %?
47. Kolik gramů hliníku je nutné rozpustit v roztoku NaOH, aby objem vzniklého vodíku (měřeno při 20 °C a tlaku 101,325 kPa) byl 40,0 cm³?
48. Vodík se laboratorně připravuje reakcí zinku se zředěnou kyselinou sírovou. Napište rovnici této reakce a za předpokladu ideálního chování plynného vodíku vypočítejte objem plynu vzniklý při reakci 40,8 g zinku s H_2SO_4 při teplotě 30 °C a tlaku $1,0 \cdot 10^5$ Pa.
49. 0,0290 g Mg bylo rozpuštěno ve zředěné H_2SO_4 a 30,30 cm³ vzniklého H_2 bylo při teplotě 22 °C a tlaku 98,52 kPa zachyceno nad vodním uzávěrem. Tlak nasycené vodní páry při této teplotě je 2,64 kPa. Vypočítejte molární hmotnost hořčíku.
50. Hydrogenuhlíčitan sodný byl v evakuované nádobě o objemu 500 cm³ zahřát na teplotu 100 °C. Celkový tlak vzniklého CO_2 a vodní páry za těchto podmínek byl 97,33 kPa. Kolik gramů Na_2CO_3 vzniklo?
51. V roce 1962 byla připravena první sloučenina xenonu s fluorem. Niklový autokláv byl při 25 °C naplněn xenonem a fluorem s parciálními tlaky $p(F_2) = 810,6$ kPa a $p(Xe) = 172,3$ kPa a reakční směs pak byla jednu hodinu zahřívána na 400 °C. Po ochlazení na 25 °C obsahoval autokláv tuhý reakční produkt a nezreagovaný fluor, jehož parciální tlak byl 466,1 kPa. Vypočítejte empirický vzorec vzniklého fluoridu xenonu.
52. 4,641 g Cl_2 a 4,193 g SO_2 bylo v nádobě o objemu 2 dm³ zahřáto na 190 °C. Částečně spolu zreagovaly za vzniku dichloridu sulfurylu SO_2Cl_2 , tlak směsi po reakci byl 202,65 kPa. Vypočítejte parciální tlaky a koncentrace (v mol dm⁻³) všech látek v reakční směsi.
53. Kolik dm³ CO_2 (měřeno při 18 °C a tlaku 106,0 kPa) se uvolní působením 50 cm³ roztoku H_2SO_4 (koncentrace 1 mol dm⁻³) na Na_2CO_3 , vznikne-li Na_2SO_4 ?
54. Ocelová lahev o objemu 20 dm³ obsahuje 4,0 kg O_2 . Při jaké teplotě dosáhne tlak kyslíku v lahvi maximální přípustné hodnoty 20 MPa? Výpočet proveďte jak za předpokladu ideálního, tak i reálného chování plynu (van der Waalsovy konstanty pro O_2 jsou $a = 136,79$ kPa.l².mol⁻², $b = 0,0318$ dm³ mol⁻¹).
55. 210 g ethylenu zaujímá při 27 °C objem 4 dm³. Vypočítejte tlak plynu, jsou-li van der Waalsovy konstanty pro C_2H_4 $a = 452,92$ kPa.l².mol⁻², $b = 0,057$ dm³ mol⁻¹.
56. Kolik m³ kapalného SO_2 ($\rho = 1,46$ g cm⁻³) získáme zkapalněním 500 m³ plynného SO_2 (měřeno při teplotě 15 °C a tlaku 116,52 kPa)?
57. V přírodě se nacházející uran je směsí tří nuklidů - ^{235}U (obsah 0,7 %, $A_r^{stř.} = 235,044$, ^{238}U (obsah 99,3 %, $A_r^{stř.} = 238,05$) a ^{234}U (který můžeme pro nepatrný obsah zanedbat). Reakcí uranu s fluorem vzniká těžký UF_6 . $^{235}UF_6$ od $^{238}UF_6$ je možné separovat průchodem přes membránu. Vypočítejte, kolikrát vyšší bude obsah $^{235}UF_6$ po jedné separaci oproti obsahu této látky ve směsi získané fluorací přírodního uranu. Pro výpočet použijte Grahamův zákon.

4.2. Kapaliny a pevné látky

A

1. Srovnajte vnitřní stavbu kapalin a pevných látek. Které vlastnosti jsou pro kapaliny charakteristické?
2. Jaké experimentální důkazy existují o neustálém pohybu částice plynů a kapalin?
3. Co je to tlak nasycené páry nad kapalinou? Definujte teplotu varu kapaliny.
4. Vysvětlete, proč se potraviny uvaří za kratší dobu v přetlakové nádobě než za normálního tlaku.
5. Máte za úkol porovnat velikost přitažlivých sil působících mezi molekulami v kapalinách A a B. Kterých vlastností obou kapalin k tomu můžete využít?
6. Definujte a vysvětlete následující pojmy: krystalová mřížka, Bravaisovy mřížky, Millerovy indexy, základní buňka, primitivní, bazálně centrovaná, prostorově centrovaná a plošně centrovaná mřížka, mřížkové parametry, prostorová grupa symetrie, koordinační číslo.
7. Charakterizujte jednotlivé krystalografické soustavy.
8. Označte Millerovými indexy stěny krychle a zakreslete do souřadného systému roviny s indexy (1 1 1), (1 1 0), (0 1 0) a (0 0 1).
9. Rozdělte následující látky na izotropní a anizotropní: diamant, grafit, sklo, led, chlorid sodný, parafin, plastická síra, kaučuk.
10. Na konkrétních příkladech vysvětlete pojmy: polymorfie, allotropie, izotypie, izodimorfie, směsné krystaly. Jaké podmínky musí splňovat dvě látky, aby mohly vytvářet směsné krystaly?
11. Jaké druhy krystalových struktur rozlišujeme v závislosti na druhu částic, které ji tvoří a na charakteru soudržných sil mezi jejími stavebními částicemi. Popište základní typy krystalových struktur.
12. Zdůvodněte rozdíly ve fyzikálních vlastnostech grafitu a diamantu.
13. Navrhněte jednoduché pokusy, které by umožnily odhadnout, zda soudržné síly mezi stavebními částicemi v krystalu mají povahu kovalentní vazby, iontové vazby nebo van der Waalových sil.
14. Jaký je rozdíl mezi Laueho a Debye-Scherrerovou (práškovou) metodou rentgenografického studia krystalové struktury látek?

B

1. Kolik uzlových bodů obsahuje základní buňka krystalu, jde-li o mřížku:
 - a) jednoduchou kubickou
 - b) kubickou plošně centrovanou
 - c) kubickou prostorově centrovanou
 - d) rhomboedrickou

Řešení:

- a) $8 \cdot 1/8 = 1$; z každého uzlového bodu ležícího v rohu krychle přísluší každé základní buňce 1/8
 - b) $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$; z každého uzlového bodu ležícího ve středu stěny krychle přísluší každé buňce 1/2
 - c) $8 \cdot 1/8 + 1 = 2$; uzlový bod ve středu základní buňky jí plně náleží
 - d) $8 \cdot 1/8 = 1$
-

2. Lithium krystaluje v kubické soustavě s mřížkovým parametrem 0,3509 nm a má hustotu 0,534 g cm⁻³. Určete typ jeho Bravaisovy mřížky

Řešení:

Objem základní buňky V_b je $(0,3509 \cdot 10^{-7} \text{ cm})^3 = 4,321 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$ a pro molární objem V_m platí

$$V_m = \frac{M_m(\text{Li})}{\rho} = \frac{6,941 \text{ g mol}^{-1}}{0,534 \text{ g mol}^{-3}} = 12,998 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$\begin{array}{ll} 12,998 \text{ cm}^3 \text{ Li} & \text{obsahuje} \dots\dots\dots 6,022 \cdot 10^{23} \text{ atomů Li} \\ 4,321 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3 \text{ Li} & \text{obsahuje} \dots\dots\dots x \text{ atomů Li} \end{array}$$

$$x = 2 \text{ atomy Li}$$

Lithium krystaluje v kubické prostorově centrované mřížce, jejíž základní buňka obsahuje dva atomy.

3. Difrakce rentgenova záření o vlnové délce 0,229 nm na osnově krystalografických rovin krystalu barya nastává při úhlu dopadu $\theta = 27^\circ 8'$. Vypočítejte vzdálenost mezi difraktujícími rovinami v krystalech tohoto prvku.

Řešení:

Mezirovinnou vzdálenost d určíme z Braggovy rovnice $2d \sin \theta = n\lambda$ (řád difrakce $n = 1$)

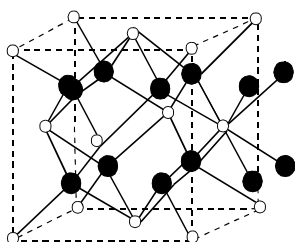
$$d = \frac{1 \cdot \lambda}{2 \sin \theta} = \frac{0,229 \text{ nm}}{2 \cdot 0,456} = 0,251 \text{ nm}$$

Vzdálenost difraktujících rovin je 0,251 nm.

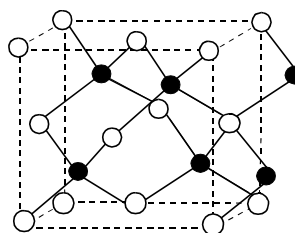
C

- Teplota varu je teplota, při které se tlak nasycených par kapaliny rovná
 - normálnímu tlaku
 - atmosferickému tlaku
 - tlaku nad kapalinou
 - kritickému tlaku
- Chlorid uhličitý má při teplotě 50 °C větší tenzi nasycených par než voda, protože
 - mezi molekulami vody existují vodíkové můstky
 - CCl₄ má větší molekulovou hmotnost než voda
 - CCl₄ je organická sloučenina
 - voda má větší viskozitu
- Nakreslete základní buňku NaCl a zjistěte koordinační čísla Na⁺ a Cl⁻. Jaká struktura by vznikla, kdyby ze struktury NaCl byly vyjmuty všechny kationty Na⁺?
- Základní buňka kosočtverečné modifikace síry obsahuje 128 atomů, její rozměry jsou $a = 1,047 \text{ nm}$, $b = 1,287 \text{ nm}$, $c = 2,449 \text{ nm}$ a hustota 2,065 g cm⁻³. Vypočítejte z těchto hodnot Avogadrovu konstantu.
- Zjistěte koordinační čísla kationtu (●) a aniontu (○) v látkách, jejichž krystalové struktury jsou na následujících obrázcích

a)



b)



6. Wolfram, jehož hustota při 25 °C je $19,3 \text{ g cm}^{-3}$, krystaluje v kubické prostorově centrované mřížce. Zjistěte
- a) počet atomů wolframu v základní buňce
 - b) koordinační číslo wolframu
 - c) molární objem wolframu
 - d) objem základní buňky wolframu
 - e) poloměr atomu wolframu za předpokladu, že se atomy na uhlopříčce krychlové základní buňky dotýkají
7. CsCl krystaluje v kubické struktuře s mřížkovým parametrem $a = 0,4123 \text{ nm}$ a má hustotu $3,99 \text{ g cm}^{-3}$. Zjistěte
- a) typ Bravaisovy mřížky CsCl
 - b) koordinační čísla Cs^+ a Cl^-
 - c) typ struktury vzniklé vyjmutím všech kationtů Cs^+
 - d) typ struktury vzniklé nahrazením Cs^+ i Cl^- stejnou částicí
8. Titan krystaluje při teplotě nižší než 885 °C v hexagonální soustavě, nad touto teplotou přechází v kubickou modifikaci. Délka hrany základní prostorově centrované buňky kubické modifikace je 0,32 nm. Vypočítejte její hustotu.
9. Markasit (FeS_2) krystaluje v orthorombické soustavě. Rozměry jeho základní buňky jsou $a = 0,4436 \text{ nm}$, $b = 0,5414 \text{ nm}$, $c = 0,3381 \text{ nm}$, hustota je $4,87 \text{ g cm}^{-3}$. Určete počet atomů Fe a S v jeho základní buňce.
10. Argon krystaluje po ochlazení na teplotu -189 °C v plošně centrované kubické mřížce. Hustota krystalického argonu je $1,7 \text{ g cm}^{-3}$, délka hrany jeho základní buňky 0,54 nm. Vypočítejte Avogadrovu konstantu.
11. Na vzájemně rovnoběžné roviny krystalu, vzdálené od sebe 0,2 nm, dopadá svazek monochromatického rentgenova záření o vlnové délce 0,14 nm pod úhlem
- a) $17,3^\circ$
 - b) $20,5^\circ$
 - c) $44,5^\circ$
 - d) $55,3^\circ$
- Při kterém z těchto úhlu dopadu dojde k difrakci rentgenova záření?
12. Vypočítejte vzdálenost rovin v krystalu, na kterých dojde k difrakci záření $K_\alpha(\text{Mo})$ ($\lambda = 0,071 \text{ nm}$), dopadá-li na tyto roviny pod úhlem $26,42^\circ$.
13. K difrakci záření $K_\alpha(\text{Fe})$ ($\lambda = 0,1936 \text{ nm}$) na krystalu α -křemene dochází, dopadá-li toto záření na osnovu krystalografických rovin pod úhlem $44,75^\circ$. Vypočítejte vzdálenost rovin v krystalu α -křemene difraktujících záření $K_{\alpha 1}(\text{Fe})$ a vlnovou délku záření $K_{\alpha 2}(\text{Fe})$, je-li Braggův úhel pro difrakci tohoto záření na stejném systému rovin α -křemene $44,86^\circ$.

4.3. Skupenské změny a Gibbsův zákon fází

A

1. Formulujte Le Chatelierův princip (princip akce a reakce).
2. Jak se nazývají jednotlivé skupenské změny látek? Při kterých chemických operacích se využívá skupenských změn pro izolaci čistých složek ze směsí?
3. Nakreslete průběh závislosti tlaku nasycené vodní páry na teplotě. Na grafu vyznačte teplotu varu vody za normálního tlaku. Jak lze na základě této závislosti určovat teplotu varu vody při různých tlacích?
4. Schematicky nakreslete závislost tlaku nasycené páry diethyletheru a ethylalkoholu na teplotě, víte-li, že:
 - a) tlak nasycené páry $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ je při teplotě $0\text{ }^\circ\text{C}$ vyšší než tlak nasycené páry $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ při téže teplotě,
 - b) teplota varu ethylalkoholu je vyšší než teplota varu diethyletheru.
5. Zinková a skleněná tyč byly zahřáty na teplotu tání zinku ($420\text{ }^\circ\text{C}$). Ze zinkové tyče začal odkapávat roztavený zinek, skleněná tyčinka změkla, ale sklo netálo. Vysvětlete rozdíl v chování obou látek.
6. Určité množství ledu o teplotě $-10\text{ }^\circ\text{C}$ bylo v uzavřené nádobě rovnoměrně zahříváno tak dlouho, až teplota vodní páry dosáhla $110\text{ }^\circ\text{C}$. Schematicky nakreslete závislost teploty H_2O na délce zahřívání a udejte, co představují jednotlivé části křivky.
7. Nakreslete fázový diagram vody, pojmenujte jednotlivé křivky, vyznačte oblasti existence jednotlivých fází, kritický a trojný bod. Proč souřadnice trojného bodu vody nejsou $0\text{ }^\circ\text{C}$ a $101,325\text{ kPa}$? Z diagramu zjistěte, jak závisí teplota tání ledu na tlaku. V oblasti existence plynné fáze zvolte libovolný bod a popište, jakými způsoby je možné uskutečnit přechod z plynné fáze charakterizované souřadnicemi zvoleného bodu do oblasti existence tuhé, resp. kapalně fáze.
8. Tuhý oxid uhličitý (suchý led) se běžně používá k chlazení. Rozhodněte, zda oxid uhličitý může být za normálního tlaku kapalný. Trojný bod ve fázovém diagramu oxidu uhličitého leží při $-57\text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku 527 kPa .
9. Určitá látka má teplotu tání $46\text{ }^\circ\text{C}$, teplotu varu $156\text{ }^\circ\text{C}$, kritickou teplotu $457\text{ }^\circ\text{C}$ a kritický tlak 29 MPa . Její trojný bod leží při teplotě $48\text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku $2,4\text{ kPa}$. Nakreslete fázový diagram této látky, zjistěte, jak se mění její objem při přechodu z kapalně do tuhé fáze, jaký vliv na její teplotu tání bude mít zvýšení tlaku a odhadněte, zda v ní existují slabé nebo silné intermolekulární interakce.
10. Mezimolekulární přitažlivé síly jsou větší v kapalném methanu než v kapalném argonu. Která z obou látek má vyšší hodnotu kritické teploty?
11. Kapalný kyslík je uchováván v nádobách, které nejsou neprodyšně uzavřeny, kdežto kapalný oxid uhličitý je expedován v uzavřených tlakových lahvích. Z jakého důvodu jsou tyto dvě kapaliny uchovávány různým způsobem? Kritická teplota O_2 je 155 K a CO_2 305 K .
12. Proč změna vnějšího tlaku má větší vliv na změnu teploty varu než na změnu teploty tání látek?
13. Rozhodněte, zda je nebo není možné, aby látka existovala:
 - a) v kapalném stavu za teploty vyšší, než je její kritická teplota,
 - b) v kapalném stavu pod teplotou svého trojného bodu,
 - c) v tuhém stavu nad teplotou svého trojného bodu.

14. Určité množství plynné látky je uzavřeno ve válcové nádobě. Popište, k jakým skupenským přeměnám dochází, stlačujeme-li plyn v nádobě a je-li teplota plynu nižší, resp. vyšší, než jeho kritická teplota. Schematicky nakreslete závislost tlaku plynu na jeho objemu pro oba případy.
15. Definujte fázi, složku, nezávislou složku a stupeň volnosti soustavy. Formulujte Gibbsův fázový zákon.
16. Nakreslete fázový diagram síry. Jak se nazývají jednotlivé křivky tohoto diagramu a jaké oblasti vymezují? Pomocí Gibbsova zákona vypočítejte, kolik stupňů volnosti má soustava, ve které je v rovnováze kapalná síra se svou parou.

B

1. Kolik složek a stupňů volnosti má soustava $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} (\text{s}) - \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) - \text{nasycený roztok } \text{Na}_2\text{SO}_4$?

Řešení:

V soustavě jsou tři fáze (dvě tuhé látky a kapalný vodný roztok) a dvě složky (síran sodný a voda). Podle fázového zákona je počet stupňů volnosti $\nu = s - f + 2 = 2 - 3 + 2 = 1$.

Soustava je univariantní.

2. Určete počet fází, nezávislých složek a stupňů volnosti v rovnovážné soustavě tvořené chloridem amonným a produkty jeho termického rozkladu.

Řešení:

Termickou disociaci NH_4Cl popisuje rovnice $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HCl}$. V soustavě jsou tedy dvě fáze (tuhá a plynná) a tři složky (NH_4Cl , NH_3 a HCl). Mezi těmito složkami však existuje stechiometrická závislost vyjádřená rovnicí a dále závislost mezi parciálními tlaky NH_3 a HCl (tyto tlaky jsou si rovny). Počet nezávislých složek je tedy v této soustavě roven jedné (tři složky minus dvě závislosti) a počet stupňů volnosti $\nu = s - f + 2 = 1 - 2 + 2 = 1$.

Soustava je univariantní (např. volbou teploty jsou určeny parciální tlaky plynů a naopak).

C

1. Jaký objem zaujímá jeden mol vody za následujících podmínek
- | | |
|---|---|
| a) led, $0\text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 0,9168\text{ g cm}^{-3}$ | c) kapalná voda, $100\text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 0,9584\text{ g cm}^{-3}$ |
| b) kapalná voda, $0\text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 0,9999\text{ g cm}^{-3}$ | d) vodní pára, $100\text{ }^\circ\text{C}$, $p = 101,325\text{ kPa}$ |
2. Při teplotě $-3\text{ }^\circ\text{C}$ se ustavila rovnováha $\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} (\text{g})$, při níž byl tlak vodní páry nad ledem $0,476\text{ kPa}$ a hustota ledu $0,917\text{ g cm}^{-3}$. Jaký důsledek na ustavenou rovnováhu bude mít snížení tlaku v soustavě pod hodnotu $0,476\text{ kPa}$ při nezměněné teplotě?
3. Jaký důsledek na rovnováhu $\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ ustavenou při teplotě $0\text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku $101,325\text{ kPa}$ (za těchto podmínek je hustota ledu menší než hustota kapalné vody), bude mít zvýšení tlaku v soustavě nad hodnotu $101,325\text{ kPa}$ při nezměněné teplotě?
4. Při teplotě tání ($5,5\text{ }^\circ\text{C}$) je hustota pevného benzenu $1,014\text{ g cm}^{-3}$ a hustota kapalného benzenu $0,895\text{ g cm}^{-3}$. Bylo by možné bruslit na tuhém benzenu?
5. Určete maximální počet stupňů volnosti dvousložkové soustavy.

6. Která z následujících soustav je univariantní?

a) vodný roztok NaCl

c) $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) - \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

b) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$

d) tavenina zlata

7. Která z následujících soustav je bivariantní?

a) tavenina olova

c) nasycený roztok nad $\text{NaCl}(\text{s})$

b) vodný roztok CH_3COOH

d) $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) - \text{NH}_3(\text{g}) - \text{HCl}(\text{g})$

8. Kolik stupňů volnosti má soustava, v níž je voda v rovnováze s ledem a vodní parou?

9. Jaký musí být tlak, aby se při teplotě $100\text{ }^\circ\text{C}$ nacházela v rovnováze kapalná voda a vodní pára? Která fáze zůstane v soustavě, jestliže se sníží tlak v soustavě při nezměněné teplotě?

10. Určete počet nezávislých složek v rovnovážné soustavě $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$.

11. Určete počet fází, nezávislých složek a stupňů volnosti v rovnovážné soustavě, která je tvořena uhličitánem vápenatým a produkty jeho termického rozkladu.

D

Posuďte, které z následujících výroků jsou správné a které nesprávné. Odpovědi zdůvodněte.

1. Při nízkém tlaku je rychlost pohybu molekul plynu menší než při vysokém tlaku.
2. Divodík má při dané teplotě a tlaku nejvyšší střední kinetickou energii ze všech plynů.
3. Střední kinetická energie molekul jednoho molu ideálního plynu je $\frac{3}{2}RT$.
4. Součin tlaku a objemu určitého množství ideálního plynu je přímo úměrný jeho teplotě.
5. Objem jakéhokoliv množství ideálního plynu při teplotě 0 K je nulový.
6. Normální molární objem H_2 , O_2 a He je stejný.
7. V jednom molu plynu je při $100\text{ }^\circ\text{C}$ stejný počet molekul, jako při $0\text{ }^\circ\text{C}$.
8. Stejná hmotnostní množství různých plynů obsahují za normálních podmínek stejný počet molekul.
9. Výraz pV/T pro určité množství ideálního plynu nezávisí na tlaku.
10. Stavová rovnice platí přesně pouze pro 1 mol reálného plynu.
11. Relativní molekulovou hmotnost plynu můžeme spočítat z jeho hustoty změřené při určité teplotě a tlaku.
12. Při teplotě $100\text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku 100 kPa má oxid dusný větší hustotu než oxid dusitý.
13. Při konstantním objemu je celkový tlak určitého množství směsi plynů přímo závislý na teplotě směsi.
14. Při kritické teplotě dosahuje střední kinetická energie molekul (atomů) plynu maximální hodnoty.
15. Látky, které mají vysokou hodnotu kritického tlaku, mají zpravidla nízkou hodnotu kritické teploty.
16. Rychlost difuze plynu je nepřímo úměrná druhé odmocnině z jeho hustoty.
17. Chování reálného plynu se nejvíce podobá chování ideálního plynu při vysokém tlaku a nízké teplotě.
18. Konstanta a ve van der Waalsově rovnici charakterizuje vlastní objem molekul (atomů) reálného plynu.
19. Ke vzájemným srážkám mezi molekulami dochází častěji v plynech než v kapalinách.
20. Kapaliny jsou zcela nestlačitelné.
21. Voda ponechaná v otevřené nádobě na vzduchu při teplotě $20\text{ }^\circ\text{C}$ se po určité době odpaří.

22. Při 100 °C a tlaku 101,325 kPa je molární objem H_2O (l) menší než molární objem H_2O (g).
23. Molární objem vody je při 80 °C a 90 °C stejný.
24. Za normálního vnějšího tlaku je tlak nasycených par chloroformu CHCl_3 při teplotě jeho varu (61,2 °C) větší než tlak nasycených par H_2O při 100 °C.
25. V kapalině při teplotě varu mají všechny molekuly stejnou kinetickou energii.
26. Teplota varu vody je vždy 100 °C.
27. Tlak nasycených par libovolné kapaliny se při kritické teplotě rovná kritickému tlaku.
28. Látky, které vytvářejí molekulové krystaly, mají nízké teploty tání a varu. Látky, jejichž struktura je atomová, jsou tvrdé, nerozpustné ve vodě a mají vysoké teploty tání a varu.
29. V molekulových krystalech jsou atomy v molekulách vázány van der Waalsovými silami.
30. Iontové krystaly jsou dobrými vodiči elektrického proudu.
31. Dobrá tepelná vodivost kovů je způsobena vysokou pohyblivostí jejich kationtů v krystalové mřížce.
32. Jsou-li v krystalové struktuře kovu středy atomů každé třetí (čtvrté) vrstvy jsou nad středy atomů vrstvy první, vzniká nejtěsněji uspořádaná šesterečná (plošně centrovaná krychlová) struktura.
33. Ochlazujeme-li čistou kapalnou látku, dojde při určité teplotě k tuhnutí kapaliny a teplota směsi kapaliny s tuhou látkou zůstává při nepřerušovaném chlazení po určitou dobu konstantní.
34. Křivky ve fázovém diagramu udávají podmínky, za nichž jsou dvě fáze v rovnováze.
35. H_2O (s), H_2O (l) a H_2O (g) jsou v rovnováze pouze v trojném bodě (0,01 °C, 101,325 kPa) fázového diagramu vody.
36. Nachází-li se soustava tuhá látka - kapalina v rovnováze, způsobí dodání tepla této soustavě úbytek množství tuhé látky.
37. Zvýšení vnějšího tlaku má u většiny tuhých látek za následek snížení teploty tání.
38. Gibbsův zákon fází udává, jak je možné měnit teplotu, tlak nebo koncentraci ve vícesložkovém systému, aniž se poruší jeho fázové složení.
39. V univariantní soustavě H_2O (l) - H_2O (g) můžeme neomezeně měnit teplotu, aniž by jedna z fází zanikla.

5. Roztoky

5.1. Koncentrace roztoků

A

- Definujte a vysvětlete následující pojmy: roztok, rozpouštědlo, koncentrace roztoku, rozpustnost látky, křivky rozpustnosti, nasycený, nenasyčený a přesycený roztok, směšovací rovnice, křížové pravidlo.
- Uveďte nejběžnější způsoby vyjadřování koncentrace roztoků.
- Kvalitativně odhadněte rozpustnost:
 - diethyletheru ve vodě, v ethylalkoholu a v benzenu,
 - chlorovodíku ve vodě a v benzinu,
 - ledu v kapalném fluorovodíku a v benzinu (při teplotě 0 °C),
 - síranu sodného ve vodě, v diethyletheru a v chloridu uhličitém,
 - jodoformu ve vodě a v chloridu uhličitém,
 - pentanu ve vodě a v oktanu.
- Navrhněte jednoduchý pokus, pomocí něhož můžete zjistit, zda rozpustnost látky vzrůstá či klesá se zvyšující se teplotou rozpouštědla.
- O roztoku látky A není známo, zda je nasycený, nenasyčený nebo přesycený. Navrhněte jednoduché zkoušky, pomocí nichž zjistíte, která z uvedených možností přichází v úvahu.

Poznámka: Zápis, jako např. “2,5 M roztok” (čti dva a půl molární roztok), se v praxi často používá jako méně správná alternativa k “roztok o koncentraci 2,5 mol.dm⁻³”.

B

- Vypočítejte, kolik gramů NaNO₃ a kolik cm³ H₂O je třeba na přípravu 2,5 kg a 2,5 dm³ 10% roztoku NaNO₃ o hustotě 1,0674 g cm⁻³.

Řešení:

Součet hmotností vody a rozpuštěné látky (NaNO₃) je 2,5 kg; hmotnost NaNO₃ je 10 % z 2,5 kg, hmotnost vody 90 % z 2,5 kg

$$\begin{array}{rcl} 2,5 \text{ kg} & \dots\dots\dots & 100 \% \\ x \text{ kg} & \dots\dots\dots & 10 \% \\ \hline x & = & 250 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 2,5 \text{ kg} & \dots\dots\dots & 100 \% \\ y \text{ kg} & \dots\dots\dots & 90 \% \\ \hline y & = & 2250 \text{ g (cm}^3\text{)} \end{array}$$

Na přípravu 2,5 kg 10% roztoku je třeba 250 g NaNO₃ a 2250 cm³ vody.

Hmotnost 2,5 dm³ 10% roztoku NaNO₃ vypočítáme ze vztahu $m = V\rho = 2500 \text{ cm}^3 \cdot 1,0674 \text{ g cm}^{-3} = 2668,5 \text{ g}$

$$\begin{array}{rcl} 2668,5 \text{ g} & \dots\dots\dots & 100 \% \\ x \text{ g} & \dots\dots\dots & 10 \% \\ \hline x & = & 266,9 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 2668,5 \text{ g} & \dots\dots\dots & 100 \% \\ y \text{ g} & \dots\dots\dots & 90 \% \\ \hline y & = & 2401,6 \text{ g (cm}^3\text{)} \end{array}$$

Množství jedné složky v roztoku můžeme samozřejmě vypočítat také z rozdílu hmotnosti celého roztoku

a hmotnosti druhé složky. Například hmotnost vody, která je potřebná na přípravu $2,5 \text{ dm}^3$ 10% roztoku NaNO_3 , je $2668,5 \text{ g} - 266,9 \text{ g} = 2401,6 \text{ g}$.

Na přípravu $2,5 \text{ dm}^3$ 10% roztoku NaNO_3 je třeba použít $266,9 \text{ g NaNO}_3$ a $2401,6 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$.

2. 200 cm^3 vodného roztoku obsahuje 120 cm^3 ethylalkoholu. Vypočítejte jeho koncentraci v obj. %.

Řešení:

$$\begin{array}{rcl} 200 \text{ cm}^3 & \dots\dots & 100 \text{ obj. \%} \\ 120 \text{ cm}^3 & \dots\dots & x \text{ obj. \%} \\ \hline & & x = 60 \text{ obj. \%} \end{array}$$

Roztok obsahuje 60 obj. % ethylalkoholu.

3. Kolik gramů modré skalice $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($M_r^{\text{stř.}}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,68$) lze získat z $1,5 \text{ kg}$ 15% roztoku CuSO_4 ($M_r^{\text{stř.}}(\text{CuSO}_4) = 159,60$) po odpaření vody?

Řešení:

$1,5 \text{ kg}$ 15% roztoku CuSO_4 obsahuje $1,5 \text{ kg} \cdot 0,15 = 0,225 \text{ kg CuSO}_4$

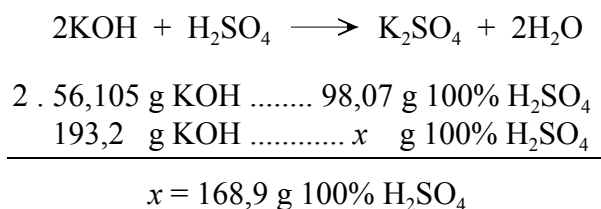
$$\begin{array}{rcl} 159,6 \text{ g CuSO}_4 & \dots\dots & 249,68 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \\ 225,0 \text{ g CuSO}_4 & \dots\dots & x \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \\ \hline & & x = 351,99 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \end{array}$$

Z $1,5 \text{ kg}$ 15% roztoku síranu měďnatého lze po úplném odpaření vody získat $352 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

4. Kolik dm^3 30% roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,2185 \text{ g cm}^{-3}$, $M_r^{\text{stř.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07$) je třeba k neutralizaci $0,5 \text{ dm}^3$ 30% roztoku KOH ($\rho = 1,2879 \text{ g cm}^{-3}$, $M_r^{\text{stř.}}(\text{KOH}) = 56,105$) za předpokladu, že vzniká K_2SO_4 ?

Řešení:

Hmotnost $0,5 \text{ dm}^3$ 30% KOH vypočítáme ze vztahu $m = V\rho = 500 \text{ cm}^3 \cdot 1,2879 \text{ g cm}^{-3} = 643,95 \text{ g}$. Obsah KOH v 500 cm^3 30% roztoku KOH je $643,95 \text{ g} \cdot 0,30 = 193,2 \text{ g}$. Neutralizaci popisuje rovnice



Hmotnost 1 cm^3 30% roztoku H_2SO_4 je $1,2185 \text{ g}$ a obsah H_2SO_4 v 1 cm^3 tohoto roztoku je $1,2185 \text{ g} \cdot 0,30 = 0,3656 \text{ g}$. Obsah H_2SO_4 a KOH v 1 cm^3 roztoku o příslušné procentové koncentraci můžeme zjistit z tabulek.

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ cm}^3 \text{ 30\% roztoku H}_2\text{SO}_4 & \text{obsahuje} & 0,3656 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \\ x \text{ cm}^3 \text{ 30\% roztoku H}_2\text{SO}_4 & \text{obsahuje} & 168,9 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \\ \hline & & x = 462,0 \text{ cm}^3 \end{array}$$

K neutralizaci $0,5 \text{ dm}^3$ 30% roztoku KOH je třeba $0,462 \text{ dm}^3$ 30% H_2SO_4 .

5. Kolik cm^3 vody musíme přidat ke 150 cm^3 26% roztoku kyseliny chlorovodíkové o hustotě $1,129 \text{ g cm}^{-3}$, abychom připravili 10% roztok?

Řešení:

Vypočítáme hmotnost 150 cm^3 26% roztoku HCl: $m = V\rho = 150 \text{ cm}^3 \cdot 1,129 \text{ g cm}^{-3} = 169,35 \text{ g}$. Toto množství 26% roztoku HCl obsahuje $169,35 \text{ g} \cdot 0,26 = 44,031 \text{ g}$ HCl. Stejně množství HCl bude obsahovat i připravený 10% roztok

$$\begin{array}{rcl} 44,031 \text{ g} & \dots\dots\dots & 10 \% \\ x \text{ g} & \dots\dots\dots & 100 \% \\ \hline x & = & 440,31 \text{ g} \end{array}$$

K původním 150 cm^3 ($169,35 \text{ g}$) 26% roztoku HCl je nutno přidat $440,31 \text{ g} - 169,35 \text{ g} = 270,96 \text{ g}$ (cm^3) vody, aby vznikl 10% roztok HCl.

Příklad můžeme vyřešit také pomocí směšovacího pravidla

$$m_1c_1 + m_2c_2 + \dots\dots + m_nc_n = (m_1 + m_2 + \dots\dots + m_n)c$$

kde m_i je hmotnost roztoku o procentové koncentraci c_i a c je procentová koncentrace výsledného roztoku.

Dosazením dostaneme

$$\begin{array}{ccccccc} m_1 \cdot 0 + 150 \text{ cm}^3 \cdot 1,129 \text{ g cm}^{-3} \cdot 26 & = & (m_1 + 150 \text{ cm}^3 \cdot 1,129 \text{ g cm}^{-3}) \cdot 10 & m_1 = 270,96 \text{ g H}_2\text{O} \\ (\text{H}_2\text{O}) & (26\% \text{ roztok HCl}) & (\text{výsledný roztok}) & \end{array}$$

6. Vypočítejte procentovou koncentraci roztoku, který vznikne smícháním 1 dm^3 14% roztoku NaCl o hustotě $1,10 \text{ g cm}^{-3}$ s 2 kg 5% roztoku NaCl a s 1 kg vody.

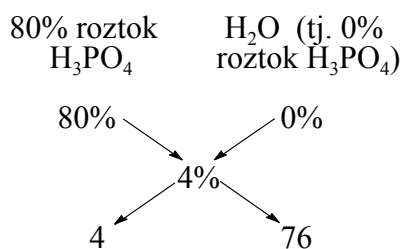
Řešení:

Koncentraci výsledného roztoku vypočítáme ze směšovací rovnice

$$1 \text{ dm}^3 \cdot 1,10 \text{ kg dm}^{-3} \cdot 14 + 2 \text{ kg} \cdot 5 + 1 \text{ kg} \cdot 0 = (1,1 + 2,0 + 1,0) \cdot c \quad c = 6,195 \%$$

Koncentrace vzniklého roztoku je 6,2 %.

7. Pomocí křížového pravidla vypočítejte, kolik cm^3 80% kyseliny fosforečné o hustotě $1,633 \text{ g cm}^{-3}$ a kolik cm^3 vody je nutné smíchat, aby vzniklo 500 cm^3 4% roztoku H_3PO_4 s hustotou $1,020 \text{ g cm}^{-3}$.

Řešení:

Smícháním 80% roztoku H_3PO_4 a H_2O v hmotnostním poměru 4 : 76 připravíme 4% roztok H_3PO_4 . Např. smícháním 4 g 80% roztoku H_3PO_4 se 76 g (cm^3) H_2O získáme 80 g 4% roztoku H_3PO_4 .

500 cm^3 4% roztoku H_3PO_4 , které máme připravit, má hmotnost $500 \text{ cm}^3 \cdot 1,020 \text{ g cm}^{-3} = 510 \text{ g}$

$$\begin{array}{rcl} \text{na } 80 \text{ g 4\% roztoku } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ potřebujeme } 4,0 \text{ g 80\% roztoku } \text{H}_3\text{PO}_4 & & \\ \text{na } 510 \text{ g} & \text{-----} & \text{"-----} & x \text{ g} & \text{-----} & \text{"-----} \\ \hline x & = & 25,5 \text{ g 80\% roztoku } \text{H}_3\text{PO}_4 \end{array}$$

$$\frac{25,5 \text{ g}}{1,633 \text{ g cm}^{-3}} = 15,62 \text{ cm}^3 \text{ 80\% roztoku } \text{H}_3\text{PO}_4$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{na } 80 \text{ g } 4\% \text{ roztoku } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ potřebujeme } & \dots\dots & 76 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} \\
 \text{na } 510 \text{ g } & \text{-----} & \text{" } \text{-----} \dots\dots\dots y \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} \\
 \hline
 & & y = 484,5 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}
 \end{array}$$

K přípravě 500 cm³ 4% roztoku H₃PO₄ použijeme 15,62 cm³ 80% H₃PO₄ a 484,5 cm³ H₂O.

8. 180 cm³ roztoku obsahuje 11,476 g KOH ($M_r^{\text{stř.}}(\text{KOH}) = 56,105$). Vypočítejte jeho molaritu.

Řešení:

Molarita (M) roztoku je rovna počtu molů rozpuštěné látky v 1 dm³ roztoku

$$\begin{array}{rcl}
 180 \text{ cm}^3 \text{ roztoku obsahuje } & 11,476 \text{ g KOH} & \\
 1000 \text{ cm}^3 & \text{-----} & \text{" } \text{-----} \quad x \quad \text{g KOH} \\
 \hline
 & & x = 63,756 \text{ g KOH} \\
 \\
 1 \text{ M roztok KOH obsahuje } & 56,105 \text{ g KOH v } 1 \text{ dm}^3 & \\
 y \text{ M} & \text{-----} & \text{" } \text{-----} \quad 63,756 \text{ g KOH v } 1 \text{ dm}^3 \\
 \hline
 & & y = 1,1364 \text{ M}
 \end{array}$$

Koncentrace roztoku je 1,1364 mol dm⁻³.

9. Vypočítejte procentovou koncentraci 13,57 M HF ($M_r^{\text{stř.}}(\text{HF}) = 20,006$), jehož hustota je 1,086 g cm⁻³.

Řešení:

Hmotnost 1 dm³ 13,57 M roztoku HF je $m = V\rho = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 1,086 \text{ g cm}^{-3} = 1086 \text{ g}$. V 1086 g tohoto roztoku je obsaženo 13,57 molů HF, tj. 13,57 mol $\cdot 20,006 \text{ g mol}^{-1} = 271,48 \text{ g HF}$

$$\begin{array}{rcl}
 271,48 \text{ g } & \dots\dots\dots & x \% \\
 1086,0 \text{ g } & \dots\dots\dots & 100 \% \\
 \hline
 & & x = 25,0 \%
 \end{array}$$

13,57 M roztok kyseliny fluorovodíkové je 25%.

10. Kolik gramů Ba(OH)₂·8H₂O ($M_r^{\text{stř.}}(\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}) = 315,48$) je třeba na přípravu 2 dm³ 0,125 M roztoku

Ba(OH)₂ ($M_r^{\text{stř.}}(\text{Ba(OH)}_2) = 171,35$)?

Řešení:

1 dm³ 1 M roztoku Ba(OH)₂ obsahuje 171,35 g Ba(OH)₂, 2 dm³ 0,125 M roztoku Ba(OH)₂ obsahují 171,35 $\cdot 0,125 \cdot 2 = 42,8375 \text{ g Ba(OH)}_2$

$$\begin{array}{rcl}
 171,35 \text{ g mol}^{-1} \text{ Ba(OH)}_2 & \dots\dots\dots & 315,48 \text{ g mol}^{-1} \text{ Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \\
 42,8375 \text{ g Ba(OH)}_2 & \dots\dots\dots & x \text{ g Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \\
 \hline
 & & x = 78,87 \text{ g Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}
 \end{array}$$

Na přípravu 2 dm³ 0,125 M roztoku Ba(OH)₂ je třeba 78,87 g Ba(OH)₂·8H₂O.

11. Kolik cm³ 36% roztoku HCl ($M_r^{\text{stř.}}(\text{HCl}) = 36,461$, $\rho = 1,1789 \text{ g cm}^{-3}$) je třeba na přípravu 2 dm³ 1 M roztoku kyseliny chlorovodíkové?

Řešení:

2 dm³ 1 M roztoku HCl obsahují 2 $\cdot 36,461 \text{ g} = 72,922 \text{ g HCl}$

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ cm}^3 \text{ 36\% roztoku HCl obsahuje} & \dots\dots & 1,1789 \text{ g} \cdot 0,36 = 0,4244 \text{ g HCl} \\
 x \text{ cm}^3 & \text{-----} & \text{"-----} \dots\dots\dots 72,922 \text{ g HCl} \\
 \hline
 & & x = 171,82 \text{ cm}^3 \text{ 36\% roztoku HCl}
 \end{array}$$

Na přípravu 2 dm³ 1 M roztoku HCl je třeba 171,82 cm³ 36% HCl.

12. Kolik gramů AgNO₃ ($M_r^{\text{stř.}}(\text{AgNO}_3) = 169,873$) obsahuje 0,5 dm³ 0,625 M roztoku AgNO₃?

Řešení:

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ dm}^3 \text{ 1 M roztoku AgNO}_3 \text{ obsahuje} & \dots\dots\dots & 169,873 \text{ g AgNO}_3 \\
 0,5 \text{ dm}^3 \text{ 1 M} & \text{-----} & \text{"-----} \dots\dots 0,5 \cdot 169,873 \text{ g AgNO}_3 \\
 0,5 \text{ dm}^3 \text{ 0,625 M} & \text{-----} & \text{"-----} \dots\dots\dots x \text{ g AgNO}_3 \\
 \hline
 & & x = 53,085 \text{ g AgNO}_3
 \end{array}$$

0,5 dm³ 0,625 M roztoku AgNO₃ obsahuje 53,085 g AgNO₃.

13. Vypočítejte molalitu 30% roztoku H₂SO₄ ($\rho = 1,2185 \text{ g cm}^{-3}$, $M_r^{\text{stř.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07$).

Řešení:

Vypočítáme množství H₂SO₄ a H₂O v 1 dm³ 30% roztoku H₂SO₄, jehož hmotnost je 1000 cm³ · 1,2185 g cm⁻³ = 1218,5 g. 1 dm³ 30% H₂SO₄ obsahuje 1218,5 g · 0,30 = 365,55 g H₂SO₄ a 1218,5 g · 0,70 = 852,95 g H₂O. Molalita roztoku (*m*) udává počet molů rozpuštěné látky v 1 kg rozpouštědla. Pro 30% roztok H₂SO₄ platí

$$\begin{array}{rcl}
 365,55 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ je rozpuštěno v} & 852,95 \text{ g H}_2\text{O} \\
 y \text{ g H}_2\text{SO}_4 & \text{-----} & \text{"-----} 1000,00 \text{ g H}_2\text{O} \\
 \hline
 y = 428,57 \text{ g H}_2\text{SO}_4 = 4,37 \text{ mol H}_2\text{SO}_4
 \end{array}$$

30% roztok H₂SO₄ je 4,37 molální.

14. Vyjádřete v molárních zlomech koncentrace KI ($M_r^{\text{stř.}}(\text{KI}) = 166,002$) a vody ($M_r^{\text{stř.}}(\text{H}_2\text{O}) = 18,0152$) v 50% vodném roztoku KI.

Řešení:

Molární zlomek (*x*(i)) i-té složky roztoku udává poměr počtu molů této složky (*n*(i)) k celkovému počtu molů všech složek v roztoku (součet molárních zlomků všech složek roztoku se musí rovnat 1,0000). 100 g 50 % roztoku KI obsahuje 50 g KI a 50 g H₂O

$$\begin{aligned}
 n(\text{KI}) &= \frac{m(\text{KI})}{M_r^{\text{stř.}}(\text{KI})} = \frac{50,0 \text{ g}}{166,002 \text{ g mol}^{-1}} = 0,3012 \text{ mol} \\
 n(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M_r^{\text{stř.}}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{50,0 \text{ g}}{18,0152 \text{ g mol}^{-1}} = 2,7754 \text{ mol} \\
 x(\text{KI}) &= \frac{n(\text{KI})}{n(\text{KI}) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,3012 \text{ mol}}{0,3012 \text{ mol} + 2,7754 \text{ mol}} = 0,0979 \\
 x(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{KI}) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,7754 \text{ mol}}{0,3012 \text{ mol} + 2,7754 \text{ mol}} = 0,9021
 \end{aligned}$$

Koncentrace obou složek roztoku vyjádřené v molárních zlomech jsou $x(\text{KI}) = 0,0979$ a $x(\text{H}_2\text{O}) = 0,9021$.

15. Kolik gramů KMnO₄ je nutné navážít na přípravu 1 dm³ roztoku KMnO₄ pro titraci v kyselém prostředí tak, aby 1 cm³ tohoto roztoku zoxidoval veškeré Fe²⁺, které je obsaženo v 1 cm³ 1 M roztoku FeSO₄?

Řešení:

V kyselém prostředí se MnO_4^- redukuje na Mn^{2+} a Fe^{2+} se oxiduje na Fe^{3+} . 1 mol KMnO_4 zoxiduje 5 molů FeSO_4

| | | | | |
|-------------------|-------|---|-------------------|-----------------------------|
| 1 dm ³ | 1 M | roztoku KMnO_4 je ekvivalentní | 5 dm ³ | 1 M roztoku FeSO_4 |
| 1 dm ³ | 0,2 M | ----- " ----- | 1 dm ³ | 1 M roztoku FeSO_4 |
| 1 cm ³ | 0,2 M | ----- " ----- | 1 cm ³ | 1 M roztoku FeSO_4 |

Na titraci je nutno použít 0,2 M roztok KMnO_4 . Na přípravu 1 dm³ takového roztoku KMnO_4 je třeba 0,2 molu KMnO_4 tj. $158,034 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,2 \text{ mol} = 31,6067 \text{ g KMnO}_4$.

16. Na vysrážení Ag^+ ve formě AgCl z 15 cm³ roztoku AgNO_3 bylo spotřebováno 24,0 cm³ 1 M roztoku NaCl . Vypočítejte molaritu roztoku AgNO_3 a jeho množství, které je třeba na přípravu 200 cm³ 0,25 M roztoku.

Řešení:

AgNO_3 reaguje s NaCl v molárním poměru 1 : 1

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 dm ³ | 1 M roztoku NaCl zreaguje s | 1 dm ³ | 1 M roztoku AgNO ₃ |
| 15 cm ³ | 1 M ----- " ----- s | 15 cm ³ | 1 M roztoku AgNO ₃ |
| 24 cm ³ | 1 M ----- " ----- s | 15 cm ³ | x M roztoku AgNO ₃ |

$$x = 1,6 \text{ M}$$

Platí rovněž vztah $V_1 M_1 \nu_1 = V_2 M_2 \nu_2$, kde V je objem roztoku o molaritě M , ν je číslo, které udává počet atomů H (počet iontů H_3O^+ , OH^- nebo počet elektronů) s nimiž reaguje (nebo ho nahrazuje) při určité reakci jeden atom (ion, molekula) uvažované látky. Molaritu roztoku AgNO_3 můžeme vypočítat i s jeho využitím

$$M_1 = \frac{V_2 M_2 \nu_2}{V_1 \nu_1} = \frac{24,0 \text{ cm}^3 \cdot 1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1}{15,0 \text{ cm}^3 \cdot 1} = 1,6 \text{ mol dm}^{-3}$$

Využitím téhož vztahu vypočítáme i objem roztoku AgNO_3 , který je potřebný na přípravu 200 cm³ 0,25 M roztoku AgNO_3

$$V_1 = \frac{V_2 M_2 \nu_2}{M_1 \nu_1} = \frac{200 \text{ cm}^3 \cdot 0,25 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1}{1,6 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 1} = 31,25 \text{ cm}^3$$

Na přípravu 200 cm³ 0,25 M AgNO_3 je třeba 31,25 cm³ 1,6 M roztoku AgNO_3 .

17. 19,7658 g roztoku HBr ($M_r^{\text{stř.}}(\text{HBr}) = 80,912$) bylo zředěno v odměrné baňce na objem 100 cm³. Na neutralizaci 20,00 cm³ tohoto roztoku bylo spotřebováno 15,50 cm³ 1 M roztoku NaOH . Vypočítejte procentuální koncentraci HBr v původním roztoku.

Řešení:

| | | | | |
|-----------------------|-----|-------------------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 cm ³ | 1 M | roztoku NaOH zneutralizuje | 1 cm ³ | 1 M HBr |
| 1 cm ³ | 1 M | ----- " ----- | | 0,08091 g HBr |
| 15,50 cm ³ | 1 M | ----- " ----- | | x g HBr |

$$x = 1,2541 \text{ g HBr}$$

Ve 20,00 cm³ připraveného roztoku HBr (na titraci bylo ze 100 cm³ roztoku v odměrné baňce použito jen 20,00 cm³) je obsaženo 1,2541 g HBr . Ve 100 cm³ roztoku je obsaženo $1,2541 \text{ g} \cdot 5 = 6,2705 \text{ g HBr}$. Stejně množství HBr je obsaženo v 19,7658 g analyzovaného roztoku HBr .

Procentuální koncentrace HBr v analyzovaném roztoku je $\frac{6,2705 \text{ g}}{19,7658 \text{ g}} \cdot 100 = 31,72 \%$.

18. Kolik gramů KCl a kolik gramů vody obsahuje 400 g roztoku KCl nasyceného při teplotě 0 °C?

Řešení:

V tabulkách si vyhledáme rozpustnost KCl ve vodě při 0 °C - ve 100 g H₂O se při teplotě 0 °C rozpustí 27,6 g KCl.

$$\begin{array}{rcl} 127,6 \text{ g při } 0 \text{ °C nasyceného roztoku KCl obsahuje} & 27,6 \text{ g KCl} \\ 400 \text{ g} & \text{-----} & x \text{ g KCl} \\ \hline & x = 86,52 \text{ g KCl} \end{array}$$

Obsah vody ve 400 g roztoku je $400 \text{ g} - 86,52 \text{ g} = 313,48 \text{ g}$.

400 g roztoku KCl nasyceného při 0 °C obsahuje 86,5 g KCl a 313,5 g H₂O.

C

1. Jaká je procentová koncentrace roztoku, který vznikl rozpuštěním 525 g soli ve 2,5 kg rozpouštědla?
2. Kolik gramů cukru je nutno rozpustit ve 4,5 dm³ vody, abychom získali 15% roztok?
3. Vypočítejte, v kolika gramech 6% roztoku NaCl ($\rho = 1,0413 \text{ g cm}^{-3}$) je obsaženo 12,0 g NaCl a kolik cm³ tohoto roztoku obsahuje 12,0 g NaCl.
4. Roztok vznikl rozpuštěním 25,0 g fenolu ve 100 cm³ methanolu ($\rho = 0,7917 \text{ g cm}^{-3}$). Vypočítejte jeho koncentraci v hmotnostních procentech.
5. Ve 100 g vody se při 20 °C rozpustí 62,1 g FeSO₄·7H₂O. Vypočítejte procentuální koncentraci FeSO₄.
6. Kolik gramů Na₂CO₃·10H₂O a kolik cm³ H₂O použijeme k přípravě 0,5 dm³ 12% roztoku uhličitanu sodného o hustotě 1,1244 g cm⁻³?
7. Kolik gramů H₂SO₄ obsahuje 1 cm³ 44% H₂SO₄ ($\rho = 1,3384 \text{ g cm}^{-3}$)?
8. 180 g 23,5% roztoku NaBr bylo odpařením vody zahuštěno na 40% roztok. Vypočítejte hmotnost zahuštěného roztoku a objem vody, který byl z původního roztoku odpařen.
9. 47,4 g roztoku HClO₄ zaujímá objem 40,0 cm³. Pomocí tabulek zjistěte koncentraci tohoto roztoku v hmotnostních procentech.
10. Na jaký objem musí být zředěno 5,0 cm³ 6% roztoku K₂SO₄ o hustotě 1,0477 g cm⁻³, aby 1 cm³ vzniklého roztoku obsahoval 5,0 mg draslíku?
11. Kolik gramů NaNO₃ je třeba na přípravu 50 cm³ roztoku, který bude v 1 cm³ obsahovat 70,0 mg Na?
12. Reakcí 20,0 g K₂CO₃ s 50% roztokem H₂SO₄ byl připraven KHSO₄. Vypočítejte, kolik cm³ 96% H₂SO₄ ($\rho = 1,8355 \text{ g cm}^{-3}$) a kolik cm³ vody použijeme na přípravu potřebného množství 50% roztoku H₂SO₄.
13. V jakém objemu 50% roztoku HNO₃ ($\rho = 1,3100 \text{ g cm}^{-3}$) je obsaženo takové množství HNO₃, které zneutralizuje 100 cm³ 20% NaOH ($\rho = 1,2191 \text{ g cm}^{-3}$)?
14. 200 g 14% roztoku NaCl bylo připraveno neutralizací roztoku NaOH plynným chlorovodíkem. Vypočítejte procentovou koncentraci roztoku NaOH před neutralizací a množství HCl v dm³ (měřeno za normálních podmínek), které bylo na neutralizaci použito.
15. Hustota bezvodého CH₃OH je 0,796 g cm⁻³, hustota 68% vodného roztoku CH₃OH je 0,880 g cm⁻³. Vypočítejte koncentraci tohoto roztoku v objemových procentech.
16. Vypočítejte, kolik cm³ a kolik gramů ethanolu ($\rho = 0,7893 \text{ g cm}^{-3}$) je obsaženo v 1 dm³ jeho vodného roztoku o koncentraci 40 obj. %.

17. Jaká bude koncentrace roztoku K_2CO_3 , který vznikl smícháním 1 dm^3 10% roztoku ($\rho = 1,09 \text{ g cm}^{-3}$) s 2 kg 20% roztoku a 2 dm^3 30% roztoku ($\rho = 1,30 \text{ g cm}^{-3}$)?
18. Kolik cm^3 vody musíme přidat ke 180 cm^3 35% roztoku kyseliny mravenčí HCOOH ($\rho = 1,0847 \text{ g cm}^{-3}$), aby vznikl 20% roztok ($\rho = 1,0488 \text{ g cm}^{-3}$)? Jaký bude objem vzniklého roztoku?
19. Pomocí křížového pravidla vypočítejte, v jakém hmotnostním a v jakém objemovém poměru musíme smíchat 10% ($\rho = 0,9575 \text{ g cm}^{-3}$) a 26% ($\rho = 0,9040 \text{ g cm}^{-3}$) roztok amoniaku, aby vznikl 20% roztok.
20. Pomocí křížového pravidla vypočítejte, kolik cm^3 96% roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,8355 \text{ g cm}^{-3}$) a kolik cm^3 vody potřebujeme na přípravu 1 dm^3 20% roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,1394 \text{ g cm}^{-3}$).
21. 160 g 40% roztoku HNO_3 ($\rho = 1,0256 \text{ g cm}^{-3}$) bylo přidáním 5% roztoku HNO_3 ($\rho = 1,0256 \text{ g cm}^{-3}$) zředěno na 15% roztok HNO_3 . Vypočítejte, kolik cm^3 5% roztoku HNO_3 bylo na ředění použito.
22. Kolik gramů NaCl je nutno přidat k 1 dm^3 10% roztoku NaCl o hustotě $1,0707 \text{ g cm}^{-3}$, aby vznikl roztok 20% ($\rho = 1,1478 \text{ g cm}^{-3}$)? Jaký bude objem připraveného roztoku?
23. Kolik gramů $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ je třeba přidat k 800 g 10% roztoku BaCl_2 , aby vznikl 30% roztok BaCl_2 ?
24. Kolik cm^3 96% roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,8355 \text{ g cm}^{-3}$) je nutno přidat ke 150 g oxidu sírového, aby vzniklo 30% oleum (tj. 30% roztok SO_3 v H_2SO_4)?
25. Jaká je molarita roztoku KOH , jestliže v 1 cm^3 tohoto roztoku je obsaženo $5,61 \cdot 10^{-5} \text{ g}$ KOH ?
26. Určete molaritu roztoku obsahujícího $16,021 \text{ g}$ CH_3OH ve 200 cm^3 roztoku.
27. Kolik gramů CH_3COOH obsahuje 100 cm^3 jejího 0,25 M roztoku?
28. Kolik gramů $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ je potřebí k přípravě 1 dm^3 0,25 M a $0,5 \text{ dm}^3$ 1 M roztoku BaCl_2 .
29. V jakém objemu 0,365 M roztoku FeCl_3 je obsažen 1 g Fe ?
30. Kolik cm^3 0,125 M roztoku lze připravit ze $3,5 \text{ g}$ KOH ?
31. Kolik dm^3 plynného amoniaku (měřeno za normálních podmínek) se uvolní varem z $0,25 \text{ dm}^3$ 2 M vodného roztoku amoniaku?
32. 200 cm^3 2 M roztoku bylo zředěno vodou na objem $0,8 \text{ dm}^3$. Vypočítejte molaritu výsledného roztoku.
33. Kolik cm^3 0,125 M roztoku H_2SO_4 je možno připravit ředěním 25 cm^3 4 M roztoku H_2SO_4 vodou?
34. Za předpokladu, že objem výsledného roztoku je roven součtu objemů výchozích roztoků, vypočítejte molaritu roztoku, který vznikl smícháním 1 dm^3 1 M roztoku se 2 dm^3 2 M roztoku a 4 dm^3 0,15 M roztoku téže sloučeniny.
35. Kolik cm^3 1,5 M roztoku je nutné přidat ke 2 dm^3 0,1 M roztoku téže látky, abychom získali 0,2 M roztok? Hustoty obou roztoků jsou přibližně $1,0 \text{ g cm}^{-3}$.
36. 10 g 34,89% roztoku ZnCl_2 bylo zředěno na objem 200 cm^3 . Vypočítejte molaritu vzniklého roztoku.
37. Na jaký objem musí být zředěn roztok, který vznikl rozpuštěním $50,0 \text{ g}$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ve 100 g vody, abychom získali 0,5 M roztok CuSO_4 ?
38. Kolik cm^3 0,05 M roztoku $(\text{COOH})_2$ zneutralizuje $10,0 \text{ cm}^3$ 1% roztoku KOH ($\rho = 1,0074 \text{ g cm}^{-3}$)?
39. $10,0 \text{ g}$ NaOH bylo zneutralizováno 5,15% roztokem HCl . Vypočítejte molaritu vzniklého roztoku NaCl , je-li jeho hustota $1,055 \text{ g cm}^{-3}$.
40. Určete molaritu roztoku kyseliny sírové připraveného zředěním $12,963 \text{ g}$ 96% roztoku H_2SO_4 70 cm^3 vody (použijte tabulku hustot a koncentrací H_2SO_4).
41. Kolik cm^3 1,1 M HCl je třeba k neutralizaci 50 cm^3 roztoku, který ve 100 cm^3 obsahuje 5 g NaOH ?

42. Na neutralizaci 0,2251 g dvojsytné kyseliny bylo spotřebováno 40,0 cm³ 0,125 M roztoku KOH. Vypočítejte její střední relativní molekulovou hmotnost.
43. 25,7609 g azeotropní směsi HCl s vodou ($\rho = 1,0993 \text{ g cm}^{-3}$) bylo zředěno na objem 100 cm³. Na neutralizaci 10,0 cm³ vzniklého roztoku bylo spotřebováno 14,30 cm³ 1 M roztoku NaOH. Vypočítejte procentuální koncentraci a molaritu azeotropní směsi HCl s vodou.
44. Z 2,4275 g směsi kyseliny amidosírové a amidosíranu draselného bylo rozpuštěním ve vodě připraveno 250 cm³ roztoku. K neutralizaci 20,0 cm³ vzniklého roztoku bylo spotřebováno 19,75 cm³ 0,1 M roztoku KOH. Vypočítejte procentuální obsah kyseliny amidosírové ve směsi.
45. Kolik cm³ 0,25 M roztoku H₂SO₄ je nutno přidat k 10 cm³ 1 M roztoku BaCl₂, aby se veškeré baryum vysráželo jako BaSO₄?
46. V 0,25 dm³ roztoku je obsaženo 5,023 g HClO₄. V jakém poměru je nutné smíchat tento roztok s 10% roztokem KOH ($\rho = 1,0904 \text{ g cm}^{-3}$), aby vznikl neutrální roztok?
47. Kolik gramů AgI se vyloučí, přidáme-li k 15,0 cm³ 0,95 M roztoku AgNO₃ nadbytek roztoku KI?
48. Kolik gramů K₂Cr₂O₇ obsahuje 1 dm³ jeho roztoku, který je ekvivalentní 1 dm³ 0,5 M roztoku KI při reakci K₂Cr₂O₇ s KI v kyselém prostředí?
49. Z navážky 0,6239 g znečištěného K₂CrO₄ bylo v odměrné baňce připraveno 100 cm³ roztoku. Z tohoto roztoku bylo odpipetováno 20,0 cm³, přidána destilovaná voda, KI, zředěná HCl a roztok škrobu. Vyloučený jod byl titrován 0,1 M roztokem Na₂S₂O₃, jehož spotřeba na titraci činila 18,90 cm³. Vypočítejte procentuální obsah K₂CrO₄ v navážce.
50. Roztoku KMnO₄ se běžně používá v odměrné analýze (manganometrii) ke kvantitativnímu stanovení četných redukujících látek. Vypočítejte, jak koncentrovaný roztok KMnO₄ si připravíme pro manganometrické stanovení FeSO₄ titrací v kyselém prostředí a MnSO₄ titrací v neutrálním prostředí tak, aby spotřeba připravených roztoků KMnO₄ na titrace 10,0 cm³ přibližně 0,2 M roztoků FeSO₄, resp. MnSO₄, činila asi 20 cm³.
51. 0,1315 g monohydrátu šřavelanu vápenatého bylo titrováno v prostředí kyseliny sírové 0,02 M roztokem KMnO₄. Jeho spotřeba na titraci činila 17,90 cm³. Vypočítejte čistotu analyzované soli v procentech.
52. Doplňte koeficienty v rovnici $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{KBrO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{As}_2\text{O}_5 + \text{HBr} + \text{KCl}$ a vypočítejte, kolik gramů As₂O₃ obsahoval roztok, na jehož titraci bylo spotřebováno 15,80 cm³ 0,01 M roztoku KBrO₃.
53. Kolik gramů kyseliny HA ($M_r^{\text{stř}}(\text{HA}) = 136,2$) obsahuje 1 cm³ jejího jedenáctimolárního roztoku, jehož hustota je 1,1230 g cm⁻³?
54. Roztok obsahuje 116,16 g acetonu (CH₃C(O)CH₃), 138,21 g ethanolu (C₂H₅OH) a 126,11 g vody. Vyjádřete koncentrace jeho složek v molárních zlomcích.
55. Ve 100 g vody bylo rozpuštěno 12,1 g Na₂SO₄·10H₂O. Vyjádřete složení roztoku v molárních zlomcích.
56. Vypočítejte molaritu 12% roztoku H₃PO₄ ($\rho = 1,0647 \text{ g cm}^{-3}$).
57. Vypočítejte procentovou koncentraci 3 M roztoku dusičnanu sodného o hustotě 1,1589 g cm⁻³.
58. Kolik molů, gramů a procent HNO₃ obsahuje 250 cm³ 2,03 M roztoku HNO₃ o hustotě 1,0661 g cm⁻³?
59. Kolik cm³ 96% H₂SO₄ ($\rho = 1,8355 \text{ g cm}^{-3}$) potřebujeme k přípravě 1 dm³ 0,5 M roztoku H₂SO₄?
60. Kolik cm³ 50% roztoku NaOH ($\rho = 1,5253 \text{ g cm}^{-3}$) je nutné použít na přípravu 0,5 dm³ 0,5 M NaOH?
61. Vypočítejte procentovou koncentraci 1,33 M roztoku uhličitanu draselného o hustotě 1,1490 g cm⁻³.

62. V 10 molech kapalného amoniaku se při teplotě $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ rozpustí $4,63 \cdot 10^{-2}$ molů NH_4Cl . Vypočítejte procentuální koncentraci NH_4Cl v nasyceném roztoku této soli v kapalném amoniaku při $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rozpustnost chloridu amonného v $\text{g}/100\text{ cm}^3$ kapalného NH_3 ($\rho = 0,6814\text{ g cm}^{-3}$) při téže teplotě.
63. Vypočítejte procentovou koncentraci a molalitu 2,7 M roztoku KCl o hustotě $1,1185\text{ g cm}^{-3}$.
64. Dvanáctinásobek molární hmotnosti amoniaku byl rozpuštěn ve vodě za vzniku 1250 g roztoku. Vypočítejte jeho procentuální koncentraci.
65. Vypočítejte molaritu a molalitu roztoku, který ve 100 g obsahuje 10,0 g NaCl ($\rho = 1,0707\text{ g cm}^{-3}$).
66. Vypočítejte molaritu a molalitu 36% roztoku HCl ($\rho = 1,1789\text{ g cm}^{-3}$).
67. Ochlazením 200 cm^3 24% roztoku Na_2SO_4 ($\rho = 1,2336\text{ g cm}^{-3}$) vykrystalovalo 90,0 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Vypočítejte molalitu zbylého roztoku.
68. Vypočítejte procentuální koncentraci 5 molálního roztoku KOH .
69. Hustota roztoku ethanolu ve vodě o koncentraci 50 hmot. % je $0,9138\text{ g cm}^{-3}$. Vypočítejte molární zlomek, molaritu a molalitu $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ v tomto roztoku.
70. Vypočítejte procentovou koncentraci a molaritu 1,0989 m roztoku KNO_3 o hustotě $1,0627\text{ g cm}^{-3}$.
71. Molární zlomek CoSO_4 ve vodném roztoku této soli je roven 0,025. Vypočítejte molalitu a procentovou koncentraci tohoto roztoku.
72. Kolik gramů dichromanu draselného se rozpustí při teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ v $63,0\text{ cm}^3$ vody? Rozpustnost K_2CrO_4 je při této teplotě $61,7\text{ g K}_2\text{CrO}_4$ ve $100\text{ g H}_2\text{O}$.
73. Kolik gramů $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ se vyloučí ve formě krystalů po ochlazení 250 g jeho roztoku nasyceného při teplotě $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, na teplotu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Rozpustnost $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ve $100\text{ g H}_2\text{O}$ je při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 12 g a při $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 43 g.
74. Odpařením veškeré vody z 15,245 g při teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nasyceného roztoku látky A ve vodě bylo získáno 4,052 g bezvodé látky A. Vypočítejte její rozpustnost ve 100 g vody při teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a procentuální koncentraci nasyceného vodného roztoku při téže teplotě.
75. Kolik gramů K_2SO_4 a kolik cm^3 vody je obsaženo ve 100 cm^3 roztoku K_2SO_4 nasyceného při teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se ve $100\text{ g H}_2\text{O}$ rozpustí 11,11 g K_2SO_4 za vzniku roztoku o hustotě $1,0817\text{ g cm}^{-3}$.
76. Reakcí vodného roztoku obsahujícího 20,0 g NaOH s plynným SO_2 má být připraven Na_2SO_3 . V jakém minimálním množství vody musí být potřebné množství NaOH rozpuštěno, aby vzniklý Na_2SO_3 nevykrystaloval při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ z roztoku? Ve 100 g vody se při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ rozpustí 26,9 g Na_2SO_3 .
77. Kolik cm^3 vody musíme použít na překrystalování 100 g H_3BO_3 , jestliže je chceme rozpustit ve vodě na roztok nasycený při teplotě $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ten pak ochladit na teplotu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Kolik procent H_3BO_3 z původního množství se při takovém způsobu krystalizace vyloučí z roztoku? Rozpustnost H_3BO_3 ve $100\text{ g H}_2\text{O}$ je 5,04 g při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 14,81 g při $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
78. KHSO_4 byl připraven neutralizací potřebného množství 50% roztoku H_2SO_4 200 g 25% roztoku K_2CO_3 . Vzniklý roztok byl zahušťován při teplotě $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ tak dlouho, až se z něho vyloučily první krystaly KHSO_4 . Zahuštěný roztok pak byl ochlazen na teplotu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vypočítejte, kolik gramů KHSO_4 se vyloučilo z roztoku po ochlazení. Rozpustnost KHSO_4 ve $100\text{ g H}_2\text{O}$ je 121,6 g při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 51,4 g při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
79. Kolik dm^3 vody je nutno odpařit ze 2 kg 10% roztoku síranu draselnohlinitého, aby vznikl roztok této soli nasycený při teplotě $60\text{ }^{\circ}\text{C}$? Kolik gramů $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ vykrystaluje z tohoto roztoku po ochlazení na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Rozpustnost $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ve $100\text{ g H}_2\text{O}$ je 11,4 g při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 57,5 g při $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.2. Vlastnosti zředěných roztoků

A

1. Definujte a vysvětlete následující pojmy: ideální roztok, tlak nasycené páry nad kapalinou, Raoultův zákon, negativní a pozitivní odchylky od Raoultova zákona, teplota varu kapaliny, zvýšení teploty varu a snížení teploty tuhnutí roztoků, ebulioskopie, kryoskopie, osmoza, osmotický tlak, van't Hoffův koeficient.

B

1. Tlak nasycených par vody při 25 °C je 3,17 kPa. Vypočítejte tlak nasycených par H₂O nad roztokem 15,014 g močoviny ($M_r^{\text{stř.}}(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 60,056$) v 90,076 g vody ($M_r^{\text{stř.}}(\text{H}_2\text{O}) = 18,0152$) při 25 °C.

Řešení:

Podle Raoultova zákona je snížení tlaku par (Δp) rozpouštědla nad roztokem netěkavé a v roztoku neionizované sloučeniny úměrné molárnímu zlomku rozpuštěné látky

$$\Delta p = p_o \frac{n_B}{n_A + n_B} = p_o x_B$$

kde p_o je tlak nasycených par nad čistým rozpouštědlem, p tlak nasycených par rozpouštědla nad roztokem a x_B molární zlomek rozpuštěné látky. Molární zlomek pro močovinu x_{ur} je

$$x_{\text{ur}} = \frac{\frac{15,014}{60,056}}{\frac{15,014}{60,056} + \frac{90,076}{18,0152}} = 0,04762$$

$$\Delta p = p_o x_{\text{ur}} = 3,17 \text{ kPa} \cdot 0,04762 = 0,151 \text{ kPa} \text{ a } p = p_o - \Delta p = 3,17 \text{ kPa} - 0,151 \text{ kPa} = 3,019 \text{ kPa}.$$

Tlak nasycených par vody nad uvedeným roztokem je 3,019 kPa.

2. Ve 100 g vody bylo rozpuštěno 21,6192 g cukru. Teplota tuhnutí tohoto roztoku byla -2,232 °C. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost cukru, je-li kryoskopická konstanta vody $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ °C kg mol}^{-1}$.

Řešení:

Snížení teploty tuhnutí (ΔT_t) roztoku netěkavé a v roztoku neionizované sloučeniny je rovno součinu kryoskopické konstanty použitého rozpouštědla (K) a molality rozpuštěné látky (m)

$$-\Delta T_t = K(\text{H}_2\text{O})m \quad 2,232 \text{ °C} = 1,86 \text{ °C kg mol}^{-1} \cdot m \quad m = 1,2 \text{ mol kg}^{-1}$$

V 1 kg vody je rozpuštěno 216,192 g cukru a molalita roztoku je 1,2

$$\begin{array}{l} 216,192 \text{ g představuje } 1,2 \text{ molárních hmotností cukru} \\ x \text{ g představuje } 1,0 \text{ molárních hmotností cukru} \end{array}$$

$$x = 180,16 \text{ g}$$

Relativní molekulová hmotnost cukru je 180,16.

3. Teplota varu benzenu je 80,1 °C. Vypočítejte teplotu varu roztoku, který obsahuje v 80 g benzenu 4,70 g antrachinonu ($M_r^{\text{stř.}}(\text{C}_{14}\text{H}_{10}) = 178,234$). Ebulioskopická konstanta benzenu $E(\text{C}_6\text{H}_6)$ je 2,6 °C kg mol⁻¹.

Řešení:

Zvýšení teploty varu (ΔT_v) roztoku netěkavé a v roztoku neionizované látky oproti teplotě varu čistého rozpouštědla je rovno součinu ebulliopické konstanty použitého rozpouštědla (E) a molality roztoku (m)

$$-\Delta T_v = E(C_6H_6)m = 2,6 \text{ } ^\circ\text{C kg mol}^{-1} \cdot 0,3296 \text{ mol kg}^{-1} = 0,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota varu uvedeného roztoku je $80,10 \text{ } ^\circ\text{C} + 0,86 \text{ } ^\circ\text{C} = 80,96 \text{ } ^\circ\text{C}$.

4. Vodný roztok, který obsahuje 0,5 g hemoglobinu v 0,5 dm³ roztoku, je oddělen semipermeabilní membránou od čisté vody a při teplotě 27 °C má osmotický tlak 38,66 Pa. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost hemoglobinu.

Řešení:

Velikost osmotického tlaku je vyjádřena vztahem

$$p = icRT = in \frac{RT}{V} = i \frac{mRT}{M_m V}$$

kde i je van't Hoffův koeficient ($i = 1$ pro neionizovanou látku), c molarita roztoku, n počet molů rozpuštěné látky, m hmotnost a M_m molární hmotnost rozpuštěné látky

$$M_m = im \frac{RT}{pV} = \frac{1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 8,3143 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 300,15 \text{ K}}{38,66 \text{ N m}^{-2} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 6,46 \cdot 10^4 \text{ g mol}^{-1}$$

Relativní molekulová hmotnost hemoglobinu je $6,46 \cdot 10^4$.

C

1. Tlak nasycených par vody při teplotě 28 °C je 3780 Pa. Vypočítejte tlak nasycených par vody při uvedené teplotě nad roztokem, který v 1000 g vody obsahuje 68,46 g sacharózy.
2. Při teplotě 30 °C je tlak nasycené páry benzenu 16,24 kPa. Tlak nasycených par benzenu nad roztokem, který obsahuje 15,0 g netěkavé látky ve 250 g benzenu, je 16,03 kPa. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost rozpuštěné látky.
3. Při teplotě 25 °C je tlak nasycených par hexanu 20,40 kPa a heptanu 6,07 kPa. Vypočítejte při uvedené teplotě parciální tlaky hexanu a heptanu nad směsí, která obsahuje 30 % hexanu a 70 % heptanu (hmotnostní %).
4. Kafr má kryoskopickou konstantu 40,0 °C kg mol⁻¹ a teplotu tání 178,4 °C. Roztok 1,50 g netěkavé látky v 35,0 g kafru taje při teplotě 164,7 °C. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost této látky.
5. Vodného roztoku ethylenglykolu (HO-CH₂-CH₂-OH) se používá v automobilech jako chladicí kapaliny s nízkou teplotou tuhnutí. Odhadněte, v jakém objemovém poměru je nutné smíchat ethylenglykol s vodou, aby vznikla směs tuhnutí při -10 °C. Kryoskopická konstanta vody je 1,86 °C kg mol⁻¹, hustota ethylenglykolu 1,1 g cm⁻³. Předpokládejte, že i u koncentrovaných roztoků je snížení teploty tuhnutí úměrné koncentraci.
6. Vypočítejte teplotu tání a teplotu varu roztoku, který obsahuje 30,0 g sacharózy ve 200 g vody. Rozhodněte, zda pro stanovení relativní molekulové hmotnosti je v daném případě vhodnější ebullioskopie nebo kryoskopie. Ebullioskopická a kryoskopická konstanta vody jsou $E(\text{H}_2\text{O}) = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C kg mol}^{-1}$ a $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C kg mol}^{-1}$.

7. Vodný roztok obsahující v 1 dm³ 1,00 g inzulinu má při teplotě 25 °C osmotický tlak 413,1 Pa. Vypočítejte teplotu tání tohoto roztoku ($K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ }^\circ\text{C kg mol}^{-1}$), relativní molekulovou hmotnost inzulinu a rozhodněte, zda pro stanovení relativních molekulových hmotností vysokomolekulárních sloučenin je vhodnější kryoskopie nebo metoda založená na měření osmotického tlaku.
8. Jaký osmotický tlak bude mít roztok 4,0 g polyvinylchloridu v 1 dm³ dioxanu při teplotě 27 °C, je-li průměrná relativní molekulová hmotnost tohoto polymeru $1,5 \cdot 10^5$?
9. Lidská krevní plazma má teplotu tání -0,56 °C. Vypočítejte její osmotický tlak při teplotě 37 °C za předpokladu, že 1 cm³ krevní plazmy obsahuje 1 g vody. Jakou procentuální koncentraci musí mít roztok NaCl ve vodě (tzv. fyziologický roztok), aby byl při 37 °C izotonický (tj. měl shodný osmotický tlak) s lidskou krevní plazmou? Hodnota van't Hoffova koeficientu pro NaCl je 2, hustota fyziologického roztoku cca 1,00 g cm⁻³ a kryoskopická konstanta vody $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ }^\circ\text{C kg mol}^{-1}$.

D

Posuďte, které z následujících výroků jsou správné a které nesprávné. Odpovědi zdůvodněte.

1. Rozpustnost iontových sloučenin je větší v polárních než v nepolárních rozpouštědlech.
2. Rozpustnost látek, při jejichž rozpouštění se uvolňuje teplo, vzrůstá se vzrůstající teplotou.
3. Rozpustnost slabých elektrolytů ve vodě je vždy malá.
4. Molarita roztoku nemůže být větší než 10.
5. Protože hustota vody je přibližně 1,0 g cm⁻³, je ve vodných roztocích molarita číselně rovna molalitě.
6. Molární zlomek rozpuštěné látky nemůže být větší než 1,00.
7. Rozpustnost plynu v kapalině je přímo úměrná tlaku nad kapalinou.
8. Rozpustnost plynů ve vodě vzrůstá se vzrůstající teplotou.
9. Obecně platí, že z roztoku určité látky, který je při jisté teplotě nenasycen, nemůže po ochlazení rozpuštěná látka vykrystalovat.
10. Přesycený roztok připravíme rozpuštěním většího množství látky v určitém množství rozpouštědla než kolik činí rozpustnost této látky v tomto rozpouštědle při dané teplotě.
11. Rozpustnost různých krystalohydrátů určité látky je ve vodě při stejné teplotě stejná.
12. Roztok netěkavé látky v určitém rozpouštědle má vyšší tenzi nasycených par rozpouštědla než čisté rozpouštědlo při stejné teplotě.
13. Teplota tuhnutí roztoku vzrůstá se snižující se koncentrací roztoku.
14. Kryoskopická a ebullioskopická konstanta mají pro všechna rozpouštědla stejné hodnoty.
15. Osmotický tlak roztoku při určité teplotě je roven tlaku, který by měla rozpuštěná látka, kdyby byla za stejné teploty v plynném stavu a zaujímal objem shodný s objemem roztoku.
16. Osmotický tlak roztoku při určité teplotě, snížení teploty tání a zvýšení teploty varu roztoku závisí pouze na koncentraci rozpuštěné látky a povaze rozpouštědla; nezávisí na tom, zda rozpuštěná látka je či není elektrolyt.

6. Chemické reakce, chemická rovnováha

6.1. Elementární termodynamika

A

1. Vysvětlete následující pojmy: soustava otevřená, uzavřená a izolovaná, vnitřní energie soustavy, 1. věta termodynamická, reakční teplo, enthalpie, standardní enthalpie, exotermické a endotermické reakce, 2. věta termodynamická, entropie, Gibbsova energie, uskutečnitelnost chemické reakce.
2. Formulujte základní zákony termochemie.
3. Definujte teplo slučovací, spalné, rozpouštěcí, disociační, neutralizační a srážecí.

B

1. Při teplotě varu (80,1 °C) a atmosferickém tlaku je výparné teplo benzenu 394,15 J g⁻¹. Vypočítejte objemovou práci A , absorbované teplo Q , změnu enthalpie ΔH a změnu vnitřní energie ΔU při vypaření 100 g benzenu ($M_r(\text{C}_6\text{H}_6) = 78,113$) uzavřeného v nádobě s pohyblivým pístem při teplotě 80,1 °C za předpokladu, že se benzen v plynném skupenství chová jako ideální plyn a objem kapaliny je zanedbatelný vůči objemu páry.

Řešení:

Podle 1. věty termodynamické platí při izobarickém ději $\Delta U = Q - A$, kde ΔU je změna vnitřní energie, Q teplo systému dodané a $A = p\Delta V$ systémem vykonaná objemová práce. Je-li $V_g \gg V_l$, pak

$$p\Delta V = pV_g = \frac{mRT}{M_r}$$

$$A = \frac{100 \text{ g} \cdot 8,3143 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot (273,15 + 80,1) \text{ K}}{78,113 \text{ g mol}^{-1}} = 3759,97 \text{ J}$$

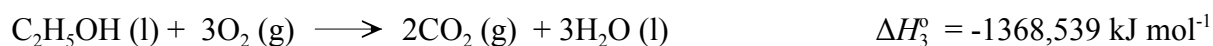
$$Q = 394,15 \text{ J g}^{-1} \cdot 100 \text{ g} = 39,415 \text{ kJ}$$

100 g benzenu absorbuje při teplotě varu teplo 39,415 kJ a soustava vykoná objemovou práci 3,76 kJ. Protože za konstantního tlaku platí, že $\Delta H = Q$, je změna enthalpie 39,415 kJ. Pro změnu vnitřní energie můžeme psát

$$\Delta U = Q - A = 39,415 \text{ kJ} - 3,760 \text{ kJ} = 35,655 \text{ kJ}$$

Vnitřní energie soustavy se změní o 35,655 kJ.

2. Vypočítejte tepelné zabarvení reakce $2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$, znáte-li spalovací tepla reakcí



Řešení:

Podle Hessova zákona nezávisí reakční teplo na tom, jakou cestou přechází soustava z počátečního stavu do konečného. Proto jednotlivé reakce a jim příslušející tepla kombinujeme tak, aby výsledkem byla žádaná reakce. Násobíme tedy první rovnici dvěma, přičteme čtyřnásobek druhé rovnice a odečteme rovnici třetí. Pro reakční teplo dostaneme

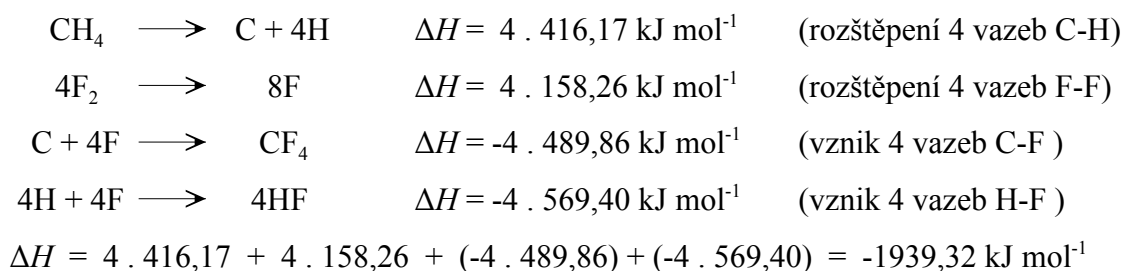
$$\Delta H_r^\circ = 2\Delta H_1^\circ + 4\Delta H_2^\circ - \Delta H_3^\circ = 2 \cdot (-283,195) + 4 \cdot (-285,960) - (-1368,539) = -341,691 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Při reakci CO s H₂ za vzniku C₂H₅OH se uvolní teplo 341,691 kJ mol⁻¹.

3. Vypočítejte teplo reakce $\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{F}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CF}_4(\text{g}) + 4\text{HF}(\text{g})$, znáte-li velikost energie vazeb C-H (416,17 kJ mol⁻¹), C-F (489,86 kJ mol⁻¹), H-F (569,40 kJ mol⁻¹) a F-F (158,26 kJ mol⁻¹).

Řešení:

Reakci je možno rozložit do čtyř kroků:

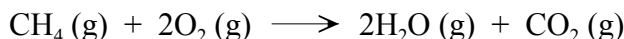


Při přípravě CF₄ fluorací methanu se uvolní teplo 1939,32 kJ mol⁻¹.

4. Vypočítejte množství tepla, které se uvolní spálením 1 m³ methanu (měřeno za normálních podmínek). Slučovací teplo CH₄ je -76,37 kJ mol⁻¹, CO₂ -393,97 kJ mol⁻¹ a H₂O -242,00 kJ mol⁻¹.

Řešení:

Spalování probíhá podle rovnice:



Podle Hessova zákona je reakční teplo dáno rozdílem součtů standardních slučovacích enthalpií reakčních produktů a výchozích látek (slučovací tepla prvků se pokládají za nulová):

$$\Delta H = 2 \cdot (-242,00) + (-393,97) - (-76,37) = -801,60 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Spálením 1 molu methanu se uvolní teplo 801,60 kJ. 1 m³ CH₄ představuje 44,61 molu CH₄ a teplo uvolněné spálením tohoto množství tedy bude 44,61 mol · 801,60 kJ mol⁻¹ = 35,76 MJ.

5. Posuďte, zda je reakce $2\text{HI}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) + \text{I}_2(\text{s})$ uskutečnitelná za standardních podmínek. Standardní Gibbsovy energie při nich jsou pro HCl -95,46 kJ mol⁻¹ a pro HI 1,30 kJ mol⁻¹.

Řešení:

Reakce je za daných podmínek proveditelná v případě, že $\Delta G^\circ < 0$

$$\Delta G^\circ = 2 \cdot (-95,46) - 2 \cdot 1,30 = -193,52 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Reakce jodovodíku s chlorem je za standardních podmínek uskutečnitelná.

6. Sublimační teplo suchého ledu ΔH_{subl} za normálního tlaku a teploty -78 °C je 565,22 J g⁻¹. Vypočítejte změnu entropie při sublimaci 500 g pevného oxidu uhličitého a uveďte, jaká je změna Gibbsovy energie to-

hoto vratného procesu?

Řešení:

$$\Delta S_{\text{subl.}} = \frac{Q_{\text{subl.}}}{T} = \frac{\Delta H_{\text{subl.}}}{T}$$

$$\Delta S_{\text{subl.}} = \frac{500 \text{ g} \cdot 565,22 \text{ J g}^{-1}}{195,15 \text{ K}} = 1448,17 \text{ J K}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{subl.}} = \Delta H_{\text{subl.}} - T\Delta S_{\text{subl.}} = 565,22 \cdot 500 - 195,15 \cdot 1448,17 = 0$$

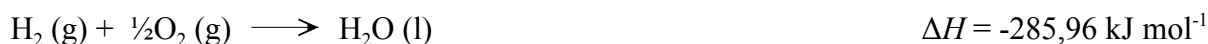
Změna entropie při sublimaci 500 g suchého ledu je 1448,17 J, změna Gibbsovy energie je nulová v souladu s reverzibilitou děje.

C

1. Vypočítejte změnu vnitřní energie při reakci $A(g) + B(s) \longrightarrow AB(s)$, která probíhá při 100 °C a změna enthalpie při ní činí 1,0 kJ.
2. Jak se změní vnitřní energie plynu, přijme-li teplo 10 J a nevykoná přitom žádnou práci?
3. Plyn expanduje za konstantního tlaku 60,8 kPa z objemu 2 dm³ na objem 7 dm³. Jakou práci přitom vykoná?
4. 7 g kovového hořčíku bylo rozpuštěno v nadbytku HCl při 25 °C a normálním tlaku. Vypočítejte práci vykonanou při vzniku vodíku.
5. Parní stroj přichází v budoucnu v úvahu jako jedna z možností pohonu automobilů. Jaká práce se vykoná, jestliže se 1 mol kapalné vody vypaří při 100 °C a konstantním tlaku 101,325 kPa? Kolik procent tepla spotřebovaného na vypaření vody se přemění na užitečnou práci? Výparné teplo vody je 43,96 kJ mol⁻¹.
6. Reakcí 2 molů vodíku s 1 molem kyslíku při 100 °C za normálního tlaku vznikají dva moly vodní páry a uvolní se teplo 484,83 kJ. Vypočítejte změnu enthalpie ΔH a vnitřní energie ΔU při této reakci.
7. Výparné teplo vody při 25 °C je 43,96 kJ mol⁻¹. Vypočítejte absorbované teplo, práci a změnu vnitřní energie při vypaření 1 molu vody.
8. Vypočítejte výparné teplo 1 gramu vody při 25 °C. Slučovací teplo kapalné vody je -285,96 kJ mol⁻¹, plynné vody -242,0 kJ mol⁻¹.
9. Výparné teplo vody při 100 °C je 2,2583 MJ kg⁻¹. Vypočítejte změnu vnitřní energie při vypaření 1 kg vody při 100 °C za předpokladu, že se vodní pára chová jako ideální plyn a molární objem kapaliny je proti objemu páry zanedbatelný.
10. Na město o rozloze 280 km² dopadne ročně průměrně 522 mm vodních srážek. Vypočítejte teplo, které se uvolní, vznikne-li toto množství vody kondenzací vodních par. Výparné teplo vody je 43,96 kJ mol⁻¹.
11. Mechanismus regulace teploty lidského těla je zčásti založen na tom, že se teplo spotřebovává na vypařování potu. Jestliže atlet podává během závodu výkon odpovídající 1400 wattům, kolik gramů vody se musí odpařit za minutu, aby se příslušné teplo spotřebovalo? Výparné teplo vody je 43,96 kJ mol⁻¹.
12. Ve srovnání s teplem uvolněným při neutralizaci kyseliny chloristé hydroxidem draselným, bude teplo uvolněné při neutralizaci kyseliny octové hydroxidem sodným
 - a) větší
 - b) menší
 - c) stejné
 - d) nelze předem určit

13. Ve vodných roztocích je neutralizace reakcí mezi oxoniovým kationtem a hydroxidovým aniontem, při níž vzniká voda, takže neutralizační teplo ve zředěných roztocích je stejné:
- a) u všech neutralizací,
 - b) jen při neutralizaci silné kyseliny silnou zásadou,
 - c) jen při neutralizaci slabé kyseliny slabou zásadou,
 - d) jen při neutralizaci slabé kyseliny silnou zásadou nebo silné kyseliny slabou zásadou.
14. Do 25% roztoku HNO_3 byl při 20°C zaváděn amoniak až do úplného ukončení reakce. Slučovací enthalpie při 20°C činí pro NH_3 (g) $-46,05\text{ kJ mol}^{-1}$, HNO_3 (l) $-144,03\text{ kJ mol}^{-1}$ a NH_4NO_3 (s) $-364,80\text{ kJ mol}^{-1}$. Rozpouštěcí teplo HNO_3 je $-61,55\text{ kJ mol}^{-1}$ a NH_4NO_3 $+26,50\text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte neutralizační teplo.
15. Určete ΔH° reakce $2\text{Na}_2\text{O}_2$ (s) + $2\text{H}_2\text{O}$ (l) \longrightarrow 4NaOH (s) + O_2 (g). Slučovací teplo Na_2O_2 (s) je $-504,93\text{ kJ mol}^{-1}$, H_2O (l) $-285,96\text{ kJ mol}^{-1}$ a NaOH (s) $-427,05\text{ kJ mol}^{-1}$. Kolik tepla se uvolní rozkladem 25 g peroxidu sodného?
16. Vypočítejte standardní slučovací enthalpii plynného ethylenu, víte-li, že teplo uvolněné při hoření uhlíku na CO_2 (g) je $393,97\text{ kJ mol}^{-1}$, vodíku na H_2O (l) $285,96\text{ kJ mol}^{-1}$ a plynného ethylenu $1412,2\text{ kJ mol}^{-1}$.
17. Při spalování benzenu podle rovnice C_6H_6 (l) + $7,5\text{O}_2$ (g) \longrightarrow $3\text{H}_2\text{O}$ (l) + 6CO_2 (g) je změna vnitřní energie $\Delta U = -3265,7\text{ kJ}$. Vypočítejte změnu enthalpie, je-li teplota benzenu 25°C .
18. 0,504 g vodíku reaguje s kyslíkem při konstantním tlaku za uvolnění tepla $71,51\text{ kJ}$. Vypočítejte ΔH reakce H_2 (g) + $\frac{1}{2}\text{O}_2$ (g) \longrightarrow H_2O (l).
19. Pro vznik N_2O reakcí 2N_2 (g) + O_2 (g) \longrightarrow $2\text{N}_2\text{O}$ (g) je $\Delta H = 163,3\text{ kJ}$. Vypočítejte teplo absorbované při vzniku 6,5 g N_2O a teplo uvolněné při rozkladu 3,0 g N_2O .
20. Vypočítejte teplo reakce, při níž by se diamant za teploty $298,15\text{ K}$ a tlaku $101,325\text{ kPa}$ měnil v grafit, víte-li, že za těchto podmínek jsou tepla reakcí
- $$\text{C}_{\text{grafit}} + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -393,77\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\text{C}_{\text{diamant}} + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -395,65\text{ kJ mol}^{-1}$$
21. Vypočítejte ΔH reakce C (s) + $\frac{1}{2}\text{O}_2$ (g) \longrightarrow CO (g), jsou-li známa tepelná zabarvení reakcí
- $$\text{C} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -393,97\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\text{CO} (\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -283,19\text{ kJ mol}^{-1}$$
22. Vypočítejte enthalpii reakce $\text{C}_{\text{grafit}} + 2\text{H}_2$ (g) \longrightarrow CH_4 (g), jsou-li známy následující údaje
- $$\text{CH}_4 (\text{g}) + 2\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \quad \Delta H^\circ = -890,95\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\text{C}_{\text{grafit}} + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -393,97\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\text{H}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \quad \Delta H^\circ = -285,96\text{ kJ mol}^{-1}$$
23. Vypočítejte reakční teplo reakce CaO (s) + CO_2 (g) \longrightarrow CaCO_3 (s) z následujících rovnic
- $$\text{C} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -393,97\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\text{Ca} (\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CaO} (\text{s}) \quad \Delta H = -635,97\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\text{Ca} (\text{s}) + \text{C} (\text{s}) + \frac{3}{2}\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) \quad \Delta H = -1207,89\text{ kJ mol}^{-1}$$
24. Vypočítejte ΔH reakce FeO (s) + CO (g) \longrightarrow Fe (s) + CO_2 (g) s využitím termochemických rovnic
- $$\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) + 3\text{CO} (\text{g}) \longrightarrow 2\text{Fe} (\text{s}) + 3\text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -27,63\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$3\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) + \text{CO} (\text{g}) \longrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -58,62\text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\text{Fe}_3\text{O}_4 (\text{s}) + \text{CO} (\text{g}) \longrightarrow 3\text{FeO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = 38,10\text{ kJ mol}^{-1}$$

25. Vypočítejte spalné teplo C_2H_2 , jsou-li dána slučovací tepla reakcí



26. Teplo uvolněné při hoření acetyleny je $1300,82 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte slučovací enthalpii plynného acetyleny, víte-li, že slučovací enthalpie $CO_2(g)$ je $-393,97 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $H_2O(l)$ $-285,96 \text{ kJ mol}^{-1}$.

27. Vypočítejte enthalpii redukce jednoho molu oxidu železitého hliníkem při 25°C . Slučovací teplo Fe_2O_3 je $-822,70 \text{ kJ mol}^{-1}$ a Al_2O_3 $-1670,95 \text{ kJ mol}^{-1}$.

28. Kolik tepla je třeba k přípravě 1 kg CaC_2 podle rovnice $CaO(s) + 3C(s) \longrightarrow CaC_2(s) + CO(g)$? Slučovací enthalpie jsou pro $CaO(s)$ $-635,97 \text{ kJ mol}^{-1}$, $CaC_2(s)$ $-62,80 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $CO(g)$ $-110,53 \text{ kJ mol}^{-1}$.

29. Pro samovolné reakce je typické, že

- a) jsou vždy exotermní b) pro ně je $\Delta G < 0$ c) jsou velmi rychlé d) pro ně je $\Delta H < 0$

30. Změna Gibbsovy energie ΔG je při reakci rovna nule, když

- a) je systém v rovnováze c) teplo není soustavou ani přijímáno ani vydáváno
b) jsou všechny aktivity jednotkové d) změna entropie je nulová

31. Teplo absorbované při reakci plynného CO_2 s tuhým CaO za vzniku tuhého $CaCO_3$ bylo měřeno v kalorimetrické bombě. Kterou z následujících veličin přímo udává naměřená hodnota

- a) změnu vnitřní energie ΔU c) změnu enthalpie ΔH
b) změnu Gibbsovy energie ΔG d) práci A

32. Vypočítejte standardní Gibbsovu energii ΔG^0 oxidace glukózy ($C_6H_{12}O_6$), která probíhá podle rovnice $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$. Standardní Gibbsovy energie jsou pro $C_6H_{12}O_6(s)$ $-912,72 \text{ kJ mol}^{-1}$, pro $CO_2(g)$ $-394,83 \text{ kJ mol}^{-1}$ a pro $H_2O(l)$ $-238,65 \text{ kJ mol}^{-1}$.

33. Slučovací enthalpie reakce $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$ je $-393,97 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte změnu Gibbsovy energie, víte-li, že absolutní entropie při 25°C za normálního tlaku je pro $CO_2(g)$ $213,78 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, pro $C(s)$ $5,69 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ a pro $O_2(g)$ $205,15 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

34. Bude reakce $2NO_2(g) \longrightarrow N_2O_4(g)$ probíhat za standardních podmínek samovolně, je-li $\Delta G^\circ(N_2O_4) = 98,326 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\Delta G^\circ(NO_2) = 51,724 \text{ kJ mol}^{-1}$?

35. Je reakce $CO(g) + Cl_2 \longrightarrow COCl_2(g)$ uskutečnitelná za standardních podmínek? Gibbsova energie $CO(g)$ je $-137,37 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $COCl_2(g)$ $-210,64 \text{ kJ mol}^{-1}$.

36. Chemické reakce lze charakterizovat znaménky změn ΔH a ΔS tak, jak je uvedeno v následující tabulce

| reakce | ΔH | ΔS | reakce | ΔH | ΔS |
|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| a | - | + | c | - | - |
| b | + | - | d | + | + |

Které z těchto procesů probíhají za konstantního tlaku a teploty určitě samovolně a které by mohly mít samovolný průběh?

37. Pro reakci $H_2O(s) \longrightarrow H_2O(l)$ je $\Delta H = 6012,2 \text{ J mol}^{-1}$ a $\Delta S = 22,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Vypočítejte ΔG tohoto procesu při -10°C (která forma - led nebo voda - je stabilní při této teplotě?), ΔG při $+10^\circ\text{C}$ (která forma vody bude stabilní při této teplotě?) a teplotu, při níž je $\Delta G = 0$ (jaký je fyzikální význam této teploty?).

38. Vypočítejte změnu entropie při reakci, již se hydrogenací CO získává CH_4 (g). ΔS pro CH_4 (g) je $186,27 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, pro H_2O (l) $70,13 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, pro CO (g) $197,67 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ a pro H_2 (g) $130,66 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
39. Pro reakci $\text{NO (g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \text{ (g)} \longrightarrow \text{NO}_2 \text{ (g)}$ probíhající při $298,15 \text{ K}$ je $\Delta G^\circ = -34,88 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\Delta H^\circ = -56,56 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte změnu entropie.
40. Vypočítejte energii vazby C-H na základě následujících údajů
- | | |
|--|--|
| $\text{C (s)} + 2\text{H}_2 \text{ (g)} \longrightarrow \text{CH}_4 \text{ (g)}$ | $\Delta H = -74,94 \text{ kJ mol}^{-1}$ |
| $\text{C (g)} \longrightarrow \text{C (s)}$ | $\Delta H = -717,20 \text{ kJ mol}^{-1}$ |
| $2\text{H (g)} \longrightarrow \text{H}_2 \text{ (g)}$ | $\Delta H = -436,26 \text{ kJ mol}^{-1}$ |
41. Vypočítejte tepelné zabarvení reakce $\text{CH}_3\text{Cl (g)} \longrightarrow \text{C (g)} + 3\text{H (g)} + \text{Cl (g)}$. Energie vazby C-H je $416,17 \text{ kJ mol}^{-1}$ a vazby C-Cl $326,57 \text{ kJ mol}^{-1}$.
42. CCl_4 se připravuje reakcí $\text{CS}_2 \text{ (g)} + 3\text{Cl}_2 \text{ (g)} \longrightarrow \text{CCl}_4 \text{ (g)} + \text{S}_2\text{Cl}_2 \text{ (g)}$. Vypočítejte její enthalpii, víte-li, že energie vazby C=S je $481,48 \text{ kJ mol}^{-1}$, Cl-Cl $242,83 \text{ kJ mol}^{-1}$, C-Cl $326,57 \text{ kJ mol}^{-1}$, S-S $205,15 \text{ kJ mol}^{-1}$ a S-Cl $255,39 \text{ kJ mol}^{-1}$.
43. Z vazebných energií vypočítejte enthalpii reakce $\text{CH}_4 \text{ (g)} + 3\text{Cl}_2 \text{ (g)} \longrightarrow \text{CHCl}_3 \text{ (g)} + 3\text{HCl (g)}$, kterou se připravuje chloroform. Energie vazby C-H je $416,17 \text{ kJ mol}^{-1}$, Cl-Cl $242,83 \text{ kJ mol}^{-1}$, C-Cl $326,57 \text{ kJ mol}^{-1}$ a H-Cl $431,24 \text{ kJ mol}^{-1}$.

6.2. Rovnováhy chemických reakcí

A

1. Vysvětlete následující pojmy: dynamická rovnováha chemických reakcí, Guldbergův-Waageův zákon, rovnovážná konstanta a její závislost na koncentraci (K_c), resp. tlaku (K_p) reagujících látek, změna počtu molů (Δn) při reakci, vztah mezi K_p a K_c .
2. Klasifikujte reakce z hlediska reakční kinetiky.
3. Vysvětlete pojmy rozsah chemické reakce a reakční rychlost.
4. Objasněte rozdíl mezi homogenními a heterogenními rovnovahami chemických reakcí.

B

1. Při Deaconově procesu $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, probíhajícího při tlaku 100 kPa a teplotě 870 K, získáme 23,8 obj. % chloru, vyjdeme-li ze stechiometrických množství chlorovodíku a kyslíku. Vypočítejte parciální tlaky plynů ve směsi a rovnovážné konstanty K_p a K_c za předpokladu ideálního chování plynů.

Řešení:

Parciální tlak Cl_2 je úměrný jeho obsahu (23,8 obj. %) ve směsi

$$p(\text{Cl}_2) = \frac{\text{obj. \%}}{100} \cdot p = \frac{23,8}{100} \cdot 100 \text{ kPa} = 23,8 \text{ kPa}$$

Protože množství vznikající vody se rovná množství chloru, musí být parciální tlak $p(\text{H}_2\text{O}) = 23,8 \text{ kPa}$. Na zbývajících dva plyny tedy připadá tlak $100 - 2 \cdot 23,8 = 52,4 \text{ kPa}$. Oba plyny byly nasazeny do reakce ve stechiometrickém poměru, tj. $\text{HCl} : \text{O}_2 = 4 : 1$ a tedy $p(\text{HCl}) = 52,4 \cdot 0,8 = 41,9 \text{ kPa}$ a $p(\text{O}_2) = 52,4 \cdot 0,2 = 10,5 \text{ kPa}$. Pro rovnovážnou konstantu K_p platí

$$K_p = \frac{p^2(\text{Cl}_2) p^2(\text{H}_2\text{O})}{p^4(\text{HCl}) p(\text{O}_2)} = \frac{(23,8 \cdot 10^3)^2 \cdot (23,8 \cdot 10^3)^2}{(41,9 \cdot 10^3)^4 \cdot 10,5 \cdot 10^3} = 5,26 \cdot 10^{-6}$$

Mezi K_p a K_c platí vztah $K_c = K_p(RT)^{-\Delta n}$. Protože $\Delta n = -1$ je $K_c = 5,26 \cdot 10^{-6} \cdot (8,3143 \cdot 870)^{-(-1)} = 3,8 \cdot 10^{-2}$. Rovnovážná konstanta K_p má hodnotu $5,26 \cdot 10^{-6}$ a K_c $3,8 \cdot 10^{-2}$.

2. K redukci oxidu železnatého byla užita plynná směs, skládající se z 30 obj. % oxidu uhelnatého a 70 obj. % dusíku. Rovnovážná konstanta K_c reakce $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ má při 1000 °C hodnotu 0,403. Kolik gramů železa můžeme získat při použití 1,5 m³ této plynné směsi za teploty 1000 °C a tlaku 100 kPa?

Řešení:

Směs obsahuje 30 obj. % CO, tj. 0,45 m³. Látkové množství CO je

$$n(\text{CO}) = \frac{pV}{RT} = \frac{1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,45 \text{ m}^3}{8,3143 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 1273,15 \text{ K}} = 4,251 \text{ mol}$$

Na začátku redukce je tedy v systému 4,251 molu CO a žádný CO₂, v rovnováze (4,251 - x) molů CO a x molů CO₂. Do výrazu pro rovnovážnou konstantu (počet molů se při reakci nemění a K_p je proto rovno K_c) dosa-

díme zjištěné rovnovážné koncentrace plynů

$$K_c = K_p = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} = \frac{x}{4,251 - x} = 0,403$$

Je tedy $x = 1,713 - 0,403 \cdot x$ a $x = 1,221$. Reakcí vznikne 1,221 molů CO_2 a stejné množství železa, protože obě látky vznikají v ekvimolárním poměru. Hmotnost Fe je tedy $1,221 \text{ mol} \cdot 55,847 \text{ g mol}^{-1} = 68,19 \text{ g Fe}$. Za daných podmínek získáme 68,19 g železa.

3. Při 1300 K je rovnovážná konstanta reakce $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{g})$ $K_c = 1,6 \cdot 10^5$. Jaká je hodnota rovnovážné konstanty obráceně probíhající reakce, tj. rozkladu bromovodíku?

Řešení:

V systému $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{HBr}$ jsou konstanty tvorby (K_c) a rozkladu HBr (K_c') dány vztahy:

$$K_c = \frac{[\text{HBr}]^2}{[\text{H}_2][\text{Br}_2]} \quad K_c' = \frac{[\text{H}_2][\text{Br}_2]}{[\text{HBr}]^2}$$

Je zřejmé, že $K_c' = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{1,6 \cdot 10^5} = 6,25 \cdot 10^{-6}$.

Rovnovážná konstanta rozkladu HBr je za daných podmínek $6,25 \cdot 10^{-6}$.

4. Tenze nasycené páry toluenu při 20°C je 2,97 kPa, při 100°C 74,29 kPa. Sestavte rovnici pro závislost tenze páry toluenu na teplotě.

Řešení:

Závislost tlaku nasycené páry na teplotě vyjadřují rovnice

$$\log p = A - \frac{B}{T} \quad B = \frac{L_{\text{mv}}}{2,303R}$$

kde A, B jsou konstanty, p tlak nasycené páry, T teplota, L_{mv} molární skupenské teplo vypařovací a R plynová konstanta. K určení konstant A a B využijeme známých údajů o tlaku

$$\log 2,97 = A - \frac{B}{293,15} \quad \log 74,29 = A - \frac{B}{373,15}$$

Odečtením rovnic dostaneme $\log 74,29 - \log 2,97 = B \cdot (1/293,15 - 1/373,15)$ a $1,3982 = 7,3134 \cdot 10^{-4} \cdot B$ a tedy $B = 1911,81$. Dosazením do první rovnice $A = 0,4728 + 6,5216 = 6,99$.

Závislost tenze páry toluenu na teplotě má tvar $\log p = 6,99 - \frac{1911,81}{T}$.

C

- V systému tuhá látka \rightleftharpoons kapalina, který je v rovnováze, způsobí dodání tepla
 - snížení množství tuhé látky
 - snížení množství kapaliny
 - pokles teploty
 - vzrůst teploty
- Na kterou z následujících rovnováh nemá vliv změna tlaku

| | |
|---|--|
| a) $2\text{HgO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ | d) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ |
| b) $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ | e) $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ |
| c) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{roztok})$ | f) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ |

3. V reakčním systému nacházejícím se v rovnováze, způsobí vzrůst teploty
- a) vzrůst rychlosti jen exotermních reakcí
 - b) vzrůst rychlosti jen endotermních reakcí
 - c) vzrůst rychlosti reakcí exotermních i endotermních
 - d) nemá vliv na jejich rychlost
4. Výtěžek amoniaku při exotermní reakci $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ bude nejvyšší při
- a) nízké teplotě, nízkém tlaku
 - b) nízké teplotě, vysokém tlaku
 - c) vysoké teplotě, nízkém tlaku
 - d) vysoké teplotě, vysokém tlaku
5. V uzavřené nádobě se ustálila rovnováha $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ($\Delta H = 180 \text{ kJ mol}^{-1}$). Zvýšení výtěžku oxidu vápenatého může být dosaženo
- a) přidáním dalšího CaCO_3
 - b) snížením koncentrace CO_2
 - c) snížením teploty
 - d) zmenšením objemu nádoby
6. Plynné I_2 a H_2 reagují za vzniku plynného HI . V rovnováze bude hodnota konstanty K_p záviset na
- a) počáteční koncentraci vodíku
 - b) teplotě
 - c) celkovém tlaku systému
 - d) objemu reakční nádoby
7. Při oxidaci SO_2 na SO_3 se ustavuje rovnováha $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ($\Delta H = -190 \text{ kJ mol}^{-1}$). Rovnovážnou koncentraci SO_3 lze zvýšit
- a) snížením teploty
 - b) zvětšením objemu systému
 - c) přidáním inertního plynu
 - d) odstraňováním SO_3 ze systému
8. V systému $\text{AB}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g})$ byla zdvojnásobena rovnovážná koncentrace látky A. Jak se změní rovnovážná koncentrace látky B?
9. Ve 2 dm^3 nádobě byl zahříváním částečně rozložen fosgen podle rovnice $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. V okamžiku dosažení rovnováhy, byla koncentrace COCl_2 $0,40 \text{ mol dm}^{-3}$. Do nádoby byl přidán další fosgen a po ustavení nové rovnováhy byla koncentrace COCl_2 $1,6 \text{ mol dm}^{-3}$. Jak se změnila koncentrace CO ?
10. Hodnota rovnovážné konstanty reakce $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{l}) \rightleftharpoons 4\text{C}(\text{g})$ je 0,123. Vypočítejte rovnovážnou konstantu opačné reakce.
11. Do jednolitrové nádoby byly vpuštěny dva moly amoniaku a zvýšena teplota. Po ustavení rovnováhy v reakci $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ směs obsahovala 1 mol NH_3 . Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_c .
12. Rovnovážná směs $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ o objemu dva dm^3 obsahovala 1 mol H_2S , 0,2 molu H_2 a 0,8 molu S_2 . Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_c .
13. Reakcí sulfidů se sírou v alkalickém prostředí vznikají polysulfidové ionty S_x^{2-} . Rovnovážná konstanta reakce přípravy disulfidu S_2^{2-} ze sulfidu a síry má hodnotu $K_c = 1,7$, při přípravě S_3^{2-} ze sulfidu a síry je $K_c = 5,3$. Jakou hodnotu má konstanta K_c při reakci disulfidu se sírou, která vede ke vzniku trisulfidu?
14. Chlorid fosforečný byl v nádobě o obsahu 12 dm^3 zahřát na 250°C . Po ustavení rovnováhy plynná směs obsahovala 0,21 molů PCl_5 , 0,32 molů PCl_3 a 0,32 molů Cl_2 . Vypočítejte konstantu K_c pro disociaci PCl_5 při této teplotě.
15. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_c reakce $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, jsou-li rovnovážné koncentrace $[\text{H}_2] = [\text{CO}] = 0,004 \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,064 \text{ mol dm}^{-3}$ a $[\text{CO}_2] = 0,016 \text{ mol dm}^{-3}$.

16. Při reakci $\text{C (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2\text{CO (g)}$ byl po dosažení rovnováhy parciální tlak oxidu uhelnatého 810,6 kPa a oxidu uhličitýho 405,3 kPa. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_p .
17. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_p reakce $\text{CO (g)} + 2\text{H}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH (g)}$, která probíhá za teploty 300 °C a tlaku $1,0 \cdot 10^5$ Pa. Při stechiometrických množstvích plynů zreaguje za daných podmínek 30 % H_2 .
18. Amoniak je při teplotě 400 °C a tlaku 1 MPa z 98 % disociován. Vypočítejte K_p a K_c této reakce.
19. Jaké jsou hodnoty konstant K_p a K_c pro reakci $\text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O (g)}$ při 25 °C? Tenze vodní páry při této teplotě je 3,173 kPa.
20. Při kontaktním způsobu výroby kyseliny sírové bylo ve směsi před reakcí 10 obj. % oxidu siřičitého a 90 obj. % kyslíku a po reakci při 575 °C je 90 % SO_2 zoxidováno na SO_3 . Vypočítejte rovnovážné konstanty K_p a K_c , probíhá-li reakce za tlaku 100 kPa.
21. Při teplotě 27 °C a tlaku $1,0 \cdot 10^5$ Pa je stupeň disociace N_2O_4 20 %. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_p a stupeň disociace N_2O_4 , klesne-li při nezměněné teplotě tlak na $1,0 \cdot 10^4$ Pa.
22. Při 25 °C a tlaku $1,01 \cdot 10^5$ Pa je stupeň disociace SO_2Cl_2 na SO_2 a Cl_2 20 %. Určete konstanty K_p a K_c .
23. Rovnovážná konstanta reakce $2\text{HI (g)} \rightleftharpoons \text{H}_2 \text{ (g)} + \text{I}_2 \text{ (g)}$ má při 600 °C hodnotu $1,44 \cdot 10^{-2}$. Vypočítejte složení (v obj. %) a parciální tlaky složek směsi vzniklé zahřátím HI pod tlakem 500 kPa na tuto teplotu.
24. Desetilitrová nádoba, v níž se nachází 0,4 molu jodovodíku, byla zahřáta na 440 °C. Jaké budou koncentrace H_2 , I_2 a HI, je-li rovnovážná konstanta reakce $\text{H}_2 \text{ (g)} + \text{I}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2\text{HI (g)}$ při této teplotě $K_c = 49,5$?
25. Hodnota rovnovážné konstanty K_c vratné reakce $\text{Br}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2\text{Br (g)}$ je $8 \cdot 10^{-6}$. Jaká je rovnovážná koncentrace atomárního bromu, je-li koncentrace Br_2 1 mol dm^{-3} ?
26. Kolik ethylesteru kyseliny octové je možno získat při teplotě 25 °C esterifikací 240 g kyseliny octové 138 g ethylalkoholu? Rovnovážná konstanta K_c této reakce při uvedené teplotě je 4.
27. Dva moly kyseliny octové byly esterifikovány šesti moly ethanolu. Jaká množství jednotlivých komponent jsou přítomna v rovnovážné směsi, je-li rovnovážná konstanta $K_c = 4$?
28. Vypočítejte molární skupenské teplo vypařovací vody, víte-li, že tenze nasycené vodní páry při 30°C je 4,2 kPa a teplota varu vody při tlaku 70,1 kPa je 90 °C.
29. Disociační tlak uhličitánu hořečnatého při teplotě 450 °C je 906,6 Pa, při teplotě 490 °C 7866 Pa. Vypočítejte konstanty A a B v rovnici $\log p = A - B/T$ popisující závislost tohoto tlaku na teplotě.

6.3. Iontové rovnováhy v roztocích

A

1. Definujte následující pojmy: silné a slabé elektrolyty, disociační stupeň, disociační konstanta, konstanta tvorby a konstanta nestability komplexní částice, iontová síla roztoku, aktivita iontu v roztoku, aktivitní koeficient iontu, střední aktivitní koeficient elektrolytu.
2. Definujte kyseliny a zásady na základě teorie Arrheniovy, Brønstedovy a Lewisovy. Jak posuzujeme sílu kyselin a zásad? Uveďte hlavní myšlenky Pearsonovy teorie kyselin a zásad.
3. Které reakce se nazývají protolytickými?
4. Definujte iontový součin rozpouštědla (konstantu autoprotolýzy) a vodíkový exponent pH.

B

1. Vypočítejte aktivitu iontů Ba^{2+} a OH^- v 0,01 M roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Řešení:

Aktivita (a) a koncentrace (c) iontu souvisí vztahem $a = fc$, v němž f je aktivitní koeficient, pro který podle limitního Debye-Hückelova zákona při dostatečném zředění platí:

$$\log f = -\frac{1}{2}z^2\sqrt{\mu}$$

kde z je absolutní hodnota náboje iontu a μ iontová síla roztoku. Ta je definovaná vztahem $\mu = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$, v němž c_i je koncentrace uvažovaného iontu v mol dm^{-3} (ve zředěných vodných roztocích můžeme považovat koncentraci v mol kg^{-1} za rovnou koncentraci v mol dm^{-3}) a z_i jeho náboj. Iontová síla 0,01 M roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$ je $\mu = \frac{1}{2}(0,01 \cdot 2^2 + 2 \cdot 0,01 \cdot 1^2) = 0,03 \text{ mol dm}^{-3}$. Pro aktivitní koeficienty iontů Ba^{2+} a OH^- pak platí

$$\log f_+ = -0,5 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{0,03} = -0,3464; \quad f_+ = 0,450$$

$$\log f_- = -0,5 \cdot 1^2 \cdot \sqrt{0,03} = -0,0866; \quad f_- = 0,819$$

Aktivita Ba^{2+} je $0,01 \cdot 0,450 = 0,0045$, aktivita OH^- $0,02 \cdot 0,819 = 0,0164$.

2. Vypočítejte střední aktivitní koeficient 0,005 M roztoku ZnCl_2 .

Řešení:

Střední aktivitní koeficient silného elektrolytu je dán vztahem $f_{\pm} = (f_+^{v^+} f_-^{v^-})^{\frac{1}{v}}$, v němž f_+ a f_- jsou aktivitní koeficienty kationtu a aniontu, v^+ , v^- jsou počty kladných a záporných iontů, vzniklých disociací jedné molekuly a v je celkový počet iontů. Pro výpočet středního aktivitního koeficientu elektrolytu ve velmi zředěných roztocích ($c \leq 0,01 \text{ mol dm}^{-3}$) platí limitní Debye-Hückelův zákon

$$-\log f_{\pm} = A z_+ z_- \sqrt{\mu}$$

kde konstanta A je při 25 °C a dostatečném zředění rovna $\frac{1}{2}$, z_+ a z_- jsou absolutní hodnoty nábojů kationtu a aniontu a μ je iontová síla roztoku $\mu = \frac{1}{2}(0,005 \cdot 2^2 + 2 \cdot 0,005 \cdot 1^2) = 0,015 \text{ mol dm}^{-3}$. Pro střední aktivitní koeficient 0,005 M ZnCl_2 dostaneme $\log f_{\pm} = -0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,015} = -0,1225$ a $f_{\pm} = 0,754$.

Střední aktivitní koeficient 0,005 M roztoku ZnCl_2 je 0,754.

3. Jaké je pH 0,002 M roztoku kyseliny chlorovodíkové?

Řešení:

HCl je silná kyselina a v uvedeném roztoku je $[H^+] = 0,002 \text{ mol dm}^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Podle definice je $\text{pH} = -\log[H^+]$ a tedy $\text{pH} = -\log 2 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 2 = 2,7$.

0,002 M roztok HCl má pH 2,7.

4. Jaká je koncentrace oxoniových a hydroxidových iontů v roztoku, jehož pH je 4,4?

Řešení:

Podle definice je $\text{pH} = -\log [H_3O^+] = 4,4$ a tedy $\log [H_3O^+] = -4,4$ a $[H_3O^+] = 3,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$. Dále platí $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$ a z toho

$$[OH^-] = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{3,98 \cdot 10^{-5}} = 2,51 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$$

V roztoku o pH = 4,4 je $[H_3O^+] = 3,98 \cdot 10^{-5}$ a $[OH^-] = 2,51 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$.

5. Vypočítejte pH roztoku, který vznikne smísením 25 cm³ 0,1 M HCl a 10 cm³ 0,1 M NaOH.

Řešení:

Počet molů H_3O^+ obsažených ve 25 cm³ 0,1 M roztoku HCl je $(0,1 \cdot 25)/1000 \text{ cm}^3 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. Přidáním hydroxidu vneseme do roztoku $(0,1 \cdot 10)/1000 \text{ cm}^3 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ molu OH}^-$. Po neutralizaci zůstane $2,5 \cdot 10^{-3} - 1,0 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ molu } H_3O^+$. Koncentrace H_3O^+ pak bude

$$[H_3O^+] = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{0,035} = 4,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \quad \text{a} \quad \text{pH} = -\log 4,29 \cdot 10^{-2} = 1,37$$

pH připraveného roztoku je 1,37.

6. Vypočítejte pH 0,1 M roztoku amoniaku ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Řešení:

NH_3 je slabou zásadou a musíme tedy uvažovat rovnováhu $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$. Označíme-li koncentrace $[NH_4^+] = [OH^-] = x$, pak rovnovážná koncentrace $[NH_3]$ bude $(0,1 - x)$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{x^2}{0,1 - x} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Můžeme předpokládat, že $x \ll 0,1$ (tj. $(0,1 - x) \div 0,1$) a dostáváme $x^2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1$ a $x = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

$$[H_3O^+] = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,34 \cdot 10^{-3}} = 7,46 \cdot 10^{-12} \text{ mol dm}^{-3}$$

Dostáváme tedy $\text{pH} = -\log 7,46 \cdot 10^{-12} = 12 - \log 7,46 = 11,13$.

pH 0,1 M roztoku amoniaku je 11,13.

7. 0,1 M roztok kyseliny octové má pH = 2,88. Vypočítejte disociační konstantu K_a kyseliny octové a stupeň její disociace v tomto roztoku.

Řešení:

V roztoku CH_3COOH se ustavuje rovnováha $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

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

Z hodnoty pH vypočítáme $[\text{H}_3\text{O}^+]$, která se současně rovná $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$. $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,88$ a $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Koncentrace nedisociované kyseliny octové je za rovnováhy rovna původní koncentraci zmenšené o počet disociovaných molů $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 - 0,00132 = 9,87 \cdot 10^{-2}$. Po dosazení

$$K_a = \frac{1,32 \cdot 10^{-3} \cdot 1,32 \cdot 10^{-3}}{9,87 \cdot 10^{-2}} = 1,77 \cdot 10^{-5}$$

Stupeň disociace α pro CH_3COOH je dán poměrem počtu disociovaných molů k celkovému počtu molů rozpuštěné kyseliny

$$\alpha = \frac{1,32 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,32 \cdot 10^{-2}, \text{ tj. } 1,32 \%$$

Disociační konstanta kyseliny octové je $1,77 \cdot 10^{-5}$ a kyselina je disociována z 1,32 %.

8. V 0,01 M roztoku je amoniak disociován ze 4,2 %. Vypočítejte jeho disociační konstantu K_b .

Řešení:

Disociaci NH_3 v H_2O vystihuje rovnice $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$. Pro disociační konstantu platí

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

Je-li amoniak v 0,01 M roztoku disociován ze 4,2 %, pak pro počet molů iontů přítomných v roztoku platí $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = 0,01 \cdot 0,042 = 4,2 \cdot 10^{-4}$. Koncentrace nedisociovaného amoniaku je $[\text{NH}_3] = 1 \cdot 10^{-2} - 4,2 \cdot 10^{-4} = 9,58 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Po dosazení

$$K_b = \frac{4,2 \cdot 10^{-4} \cdot 4,2 \cdot 10^{-4}}{9,58 \cdot 10^{-3}} = 1,84 \cdot 10^{-5}$$

Disociační konstanta amoniaku je $1,84 \cdot 10^{-5}$.

9. Vypočítejte rovnovážné koncentrace iontů H_3O^+ , HS^- , S^{2-} a molekul H_2S přítomných v 0,01 M vodném roztoku sulfanu. Hodnota rovnovážné konstanty reakce $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$ je $K_a' = 8,51 \cdot 10^{-8}$ a pro $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{S}^{2-}$ je $K_a'' = 6,31 \cdot 10^{-13}$.

Řešení:

Protože K_a' je mnohem větší než K_a'' , je možné předpokládat, že prakticky všechny ionty H_3O^+ v roztoku vznikají disociací sulfanu do prvního stupně. Označíme-li rovnovážnou koncentraci $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HS}^-] = x$, pak $[\text{H}_2\text{S}] = 0,01 - x$; x můžeme proti 0,01 zanedbat a dostáváme

$$\frac{x^2}{0,01} = 8,51 \cdot 10^{-8} \quad x^2 = 8,51 \cdot 10^{-10} \quad x = 2,92 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

Rovnovážné koncentrace při disociaci do prvního stupně jsou $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HS}^-] = 2,92 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ a $[\text{H}_2\text{S}] = 1 \cdot 10^{-2} - 2,92 \cdot 10^{-5} \approx 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$. Koncentraci S^{2-} vypočítáme s využitím K_a''

$$K_a'' = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]}$$

Označíme-li počet molů iontů HS^- y , pak počet molů H_3O^+ a S^{2-} vzniklých touto disociací je také y . Celkové koncentrace po obou krocích disociace tedy jsou $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,95 \cdot 10^{-5} + y$, $[\text{S}^{2-}] = y$ a $[\text{HS}^-] = 2,95 \cdot 10^{-5} - y$. Pro

zjednodušení výpočtu je možno předpokládat, že koncentrace $[\text{H}_3\text{O}^+]$ a $[\text{HS}^-]$ jsou určeny prvním stupněm disociace a y proti těmto hodnotám zanedbat. Po dosazení dostáváme

$$K_a'' = \frac{2,95 \cdot 10^{-5} \cdot y}{2,95 \cdot 10^{-5}} = 6,31 \cdot 10^{-13} \quad y = 6,31 \cdot 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$$

Koncentrace částic přítomných za rovnováhy v 0,01 M roztoku H_2S jsou $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HS}^-] = 2,95 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{S}^{2-}] = 6,31 \cdot 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$ a $[\text{H}_2\text{S}] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

10. Vypočítejte K_b octanového aniontu. Pro kyselinu octovou je $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Řešení:

Konjugovanou kyselinou k octanovému aniontu CH_3COO^- je CH_3COOH . Mezi disociační konstantou kyseliny a konjugované zásady platí vztah $K_a \cdot K_b = K_v$. V daném případě

$$K_b = \frac{K_v}{K_a} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,56 \cdot 10^{-10}$$

K_b octanového aniontu je $5,56 \cdot 10^{-10}$.

C

- Určete molární koncentraci roztoku FeCl_3 , v němž koncentrace iontů chloridových je $0,6 \text{ mol dm}^{-3}$.
- Aktivita iontu je číselně rovna molaritě při
 - nízké teplotě
 - vysokém tlaku
 - nízké koncentraci
 - vysoké koncentraci
- Vypočítejte aktivity iontů
 - K^+ a OH^- v 0,005 M roztoku KOH
 - Fe^{3+} a Cl^- v 0,01 M roztoku FeCl_3
 - Al^{3+} a SO_4^{2-} v 0,008 M roztoku $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Vypočítejte aktivity iontů v roztoku, který obsahuje MgCl_2 o koncentraci $0,005 \text{ mol dm}^{-3}$ a MgSO_4 o koncentraci $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$.
- Vypočítejte iontovou sílu 0,02 M roztoku K_2SO_4 .
- Vypočítejte iontovou sílu roztoku, který obsahuje $0,01 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NaCl}$ a $0,02 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CaCl}_2$.
- Vypočítejte střední aktivitní koeficient AlCl_3 v $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ roztoku.
- Který z následujících elektrolytů - KCl , Na_2SO_4 , CaCl_2 , LaCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ - bude mít v roztoku o iontové síle $\mu = 0,001$ největší hodnotu středního aktivitního koeficientu?
- Kyselina chlorovodíková má v určitém zředěném roztoku hodnotu středního aktivitního koeficientu 0,9. Jakou hodnotu by měl tento koeficient v roztoku o stejné iontové síle pro kyselinu sírovou?
- Aktivitní koeficient síranu zinečnatého má v roztoku o určité koncentraci hodnotu 0,81. Jak se jeho hodnota změní, zvýší-li se koncentrace ZnSO_4 čtyřikrát?
- Rozpouštědlo solvatující proton představuje Brönstedovu kyselinu nebo zásadu?
- Která z následujících látek - sulfan, anilin, fenol, pyridin, kyanovodík, trimethylamin - se ve vodném prostředí chová jako kyselina?

13. Napište rovnice reakcí uvedených látek se zásadou B, z nichž vyplýne, že jde o Brønstedovy kyseliny
 a) $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ b) H_2S c) HClO d) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$ e) NH_4^+
14. Která z látek - H_2O , NH_3 , O^{2-} , HS^- - není Brønstedovou kyselinou?
15. K následujícím kyselinám - H_2SO_4 , HSO_4^- , $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, NH_3 , PH_3 , HNO_2 - určete konjugované baze.
16. Napište rovnice reakcí, které ukazují, že glycín $^+\text{H}_3\text{NCH}_2\text{COO}^-$ může ve vodném roztoku reagovat s kationty H_3O^+ jako zásada a s anionty OH^- jako kyselina.
17. Která z látek - HClO_4 , NaOH , H_2O , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ - je amfoterní?
18. Která z látek - NH_3 , Cl^- , H_2AsO_4^- , CH_3OH - není ve smyslu Brønstedovy teorie amfoterní?
19. Odhadněte, která z řady následujících kyselin - H_6XO_6 , H_2XO_4 , HXO , HXO_4 , HXO_2 - je nejsilnější.
20. Určete, která molekula či ion v uvedených dvojicích je silnější zásadou vůči H_3O^+
 a) Br^- , F^- b) NO_2^- , NO_3^- c) H_2O , NH_3 d) HF , CH_4
21. Seřad'te kyseliny AH^+ , BH^+ , CH^+ , DH^+ podle vzrůstající síly, víte-li, že rovnováha reakcí a) až c) je silně posunuta vpravo
 a) $\text{A} + \text{BH}^+ \rightleftharpoons \text{AH}^+ + \text{B}$ c) $\text{C} + \text{DH}^+ \rightleftharpoons \text{CH}^+ + \text{D}$
 b) $\text{BH}^+ + \text{D} \rightleftharpoons \text{DH}^+ + \text{B}$ d) $\text{AH}^+ + \text{D}$ nereaguje
22. Jsou dány následující reakce, jejichž rovnováha je posunuta doprava

$$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CN}^- \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{H}_2\text{PO}_4^-$$

$$\text{HCN} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CN}^-$$
 Seřad'te všechny zásady i kyseliny podle jejich rostoucí síly a navrhněte reakci, která by prokázala, že NH_2^- je silnější bazí než kterákoliv jiná, v rovnicích uvedená.
23. Alkohol má slabší protofilní vlastnosti než voda. Budou kyseliny v roztocích alkoholu disociovány více než ve vodných roztocích?
24. Která z látek - OH^- , CH_3COO^- , H_2O , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ - je nejsilnější zásadou v bezvodé kyselině octové?
25. K neutralizaci kationtu NH_4^+ v kapalném amoniaku je třeba
 a) OH^- b) NH_2^- c) NH_3 d) H_2O
26. Reakcí hydridového iontu H^- s vodou vzniká
 a) $\text{H}^+ + \text{OH}^-$ b) $\text{H}_2 + \text{OH}^-$ c) $\text{H}_2 + \text{H}^+$ d) H_3O^+
27. Ve vodném roztoku je kyselina octová slabou kyselinou. V kapalném amoniaku se bude chovat jako
 a) silná kyselina b) slabá zásada c) silná zásada
28. Ve vodných roztocích se kyselina octová chová jako slabá kyselina a anilin jako slabá zásada. V prostředí bezvodé kyseliny octové se bude anilin chovat jako
 a) slabá kyselina b) silná zásada c) silná kyselina
29. V protolytické reakci $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ probíhající v ledové kyselině octové, je CH_3COOH konjugovanou
 a) kyselinou zásady $\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ c) zásadou kyseliny HCl
 b) zásadou kyseliny $\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ d) kyselinou zásady Cl^-

30. Ve smyslu Lewisovy teorie je kyselina

- a) donorem protonu
b) akceptorem protonu
c) donorem elektronového páru
d) akceptorem elektronového páru

31. Určete, které z následujících látek - CO_3^{2-} , NO_2^- , HS^- , PH_3 , SO_3 - jsou Lewisovými kyselinami a které zásadami.

32. Určete Lewisovu kyselinu a zásadu v každé z následujících reakcí

- a) $\text{H}^+ + \text{CN}^- \longrightarrow \text{HCN}$
b) $\text{Ca}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Ca}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
c) $(\text{H}_3\text{C})_2\text{O} + \text{BCl}_3 \longrightarrow (\text{H}_3\text{C})_2\text{O} \cdot \text{BCl}_3$
d) $\text{SO}_2 + \text{C}_5\text{H}_5\text{N} \longrightarrow \text{C}_5\text{H}_5\text{N} \cdot \text{SO}_2$
e) $\text{O}^{2-} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CO}_3^{2-}$
f) $\text{GaCl}_3 + \text{N}(\text{CH}_3)_3 \longrightarrow \text{GaCl}_3 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_3$

33. Malý kation s konfigurací vzácného plynu a vysokým pozitivním nábojem obecně považujeme za

- a) silnou kyselinu
b) slabou kyselinu
c) silnou zásadou
d) slabou zásadou

34. V obou následujících trojicích - Be^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} ; Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} - určete nejsilnější Lewisovu kyselinu.

35. Fosfan PH_3 je v reakci $\text{PH}_3 + \text{NaH} \longrightarrow \text{NaPH}_2 + \text{H}_2$

- a) Lewisovou zásadou
b) Lewisovou kyselinou
c) Brønstedovou kyselinou
d) Brønstedovou zásadou

36. Disociační rovnováhy se uplatňují v roztocích elektrolytů

- a) pouze silných
b) pouze slabých
c) silných i slabých

37. Ve výrazu pro disociační konstantu elektrolytu můžeme nahradit aktivity koncentracemi

- a) u slabých elektrolytů
b) při velkých zředěních
c) nikdy

38. Určete, která z kyselin HCN ($K_a = 4,8 \cdot 10^{-10}$) a HNO_2 ($K_a = 5,0 \cdot 10^{-4}$) a při jaké koncentraci bude ve vodném roztoku nejvíce disociována

- a) 1 M HCN
b) 0,1 M HCN
c) 1 M HNO_2
d) 0,1 M HNO_2

39. Určete, která z následujících látek - NH_3 , HNO_3 , CH_3COOH , H_2O - má ve vodném roztoku nejvyšší disociační konstantu.

40. Iontový součin vody má při 25 °C hodnotu $1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

- a) v čisté vodě
b) ve zředěných roztocích solí
c) ve zředěných roztocích kyselin
d) ve zředěných roztocích zásad

41. Iontový součin vody se vzrůstající teplotou

- a) vzrůstá
b) klesá
c) nemění se

42. Při 25 °C má neutrální vodný roztok $\text{pH} = 7,00$. Jaké pH má tento roztok při 37 °C, je-li iontový součin vody při této teplotě $2,42 \cdot 10^{-14}$?

43. Jaké pH má $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ roztok NaOH ?

44. Vypočítejte pH 0,0025 M roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (jedná se o silnou zásadu).

45. Jaká je koncentrace hydroxidových iontů v 0,001 M roztoku HCl ?

46. Jaké bude pH výsledného roztoku, zředíme-li 25 cm^3 0,1 M roztoku HCl vodou na objem 400 cm^3 ?

47. Jaké bude výsledné pH , jestliže k 200 cm^3 roztoku HCl , jehož pH je 1,49, přidáme 50 cm^3 vody?

48. Do 300 cm^3 roztoku hydroxidu sodného, jehož $\text{pH} = 13$, přidáme 200 cm^3 $0,3\text{ M}$ roztoku HCl . Vypočítejte pH výsledného roztoku.
49. $50,00\text{ cm}^3$ 1 M roztoku HCl je titrováno 1 M roztokem NaOH . Vypočítejte pH roztoku po přidání
a) $49,99\text{ cm}^3$ b) $50,00\text{ cm}^3$ c) $50,01\text{ cm}^3$ titračního činidla.
50. Jaké je pH $0,1\text{ M}$ roztoku HNO_2 , jejíž disociační konstanta je $5,0 \cdot 10^{-4}$?
51. Vypočítejte pH a pOH $0,01\text{ M}$ roztoku kyseliny octové ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
52. Vypočítejte K_a kyseliny octové, jejíž $0,1\text{ M}$ roztok má pH $2,87$.
53. Jaká musí být koncentrace CH_3COOH ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$), aby její pH bylo $3,5$?
54. K_b amoniaku je $1,8 \cdot 10^{-5}$. Jaká musí být molární koncentrace amoniaku, aby $[\text{OH}^-]$ byla $1,5 \cdot 10^{-3}\text{ mol dm}^{-3}$?
55. pH $0,15$ molárního roztoku slabé jednosytné kyseliny je $2,35$. Vypočítejte její disociační konstantu.
56. Určete rozpustnost (v $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$) kyseliny benzoové ($K_a = 6,46 \cdot 10^{-5}$) ve vodě, víte-li, že její nasycený vodný roztok má pH $2,9$.
57. Disociační konstanta kyseliny fluorovodíkové při $25\text{ }^\circ\text{C}$ je $3,53 \cdot 10^{-4}$. Vypočítejte pH $0,1\text{ M}$ roztoku HF a téhož roztoku po přidání $0,2\text{ mol dm}^{-3}$ fluoridu draselného.
58. Vypočítejte koncentraci iontů oxoniových, uhličitánových a hydrogenuhličitánových v roztoku obsahujícím $0,01\text{ mol dm}^{-3}$ oxidu uhličitého. Pro H_2CO_3 je $K_a' = 4,3 \cdot 10^{-7}$ a $K_a'' = 5,61 \cdot 10^{-11}$.
59. Vypočítejte $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$, $[\text{HPO}_4^{2-}]$ a $[\text{PO}_4^{3-}]$ v $0,01\text{ M}$ roztoku kyseliny trihydrogenfosforečné. Disociační konstanty této kyseliny mají hodnoty $K_a' = 7,1 \cdot 10^{-3}$, $K_a'' = 6,2 \cdot 10^{-8}$ a $K_a''' = 4,4 \cdot 10^{-13}$.
60. Vypočítejte pH $0,1\text{ M}$ roztoku sulfanu ($K_a' = 1,1 \cdot 10^{-7}$, $K_a'' = 1,0 \cdot 10^{-15}$).
61. Citronová šťáva má obvykle $\text{pH} = 2,1$. Kdyby kyselost byla způsobena jen kyselinou citronovou, jejíž disociační konstanta (uvažujeme disociaci jen do 1. stupně) je $8,4 \cdot 10^{-4}$, jaká by musela být její koncentrace?
62. Vypočítejte stupeň disociace HCN ($K_a = 4,8 \cdot 10^{-10}$) v 1 M roztoku.
63. Vypočítejte stupeň disociace kyseliny octové ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) v $0,5\text{ M}$ roztoku a pH tohoto roztoku.
64. Stupeň disociace HCOOH v $0,2\text{ M}$ roztoku je $2,97\%$. Vypočítejte disociační konstantu této kyseliny.

6.4. Hydrolýza solí

A

1. Vysvětlete následující pojmy: hydrolýza solí, hydrolytická konstanta, stupeň hydrolýzy.
2. Jaký vztah existuje mezi hydrolytickou konstantou, disociační konstantou kyseliny, resp. zásady, a iontovým součinem vody?

B

1. Vypočítejte pH 0,1 M roztoku octanu sodného¹. Pro kyselinu octovou je $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Řešení:

Octan sodný je sůl slabé kyseliny a silné zásady. Octanový anion podléhá hydrolýze ve smyslu rovnice $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$. Rovnováha je dána hydrolytickou konstantou

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

pro niž platí $K_h = \frac{K_v}{K_a}$. Po dosazení

$$K_h = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,56 \cdot 10^{-10}$$

Označíme-li x počet molů CH_3COO^- , které podlely hydrolýze, pak také $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{OH}^-] = x$ a $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,1 - x \doteq 0,1$ a můžeme psát

$$K_h = \frac{x^2}{0,1} = 5,56 \cdot 10^{-10} \quad x^2 = 5,56 \cdot 10^{-11} \quad x = 7,45 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

$[\text{OH}^-] = 7,45 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$ a $\text{pOH} = 5,13$. Z toho $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 8,87$.

Roztok je alkalický a jeho pH je 8,87.

2. Jaké je pH 0,2 M roztoku sulfidu sodného? Hydrolytická konstanta sulfidového aniontu K_h je $1,58 \cdot 10^{-2}$.

Řešení:

Pro výpočet pH je důležitý pouze první stupeň hydrolýzy $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$

$$K_h = \frac{[\text{HS}^-][\text{OH}^-]}{[\text{S}^{2-}]} = 1,58 \cdot 10^{-2}$$

Označíme-li počet molů S^{2-} , které podlely hydrolýze x , bude $[\text{HS}^-] = [\text{OH}^-] = x$ a $[\text{S}^{2-}] = 0,2 - x$. Po dosazení do vztahu pro hydrolytickou konstantu dostaneme $x^2 \cdot (0,2 - x)^{-1} = 1,58 \cdot 10^{-2}$. Po úpravě dostaneme kvadratickou rovnici $x^2 + 1,58 \cdot 10^{-2}x - 3,16 \cdot 10^{-3} = 0$ s řešením $x = 4,89 \cdot 10^{-2}$. Je tedy $[\text{OH}^-] = 4,89 \cdot 10^{-2}$, $\text{pOH} = 1,31$ a $\text{pH} = 12,69$.

pH 0,2 M roztoku Na_2S je 12,69.

¹Pro výpočet pH roztoku soli slabé zásady a silné kyseliny o koncentraci c platí vztah $\text{pH} = \frac{1}{2} (14 - \text{p}K_b - \log c)$ a podobně pro sůl silné zásady a slabé kyseliny $\text{pH} = \frac{1}{2} (14 + \text{p}K_a + \log c)$ a pro sůl slabé kyseliny i slabé zásady $\text{pH} = \frac{1}{2} (14 + \text{p}K_a - \text{p}K_b)$.

3. Vypočítejte stupeň hydrolyzy NH_4Cl v 0,1 M roztoku (K_b amoniaku je $1,8 \cdot 10^{-5}$).

Řešení:

Hydrolyze podléhá kation amonný $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$. Pro hydrolytickou konstantu platí

$$K_h = \frac{K_v}{K_b} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,6 \cdot 10^{-10}$$

Označíme-li $[\text{NH}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x$, pak $[\text{NH}_4^+] = 0,1 - x \doteq 0,1$ a dosazením $x^2/0,1 = 5,6 \cdot 10^{-10}$. Hydrolyze tedy podle $x = 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$. Stupeň hydrolyzy β je definován jako poměr počtu molů soli, které zhydrolyzovaly, k celkové koncentraci soli (obvykle se vyjadřuje v procentech vynásobením tohoto poměru stem)

$$\beta = \frac{7,5 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 0,75 \cdot 10^{-4} \text{ tj. } 0,0075 \%$$

K výpočtu můžeme využít i vztahu mezi stupněm hydrolyzy β , disociační konstantou baze K_b a koncentrací soli c

$$\beta = \sqrt{\frac{K_v}{K_b c}} = \sqrt{\frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1}} = 0,75 \cdot 10^{-4} \text{ tj. } 0,0075 \%$$

Stupeň hydrolyzy chloridu amonného v 0,1 M roztoku je 0,0075 %.

C

- Které z uvedených látek - HCl , NH_3 , CH_3COOH , NH_4Cl - ve vodném roztoku podléhají hydrolyze?
- Z níže uvedených reakcí, probíhajících ve vodných roztocích, lze jako hydrolyzu označit

| | |
|---|--|
| a) $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ | d) $\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{CH}_3\text{COOH}$ |
| b) $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{NH}_4^+$ | e) $\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ |
| c) $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ | f) $\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$ |
- Hydrolyzou kationtu amonného vzniká

| | |
|---------------------------------------|---|
| a) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | c) $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ |
| b) $\text{NH}_3 + \text{OH}^-$ | d) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{OH}^-$ |
- Hydrolyzou aniontu CH_3COO^- vzniká

| | |
|--|--|
| a) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ | c) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ |
| b) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{OH}^-$ | d) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_3\text{O}^+$ |
- Hydrolyzou kationtu hexaaquachromitého $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ vzniká

| | |
|--|--|
| a) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})(\text{OH})_5]^{2+}$ | c) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$ |
| b) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})(\text{OH})_5]^{2-}$ | d) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{OH})]^{2+}$ |
- Hydrolyzou fiktivního kationtu S^{6+} by vznikl

| | | | |
|---------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| a) HSO_3^- | b) HSO_4^- | c) SO_2 | d) SO_3^{2-} |
|---------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
- Stupeň hydrolyzy je velký u iontu, který má

| | |
|--------------------------|-------------------------------|
| a) velký náboj i poloměr | c) velký náboj a malý poloměr |
| b) malý náboj i poloměr | d) malý náboj a velký poloměr |
- Jestliže vodný roztok octanu sodného zředíme vodou stokrát, stupeň hydrolyzy této soli

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| a) klesne přibližně desetkrát | c) vzroste přibližně desetkrát |
| b) klesne přibližně stokrát | d) vzroste přibližně stokrát |

9. Vodný roztok octanu amonného má $\text{pH} = 7$. Jestliže tento roztok zředíme, hodnota jeho pH
- klesne
 - vzroste
 - nezmění se
10. $[\text{H}_3\text{O}^+]$ bude nejnižší ve vodném roztoku, který obsahuje v 1 dm^3
- 0,2 molu HNO_3
 - 0,2 molu HCl
 - 0,2 molu CH_3COOH
 - 0,2 molu CH_3COONa
11. Nejvyšší pH bude mít roztok, který v 1 dm^3 obsahuje
- 0,1 molu NaOH
 - 0,1 molu CH_3COONa
 - 0,1 molu NH_3
 - 0,1 molu $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
12. Vypočítejte hydrolytickou konstantu hydrogenuhličitanového aniontu. Disociační konstanta kyseliny uhličitě do 1. stupně je $K_a' = 4,3 \cdot 10^{-7}$.
13. Vypočítejte pH 0,3 M roztoku NaF . Disociační konstanta kyseliny fluorovodíkové K_a je $3,53 \cdot 10^{-4}$.
14. Vypočítejte pH 0,25 M roztoku Na_2CO_3 . K_a pro ion HCO_3^- je $5,61 \cdot 10^{-11}$.
15. Určete pH 0,1 M roztoku kyanidu sodného. Hydrolytická konstanta kyanidového iontu je $2,08 \cdot 10^{-5}$.
16. Jaké pH má 0,01 M roztok chloridu amonného? Disociační konstanta amoniaku K_b je $1,8 \cdot 10^{-5}$.
17. Vypočítejte pH 0,4 M roztoku dusičnanu amonného. Disociační konstanta amoniaku K_b je $1,8 \cdot 10^{-5}$.
18. Vypočítejte pOH 1 M roztoku NaOCN . Pro HOCN je $K_a = 2,2 \cdot 10^{-4}$.
19. Vypočítejte pH 0,1 M roztoku NH_4OCN . Pro amoniak je $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ a pro HOCN $K_a = 2,2 \cdot 10^{-4}$.
20. Ke 40 cm^3 0,01 M kyseliny octové bylo přidáno 20 cm^3 0,02 M NaOH . Vypočítejte pH vzniklého roztoku. Pro kyselinu octovou K_a je $1,8 \cdot 10^{-5}$.
21. Vypočítejte stupeň hydrolýzy a pH 0,15 M roztoku chlornanu sodného. Disociační konstanta K_a pro HOCl je $3,2 \cdot 10^{-8}$.
22. Vypočítejte stupeň hydrolýzy K_2CrO_4 v 0,005 M roztoku. Disociační konstanty kyseliny chromové jsou $K_a' = 0,18$ a $K_a'' = 3,2 \cdot 10^{-7}$.
23. Vypočítejte stupeň hydrolýzy a pH 0,01 M roztoku octanu amonného. Pro kyselinu octovou K_a je $1,8 \cdot 10^{-5}$ a pro amoniak $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
24. Stupeň hydrolýzy fenolátu sodného v 0,1 M roztoku je 3 % při 25°C . Vypočítejte pH tohoto roztoku, disociační konstantu fenolu a hydrolytickou konstantu fenolátového aniontu.

6.5. Tlumivé roztoky

A

1. Co je to tlumivý roztok (pufr) a jak definujeme jeho kapacitu?
2. Uveďte a vysvětlete Henderson-Hasselbachovy vztahy pro výpočet pH tlumivých roztoků.

B

1. Tlumivý roztok byl připraven smísením 200 cm³ 0,6 M roztoku NH₃ a 300 cm³ 0,3 M roztoku NH₄Cl. Disociační konstanta amoniaku K_b je 1,8·10⁻⁵. Vypočítejte pH tlumivého roztoku a změnu pH, k níž dojde přidáním 0,02 molu H₃O⁺.

Řešení:

Počet molů amoniaku přidaného do roztoku je 0,6 mol dm⁻³ · 0,2 dm³ = 0,12 mol. Počet molů kationtu NH₄⁺ je 0,3 · 0,3 = 0,09 mol. Koncentrace těchto částic ve výsledném roztoku jsou

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,12}{0,5} = 0,24 \text{ mol dm}^{-3} \qquad \frac{0,09}{0,5}[\text{NH}_4^+] = \qquad = 0,18 \text{ mol dm}^{-3}$$

Koncentraci [OH⁻] v tomto alkalickém tlumivém roztoku vypočítáme pomocí K_b amoniaku. V rovnováze NH₃ + H₂O ⇌ NH₄⁺ + OH⁻ je

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \qquad [\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,24}{0,18} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

Z toho pOH = -log 2,4·10⁻⁵ = 4,62 a pH = 14 - pOH = 9,38. Stejný výsledek dostaneme i pomocí Henderson-Hasselbachova vztahu¹

$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_b + \log \frac{[\text{baze}]}{[\text{sůl}]} \qquad \text{pH} = 14 - \log 1,8 \cdot 10^{-5} + \log \frac{0,24}{0,18} = 9,38$$

pH tohoto tlumivého roztoku je 9,38.

Tlumivý účinek roztoku spočívá v reakci H₃O⁺ + NH₃ ⇌ NH₄⁺ + H₂O. Přidáme-li 0,02 molu H₃O⁺ k 500 cm³ roztoku (tj. 0,04 molu do 1 dm³) pak [H₃O⁺] = x, [NH₃] = 0,24 - 0,04 = 0,20 mol dm⁻³ a [NH₄⁺] = 0,18 + 0,04 = 0,22 mol dm⁻³. Po dosazení

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,20}{0,22} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \qquad \text{pOH} = 4,79 \quad \text{a} \quad \text{pH} = 9,21$$

Podobně z Henderson-Hasselbachovy rovnice dostaneme

$$\text{pH} = 14 - \log 1,8 \cdot 10^{-5} + \log \frac{0,20}{0,22} = 9,21$$

Přidavkem 0,02 molu H₃O⁺ se pH tlumivého roztoku změní jen o 0,17 jednotky.

¹Henderson-Hasselbachův vztah pro pH tlumivého roztoku vzniklého smísením slabé kyseliny a její soli má tvar $\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{sůl}]}{[\text{kyselina}]}$.

C

- Značnou tlumicí schopnost mají roztoky, vzniklé smíšením roztoků
 - silné kyseliny a silné zásady
 - silné kyseliny a slabé zásady
 - slabé kyseliny a silné zásady
 - slabé kyseliny a slabé zásady
- Roztok má tlumivé schopnosti, jestliže je v jeho 1 dm³ obsaženo
 - 1 mol CH₃COOH + 1 mol HCl
 - 1 mol NH₃ + 1 mol NaOH
 - 1 mol NH₄Cl + 1 mol HCl
 - 1 mol CH₃COOH + 0,5 molu NaOH
- Přidáním hydroxidu sodného k roztoku kyseliny octové
 - vzroste koncentrace CH₃COO⁻
 - vzroste koncentrace H₃O⁺
 - vzroste koncentrace CH₃COOH
 - klesne pH
- Smísením 0,1 molu NaOH, 0,1 molu CH₃COOH a 1 dm³ vody vznikne roztok, který je
 - kyselý
 - neutrální
 - alkalický
- Jestliže tlumivý roztok zředíme desetkrát vodou, jeho pH
 - vzroste
 - klesne
 - prakticky se nezmění
- Jestliže tlumivý roztok zředíme desetkrát vodou, jeho kapacita
 - vzroste
 - klesne
 - prakticky se nezmění
- Vypočítejte pH roztoku, který vznikl rozpuštěním stejných molárních množství chlornanu sodného a kyseliny chlorné ($K_a = 2,95 \cdot 10^{-8}$) ve vodě.
- Tlumivý roztok obsahuje v 1 dm³ 0,5 molu kyseliny octové ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) a 2,5 molu octanu sodného. Jaké je jeho pH?
- Tlumivý roztok byl připraven smísením 6 objemových dílů 0,1 M roztoku NaH₂PO₄ a 4 dílů 0,2 M roztoku Na₂HPO₄. Určete pH roztoku, jsou-li disociační konstanty kyseliny fosforečné $K_a' = 7,1 \cdot 10^{-3}$, $K_a'' = 6,2 \cdot 10^{-8}$ a $K_a''' = 4,4 \cdot 10^{-13}$.
- V jakém poměru musíme smísit kyselinu octovou a octan sodný, abychom získali tlumivý roztok o pH 5,70? Disociační konstanta kyseliny octové K_a je $1,8 \cdot 10^{-5}$.
- V 0,1 M roztoku kyseliny mravenčí byl rozpuštěn mravenčan sodný tak, aby i jeho koncentrace byla 0,1 mol dm⁻³. Jaké je pH vzniklého roztoku za předpokladu, že při rozpouštění nedošlo ke změně objemu? Disociační konstanta kyseliny mravenčí K_a je $1,77 \cdot 10^{-4}$.
- Rozpustíme-li 0,1 molu HCl v 1 dm³ čisté vody, bude roztok mít pH = 1. Jaké pH bude mít roztok, jestliže rozpustíme stejné množství plynného chlorovodíku v pufru, který obsahuje v 1 dm³ 0,5 molu kyseliny octové ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) a 2,5 molu octanu sodného?
- Při titraci 20 cm³ 1 M roztoku kyseliny propionové 0,5 M roztokem KOH byla k identifikaci ekvivalenčního bodu použita v jednom případě methyloranž, ve druhém fenolftalein. Disociační konstanta kyseliny propionové K_a je $1,32 \cdot 10^{-5}$. Vypočítejte pro oba případy spotřebu roztoku hydroxidu draselného, leží-li barevný přechod methyloranže při pH = 4 a fenolftaleinu při pH = 9.

6.6. Součin rozpustnosti

A

1. Pro které látky je možné součin rozpustnosti definovat?
2. Jaký vliv při srážení nerozpustné látky může mít použití nadbytku srážedla?

B

1. Rozpustnost síranu barnatého při 25 °C je $2,44 \cdot 10^{-3} \text{ g dm}^{-3}$. Vypočítejte jeho rozpustnost v mol dm^{-3} a součin rozpustnosti S . $M_r(\text{BaSO}_4) = 233,4$.

Řešení:

Z rozpustnosti vyjádřené v g dm^{-3} vypočítáme nejprve počet molů BaSO_4 obsažených v jednom dm^3 nasyceného roztoku

$$\begin{array}{rcl} 233,4 \text{ g} & \dots\dots\dots & 1 \text{ mol BaSO}_4 \\ 2,44 \cdot 10^{-3} \text{ g} & \dots\dots\dots & x \text{ mol BaSO}_4 \\ \hline & & x = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \end{array}$$

Disociací 1 molu BaSO_4 vzniká 1 mol Ba^{2+} a 1 mol SO_4^{2-} , takže $[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$. Po dosazení $S = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = (1,05 \cdot 10^{-5})^2 = 1,09 \cdot 10^{-10}$.

Nasycený roztok obsahuje $1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ síranu barnatého, součin rozpustnosti $S(\text{BaSO}_4) = 1,09 \cdot 10^{-10}$.

2. Bude se srážet síran olovnatý, smísíme-li 100 cm^3 $0,003 \text{ M}$ roztoku dusičnanu olovnatého se 400 cm^3 $0,04 \text{ M}$ roztoku Na_2SO_4 ? Součin rozpustnosti PbSO_4 je $1,51 \cdot 10^{-8}$.

Řešení:

100 cm^3 $0,003 \text{ M}$ roztoku $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ obsahuje $0,1 \cdot 0,003 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ molu Pb}^{2+}$. 400 cm^3 $0,04 \text{ M}$ roztoku Na_2SO_4 obsahuje $0,4 \cdot 0,004 = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ molu SO}_4^{2-}$. Smícháním vznikne $0,5 \text{ dm}^3$ roztoku, takže bude $[\text{Pb}^{2+}] = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ a $[\text{SO}_4^{2-}] = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

Hodnota součinu $[\text{Pb}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 3,2 \cdot 10^{-2} = 1,92 \cdot 10^{-5}$ je vyšší než součin rozpustnosti.

PbSO_4 se za daných podmínek bude srážet.

3. Kolikrát je menší rozpustnost síranu vápenatého v $0,1 \text{ M}$ roztoku Na_2SO_4 než v čisté vodě? Součin rozpustnosti CaSO_4 je $9,12 \cdot 10^{-6}$.

Řešení:

Rozpuštěním jednoho molu CaSO_4 ve vodě vznikne 1 mol Ca^{2+} a 1 mol SO_4^{2-} . Pro nasycený roztok CaSO_4 pak platí $S(\text{CaSO}_4) = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 9,12 \cdot 10^{-6}$. Protože $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] =$ množství rozpuštěného síranu vápenatého v mol dm^{-3} , je rozpustnost $\text{CaSO}_4 = \sqrt{9,12 \cdot 10^{-6}} = 3,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Označíme-li počet molů síranu vápenatého, které se rozpustí v 1 dm^3 $0,1 \text{ M}$ roztoku Na_2SO_4 jako x , pak i $[\text{Ca}^{2+}] = x$ a $[\text{SO}_4^{2-}] = x + 0,1$. I v tomto roztoku platí $S(\text{CaSO}_4) = x \cdot (x + 0,1) = 9,12 \cdot 10^{-6}$ a $x = 9,11 \cdot 10^{-5}$. Poměr rozpustnosti CaSO_4 ve vodě a v $0,1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ je tedy $3,02 \cdot 10^{-3} / 9,11 \cdot 10^{-5} = 33$.

Rozpustnost CaSO_4 v $0,1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ je 33x menší než ve vodě.

4. Roztok obsahuje ionty Pb^{2+} a Zn^{2+} o koncentraci $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$. Vypočítejte, v jakém rozmezí koncentrace H_3O^+ probíhá selektivní srážení sulfidů PbS ($S(\text{PbS}) = 2,51 \cdot 10^{-27}$) a ZnS ($S(\text{ZnS}) = 2,51 \cdot 10^{-22}$), je-li roztok syčen sulfanem. Roztok nasycený sulfanem obsahuje $0,1 \text{ molu H}_2\text{S}$ v 1 dm^3 , celková disociační konstanta sulfanu je $1,1 \cdot 10^{-22}$.

Řešení:

Ze součinu rozpustnosti sulfidu olovnatého vypočítáme koncentraci iontů $[\text{S}^{2-}]$ potřebnou na srážení PbS při dané koncentraci $[\text{Pb}^{2+}]$: $S(\text{PbS}) = [\text{Pb}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 2,51 \cdot 10^{-27}$

$$[\text{S}^{2-}] = \frac{2,51 \cdot 10^{-27}}{1,0 \cdot 10^{-3}} = 2,51 \cdot 10^{-24} \text{ mol dm}^{-3}$$

Z disociační konstanty H_2S vypočítáme $[\text{H}_3\text{O}^+]$, při níž $[\text{S}^{2-}]$ dosáhne hodnoty $2,51 \cdot 10^{-24} \text{ mol dm}^{-3}$

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot 2,51 \cdot 10^{-24}}{0,1} = 1,1 \cdot 10^{-22} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,09$$

PbS se začne srážet při koncentraci $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,09 \text{ mol dm}^{-3}$. Analogicky vypočítáme i $[\text{H}_3\text{O}^+]$, dovolující srážení ZnS : $S(\text{ZnS}) = [\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 2,51 \cdot 10^{-22}$

$$[\text{S}^{2-}] = \frac{2,51 \cdot 10^{-22}}{1,0 \cdot 10^{-3}} = 2,51 \cdot 10^{-19} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot 2,51 \cdot 10^{-19}}{0,1} = 1,1 \cdot 10^{-22} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 6,62 \cdot 10^{-3}$$

ZnS se bude srážet při koncentraci $[\text{H}_3\text{O}^+] \leq 6,62 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

PbS se sulfanem selektivně sráží v koncentračním intervalu $[\text{H}_3\text{O}^+]$ $2,09$ až $6,62 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Jakmile $[\text{H}_3\text{O}^+]$ klesne pod $6,62 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$, začne se srážet i ZnS .

5. Vypočítejte rozpustnost AgBr v 1 M roztoku amoniaku. Konstanta nestability iontu $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ je $6,8 \cdot 10^{-8}$. $S(\text{AgBr}) = 4,90 \cdot 10^{-13}$.

Řešení:

Při rozpouštění AgBr v amoniaku se tvoří komplexní ionty $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. Pro amoniakální roztok AgBr musí platit současně

$$\frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]} = 6,68 \cdot 10^{-8} \quad \text{a} \quad [\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 4,90 \cdot 10^{-13}$$

Označíme-li $[\text{Ag}^+] = x$, potom $[\text{Br}^-] = [\text{Ag}^+] + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$. Dá se předpokládat, že ve vzniklém roztoku bude koncentrace $[\text{Ag}^+]$ mnohem menší než $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$. Můžeme ji proto zanedbat a označit $[\text{Br}^-] = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = y$. Po dosazení dostaneme

$$\frac{x \cdot 1^2}{y} = 6,8 \cdot 10^{-8} \quad xy = 4,90 \cdot 10^{-13}$$

Z toho $x = 6,8 \cdot 10^{-8} \cdot y$; $6,8 \cdot 10^{-8} \cdot y^2 = 4,90 \cdot 10^{-13}$ a $y = 2,68 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

Koncentrace bromidových iontů a tím i rozpustnost AgBr v 1 M roztoku amoniaku je $2,68 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

C

1. Který ze sulfidů - NiS ($S(\text{NiS}) = 3,16 \cdot 10^{-19}$), MnS ($S(\text{MnS}) = 3,51 \cdot 10^{-13}$) a FeS ($S(\text{FeS}) = 6,31 \cdot 10^{-18}$) - je nejméně rozpustný?

2. Rozpustné soli barnaté jsou silně toxické. Síran barnatý je ve vodě velmi málo rozpustný a jeho suspenze ve vodě se proto používá jako kontrastní látky při rentgenografickém vyšetření zažívacího traktu. Navrhněte, jakým způsobem můžete snížit koncentraci Ba^{2+} v roztoku nad sraženinou BaSO_4 , má-li být suspenze BaSO_4 použito na takové vyšetření
 - a) zahříváním systému
 - b) přidáním H_2SO_4 (tak, aby $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ mol dm}^{-3}$)
 - c) přidáním BaSO_4
 - d) přidáním Na_2SO_4
3. Koncentrace stříbrných iontů v nasyceném roztoku šťavelanu stříbrného je $2,72 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$. Vypočítejte součin rozpustnosti $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
4. Rozpustnost jodidu měďného je $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ g/100 cm}^3$ vody. Vypočítejte součin rozpustnosti této látky.
5. Jaká je koncentrace stříbrných iontů v nasyceném roztoku jodidu stříbrného ($S(\text{AgI}) = 8,32 \cdot 10^{-17}$)?
6. Součin rozpustnosti chloridu stříbrného je $1,78 \cdot 10^{-10}$. Jaká je rozpustnost AgCl v mol dm^{-3} ?
7. Při teplotě 20°C je rozpustnost TlBr ($M_r(\text{TlBr}) = 284,27$) $5,23 \cdot 10^{-2} \text{ g/100 cm}^3$ a TlI ($M_r(\text{TlI}) = 331,27$) $8,4 \cdot 10^{-3} \text{ g/100 cm}^3$. Vypočítejte koncentrace iontů $[\text{Tl}^+]$, $[\text{Br}^-]$ a $[\text{I}^-]$ (v mol dm^{-3}) v roztoku nasyceném současně oběma solemi.
8. Součin rozpustnosti hydroxidu vápenatého je $3,72 \cdot 10^{-6}$. Vypočítejte pH jeho nasyceného roztoku.
9. Při čištění vody se využívá schopnosti voluminózní sraženiny $\text{Al}(\text{OH})_3$ vázat na sebe pevné nečistoty a látky zbarvující vodu, jde o tzv. čiření vody. Vypočítejte, kolik gramů hliníku zůstane v 1 dm^3 takto čištěné vody po odfiltrování vysráženého $\text{Al}(\text{OH})_3$. Součin rozpustnosti $\text{Al}(\text{OH})_3$ je $3,72 \cdot 10^{-33}$.
10. Součin rozpustnosti jodičnanu olovnatého je $2,63 \cdot 10^{-13}$. Jaká je rozpustnost $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ (v mol dm^{-3})?
11. Kolik gramů monohydrátu šťavelanu vápenatého se rozpustí ve vodě za vzniku 1 dm^3 nasyceného roztoku? $S(\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2,63 \cdot 10^{-9}$.
12. Součin rozpustnosti uhličitanu stříbrného je $8,13 \cdot 10^{-12}$. Jaká je rozpustnost této soli (v mol dm^{-3}) za předpokladu, že anion CO_3^{2-} nepodléhá hydrolyze?
13. Součin rozpustnosti chromanu barnatého je $1,17 \cdot 10^{-10}$. Vypočítejte rozpustnost BaCrO_4 v mol dm^{-3} a určete, kolik gramů chromanu barnatého se může rozpustit v 500 cm^3 vody.
14. Součin rozpustnosti $\text{Mg}(\text{OH})_2$ je $1,12 \cdot 10^{-11}$. Jaká je rozpustnost $\text{Mg}(\text{OH})_2$ v $0,1 \text{ M}$ roztoku NaOH ?
15. Součin rozpustnosti síranu strontnatého je $3,47 \cdot 10^{-7}$. Srovnajte rozpustnost SrSO_4 v čisté vodě a v roztoku, obsahujícím síran sodný o koncentraci $0,3 \text{ mol dm}^{-3}$.
16. Kolikrát je menší rozpustnost šťavelanu vápenatého v $0,05 \text{ M}$ roztoku šťavelanu amonného než v čisté vodě? Stupeň disociace $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ je za těchto podmínek 70% a $S(\text{CaC}_2\text{O}_4)$ je $2,63 \cdot 10^{-9}$.
17. Vypočítejte rozpustnost kyanidu stříbrného v tlumivém roztoku o $\text{pH} = 3$. $S(\text{AgCN})$ je $1,20 \cdot 10^{-16}$ a disociační konstanta kyseliny kyanovodíkové $K_a = 4,8 \cdot 10^{-10}$.
18. K 50 cm^3 roztoku, který obsahoval 1 g chloridu hořečnatého, bylo přidáno 50 cm^3 $0,2 \text{ M}$ roztoku amoniaku. Kolik gramů chloridu amonného je nutno přidat, aby se nevyloučil hydroxid hořečnatý? Součin rozpustnosti $\text{Mg}(\text{OH})_2$ je $1,12 \cdot 10^{-11}$, disociační konstanta amoniaku $1,8 \cdot 10^{-5}$.
19. Součin rozpustnosti fluoridu vápenatého je $2,69 \cdot 10^{-11}$ a malá rozpustnost této soli je příčinou nízkého obsahu fluoridových iontů v mořské vodě. Vypočítejte kolik gramů CaF_2 se rozpustí při 20°C v 1 dm^3 vody, jaká je koncentrace fluoridových iontů v mořské vodě, je-li v ní při 20°C $[\text{Ca}^{2+}] = 0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ a kolikrát větší je rozpustnost CaF_2 v čisté vodě než v mořské vodě.

20. Vysrážený chlorid olovnatý ($M_r(\text{PbCl}_2) = 278,1$) byl na filtru promýván 100 cm^3 destilované vody. Vypočítejte, kolik gramů PbCl_2 přešlo promýváním do filtrátu, je-li součin rozpustnosti PbCl_2 $1,62 \cdot 10^{-5}$.
21. K roztoku, v němž je koncentrace chromanových i šťavelanových iontů $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$, je přidáván roztok BaCl_2 . Bude se dříve vylučovat BaCrO_4 ($S(\text{BaCrO}_4) = 1,17 \cdot 10^{-10}$) nebo BaC_2O_4 ($S(\text{BaC}_2\text{O}_4) = 1,17 \cdot 10^{-7}$)?
22. Roztok obsahuje ionty Cl^- ($S(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$) v koncentraci $1,78 \cdot 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$, Br^- ($S(\text{AgBr}) = 4,90 \cdot 10^{-13}$) v koncentraci $4,90 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ a CrO_4^{2-} ($S(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 2,45 \cdot 10^{-12}$) v koncentraci $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$. Budeme-li k roztoku přidávat roztok AgNO_3 , která ze stříbrných solí se bude srážet jako první?
23. K $0,001 \text{ M}$ roztoku dusičnanu stříbrného ($S(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$) je pomalu přidávána HCl . Při jakém pH dojde ke srážení AgCl ?
24. Vyloučí se po smísení stejných objemů $0,01 \text{ M}$ MgCl_2 a $0,02 \text{ M}$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ sraženina šťavelanu hořečnatého? Součin rozpustnosti MgC_2O_4 je $8,57 \cdot 10^{-5}$.
25. Jaká musí být minimální koncentrace iontů S^{2-} , aby se z $0,1 \text{ M}$ roztoku kademnaté soli začal vylučovat CdS ($S(\text{CdS}) = 7,94 \cdot 10^{-27}$)?
26. K $0,1 \text{ M}$ roztoku $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ je postupně přidáván zředěný roztok K_2CrO_4 . Jaká může být maximální koncentrace CrO_4^{2-} ve vzniklém roztoku, aby nedošlo k vylučování BaCrO_4 ($S(\text{BaCrO}_4) = 1,17 \cdot 10^{-10}$)?
27. Jestliže vodný roztok obsahuje $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ molu}$ Pb^{2+} na 1 dm^3 , jaká musí být koncentrace S^{2-} , aby se začal srážet PbS ($S(\text{PbS}) = 2,51 \cdot 10^{-27}$)? Při jaké koncentraci H_3O^+ se v tomto roztoku začne srážet PbS , je-li roztok nasycen sulfanem. Koncentrace $[\text{H}_2\text{S}]$ v nasyceném roztoku je $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ a celková disociační konstanta sulfanu $1,1 \cdot 10^{-22}$.
28. Roztok obsahující v 1 dm^3 $0,1 \text{ molu}$ Sn^{2+} a $0,1 \text{ molu}$ Zn^{2+} je sycen sulfanem. Jaká musí být koncentrace oxoniových kationtů, aby se ve formě sulfidu vylučoval pouze jeden z přítomných iontů ($S(\text{SnS}) = 1,0 \cdot 10^{-25}$, $S(\text{ZnS}) = 2,51 \cdot 10^{-22}$)? Nasycený roztok obsahuje $0,1 \text{ molu}$ sulfanu v 1 dm^3 , celková disociační konstanta H_2S je $1,1 \cdot 10^{-22}$.
29. Roztok obsahuje ionty Pb^{2+} a Mn^{2+} ve stejné koncentraci $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$. Jaké bude rozmezí koncentrací H_3O^+ , v němž se bude PbS selektivně srážet nasyceným, tj. $0,1 \text{ M}$, roztokem sulfanu? Celková disociační konstanta H_2S je $1,1 \cdot 10^{-22}$, $S(\text{PbS}) = 2,51 \cdot 10^{-27}$ a $S(\text{MnS}) = 2,51 \cdot 10^{-13}$.
30. Roztok, který obsahuje v 1 dm^3 po $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ molu}$ Mn^{2+} a Cu^{2+} a $0,003 \text{ molu}$ HClO_4 , je sycen sulfanem. Který z obou iontů se bude srážet jako sulfid? Rozpustnost H_2S je $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, jeho disociační konstanty $K_a' = 1,1 \cdot 10^{-7}$, $K_a'' = 1,0 \cdot 10^{-15}$, $S(\text{MnS}) = 2,51 \cdot 10^{-13}$ a $S(\text{CuS}) = 6,31 \cdot 10^{-36}$.
31. Jaká je rozpustnost chloridu stříbrného v 1 dm^3 1 M amoniaku? $S(\text{AgCl})$ je $1,78 \cdot 10^{-10}$, konstanta nestálosti iontu $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ $6,8 \cdot 10^{-8}$.
32. Kolik pevného hydroxidu sodného je třeba přidat k 1 dm^3 vody, aby se rozpustilo $0,1 \text{ molu}$ hydroxidu zinečnatého za vzniku tetrahydroxozinečnanu? Součin rozpustnosti $\text{Zn}(\text{OH})_2$ je $4,5 \cdot 10^{-17}$, konstanta nestálosti iontu $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ $3,6 \cdot 10^{-16}$.
33. Může se vylučovat sraženina jodidu stříbrného přidáním $0,001 \text{ molu}$ iontů I^- k 1 dm^3 $0,1 \text{ M}$ roztoku $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ obsahujícího 1 mol nadbytečného amoniaku? Konstanta nestálosti kationtu $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ je $6,8 \cdot 10^{-8}$; $S(\text{AgI}) = 8,32 \cdot 10^{-17}$.
34. Může se vylučovat sraženina jodidu stříbrného ($S(\text{AgI}) = 8,32 \cdot 10^{-17}$) přidáním $0,001 \text{ molu}$ iontů I^- k 1 dm^3 $0,1 \text{ M}$ roztoku $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ obsahujícího 1 mol nadbytečného kyanidu draselného? Konstanta nestálosti aniontu $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ je $1,0 \cdot 10^{-21}$.

35. Kolik amoniaku je třeba přidat k roztoku obsahujícímu 0,004 molu Ag^+ , aby nedošlo ke srážení AgCl ($S(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$) v případě, že koncentrace $[\text{Cl}^-]$ dosáhne hodnoty $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$? Konstanta nestálosti kationtu $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ je $6,8 \cdot 10^{-8}$.

D

Posuďte, které z následujících výroků jsou správné a které nesprávné. Odpovědi zdůvodněte.

1. Entropie jako stavová veličina je mírou neuspořádanosti soustavy.
2. Enthalpie látky nemůže být nikdy nižší než její vnitřní energie.
3. Enthalpie látky s rostoucí teplotou roste.
4. Změna enthalpie u exotermických reakcí má kladnou hodnotu.
5. Podléhá-li látka spontánní přeměně, její entropie roste.
6. Roste-li teplota látky, roste i její entropie.
7. Jestliže podchlazená kapalina tuhne, její entropie roste.
8. Jestliže látka taje, její entropie roste.
9. Entropie aperitivu Martini je větší než součet entropií ginu a vermutu, z nichž se Martini připravuje.
10. V přírodě probíhají samovolně takové reakce, při nichž roste Gibbsova energie soustavy.
11. Jestliže podchlazená kapalina za konstantní teploty a tlaku ztuhne, volná energie (F) kapaliny klesne.
12. Reakce s vysokou aktivační energií jsou endotermické.
13. Rychlost katalyzované reakce je nezávislá na koncentraci katalyzátoru.
14. Jestliže hodnota rovnovážné konstanty roste s teplotou, musí být reakce endotermická.
15. Přidání inertiálního plynu k rovnovážné směsi plynů nemá vliv na rovnovážné koncentrace výchozích látek ani reakčních produktů, pokud se tlak směsi nezmění.
16. Zvyšování teploty při rovnovážné reakci posune rovnováhu ve směru reakcí, při nichž se teplo uvolňuje.
17. Tepelný rozklad uhličitanu vápenatého je příkladem reakce, při níž se ustavuje heterogenní rovnováha.
18. Stupeň disociace slabého elektrolytu v roztoku nezávisí na koncentraci tohoto elektrolytu.
19. Arrheniova teorie kyselin a zásad platí pouze pro vodné roztoky.
20. Lewisova kyselina je látka schopná poskytnout elektronový pár pro tvorbu dativní kovalentní vazby.
21. Kyselina a její konjugovaná zásada vzájemně reagují za vzniku soli a vody.
22. Kyselina selenová je silná dvojsytná kyselina. Anion hydrogenselenanový HSeO_4^- je proto silná base.
23. CH_3OH je slabší base než voda. Kyselina octová bude proto v methanolu disociována více než ve vodě.
24. Dá se předpokládat, že ion s vysokým nábojem a malým poloměrem bude snadno podléhat hydrolyze.
25. Čím slabší je kyselina, tím silněji jsou její soli hydrolyzovány.
26. Zředíme-li roztok slabé kyseliny, potom počet molů nedisociované kyseliny klesne.
27. Titrujeme-li roztok amoniaku kyselinou chlorovodíkovou, pak je pH ekvivalenčního bodu větší než 7.
28. Přídavkem amoniaku k vodnému roztoku slabé kyseliny klesne koncentrace hydroxidových iontů.
29. Vodný roztok dusičnanu draselného je prakticky neutrální.
30. Vodný roztok octanu sodného reaguje alkalicky.
31. Je možno předpokládat, že vodný roztok NaHSO_4 bude kyselý.
32. Součin rozpustnosti je definován pouze pro silně zředěné roztoky slabých elektrolytů.
33. Jestliže rozpustnost látky roste s teplotou, pak s rostoucí teplotou musí růst i její součin rozpustnosti.
34. Rozpustnost $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ve vodě je možno snížit přidáním NaOH .
35. Rozpustnost chloridu stříbrného ve vodě je možno zvýšit přídavkem amoniaku k roztoku.

7. Základy elektrochemie

7.1. Elektrolýza

A

1. Vysvětlete princip vedení elektrického proudu roztoky elektrolytů.
2. Formulujte Faradayovy zákony pro elektrolýzu.

B

1. Kolik mědi se při elektrolýze vyloučí z roztoku síranu měďnatého, jestliže jím necháme procházet dvě hodiny proud o intenzitě 1,50 A?

Řešení:

Podle Faradayova zákona je množství látky m vyloučené při elektrolýze dáno vztahem

$$m = \frac{M_m It}{zF}$$

v němž M_m je molární hmotnost, F Faradayova konstanta (96487 C mol^{-1}), t čas (s), z počet vyměňovaných elektronů a I intenzita proudu (A). Dosazením dostaneme

$$m = \frac{63,54 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1,50 \text{ A} \cdot 7200 \text{ s}}{2 \cdot 96487 \text{ A s mol}^{-1}} = 3,56 \text{ g Cu}$$

Elektrolýzou získáme 3,56 g Cu.

C

1. Náboj elektronu je $1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Vypočítejte Avogadrovu konstantu.
2. Za šest minut bylo při elektrolýze roztoku AgNO_3 získáno 0,5634 g stříbra. Jaká byla intenzita proudu?
3. Roztokem měďnaté soli procházel dvě hodiny elektrický proud a na katodě se při tom vyloučilo 13,0 g mědi. Jaká byla intenzita použitého proudu?
4. Jaká proudová intenzita je třeba, aby elektrolyzátor dodával za normálních podmínek 2 dm^3 vodíku za hodinu?
5. Jak dlouho musí procházet taveninou sodné soli proud o intenzitě 2 A, aby se na katodě vyloučilo 2,3 g Na?
6. Kolik času je třeba k přípravě $2,5 \text{ dm}^3$ vodíku při teplotě 18°C a tlaku 100,0 kPa, jestliže elektrolyzujeme roztok síranu sodného proudem o intenzitě 2 A?
7. Kolik elektronů je potřeba k získání 1 gramu mědi při elektrolýze roztoku měďnaté soli?
8. Gadolinium ($A_r^{\text{stř.}}(\text{Ga}) = 157,25$) bylo rozpuštěno v kyselině chlorovodíkové a roztok podroben elektrolýze. Nábojem 3208 C se na katodě vyloučilo 1,7427 g kovu. Vypočítejte náboj iontu gadolinia.
9. Proudem o určité intenzitě bylo po jisté době vyloučeno z roztoku stříbrné soli 3,500 g Ag. Stejný náboj vyloučil z roztoku obsahujícího kationty M^{2+} 1,031 g kovu M. Určete relativní atomovou hmotnost kovu.
10. Kolik dm^3 třaskavého plynu vznikne za normálních podmínek elektrolýzou vody, jestliže elektrolyzátem projde náboj 1 F?
11. K demonstračním pokusům je třeba připravit $2,5 \text{ dm}^3$ třaskavého plynu. Jak dlouho musí při teplotě 22°C a tlaku 100,0 kPa procházet roztokem zředěné kyseliny sírové proud o intenzitě 2,5 A?

12. 250 cm^3 $0,8$ molárního roztoku síranu nikelnatého bylo elektrolyzováno 1 hodinu proudem 5 A . Jaká je koncentrace Ni^{2+} v roztoku po skončení elektrolýzy?
13. 100 cm^3 1 M roztoku síranu měďnatého prochází 10 minut proud $0,75\text{ A}$. Za předpokladu, že při elektrolýze nedochází ke změně objemu a na anodě probíhá reakce $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^-$, vypočítejte objem vyloučeného kyslíku za normálních podmínek a pH roztoku po skončení elektrolýzy.
14. Do roztoku zinečnaté soli byl ponořen železný drát o průměru 5 mm , dlouhý 80 cm . Jak silnou vrstvou zinku se tento drát pokryje, necháme-li jím 40 minut protékat proud o intenzitě 2 A ? Výtěžek elektrolýzy je 92% , hustota zinku $7,1\text{ g cm}^{-3}$.
15. Kolik elektrické energie je zapotřebí k výrobě 100 kg elektrolytické mědi, jestliže napětí na svorkách elektrolyzéro je $1,5\text{ V}$ a proudový výtěžek 90% .
16. Hořčík se vyrábí elektrolýzou taveniny MgCl_2 . Proudový výtěžek je 88% , použité napětí 6 V . Jak velké byly náklady na elektrickou energii k získání 1 tuny hořčíku, stála-li 1 kWh $5,00\text{ Kč}$?

7.2. Elektrodové potenciály, galvanické články

A

1. Vysvětlete následující pojmy: elektrodový potenciál (E), standardní elektrodový potenciál (E^0), elektrochemická řada napětí, elektromotorické napětí článku (EMN a EMN^0), redoxní potenciál, primární a sekundární zdroje elektrického proudu.
2. Formulujte Nernstovu a Nernstovu - Petersovu rovnici.
3. Jak je možno využít měření elektromotorického napětí článku ke stanovení rovnovážné konstanty reakce, příp. součinu rozpustnosti?

B

1. Vypočítejte elektrodový potenciál zinkové elektrody ponořené do 0,2 M roztoku $ZnCl_2$. Standardní potenciál soustavy Zn^{2+}/Zn je -0,76 V.

Řešení:

Závislost potenciálu kovové elektrody ponořené do roztoku soli daného kovu na koncentraci tohoto roztoku je dána Nernstovou rovnicí

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln c = E^0 + \frac{0,0592}{n} \log c$$

kde E^0 je standardní redoxní potenciál dané soustavy, c je molární koncentrace roztoku soli a n počet vyměňovaných elektronů. V daném případě:

$$E = E^0 + \frac{0,0592}{2} \log 0,2 = -0,76 + 0,0296 \cdot (-0,70) = -0,781 \text{ V}$$

Mezi zinkovou elektrodou a 0,2 M roztokem chloridu zinečnatého se ustaví potenciál -0,781 V.

2. Vypočítejte standardní elektromotorické napětí článku $Mn/Mn^{2+}||Zn^{2+}/Zn$. Jaké chemické reakce probíhají v tomto článku? Standardní potenciál soustavy Zn^{2+}/Zn je -0,76 V, soustavy Mn^{2+}/Mn -1,03 V.

Řešení:

$$EMN^0 = -0,76 \text{ V} - (-1,03 \text{ V}) = 0,27 \text{ V}$$

Vzhledem k tomu, že Zn^{2+} má pozitivnější redoxní potenciál, bude mangan oxidován a v článku bude probíhat reakce $Zn^{2+} + Mn(s) \rightleftharpoons Zn(s) + Mn^{2+}$.

3. Vypočítejte EMN článku $Zn/(0,4 \text{ M } Zn^{2+})||(0,02 \text{ M } Cu^{2+})/Cu$. Standardní potenciály jsou Zn^{2+}/Zn -0,76 V a Cu^{2+}/Cu 0,34 V.

Řešení:

Dosazením do Nernstova vztahu vypočítáme potenciály elektrod:

$$E_{zn} = -0,76 + \frac{0,0592}{2} \log 0,4 = -0,77 \text{ V}$$

$$E_{\text{cu}} = 0,34 + \frac{0,0592}{2} \log 0,02 = 0,29 \text{ V}$$

EMN článku je dána rozdílem potenciálů $E_{\text{Cu}} - E_{\text{Zn}} = 0,29 - (-0,77) = 1,06 \text{ V}$.

4. Standardní potenciál $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ je 0,771 V. Jaký potenciál vůči vodíkové elektrodě bude mít platinový drátek ponořený do roztoku, v němž $[\text{Fe}^{3+}] = 0,03 \text{ mol dm}^{-3}$ a $[\text{Fe}^{2+}] = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$?

Řešení:

Hledaný potenciál vypočítáme z Nernstovy - Petersovy rovnice:

$$E = E_o + \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]} = 0,771 + \frac{0,0592}{1} \log \frac{0,03}{0,1} = 0,74 \text{ V}$$

Platinový drátek ponořený do uvedeného roztoku vykazuje vůči vodíkové elektrodě potenciál +0,74 V.

5. EMN⁰ článku, v němž probíhá reakce $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ je 1,1 V. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_c této reakce při 25 °C.

Řešení:

Pro EMN⁰ článku, v němž probíhá reakce, jejíž rovnováhu charakterizuje rovnovážná konstanta K_c platí při 25 °C:

$$\text{EMN}^0 = \frac{0,0592}{n} \log K_c \qquad \log K_c = \frac{n \cdot \text{EMN}^0}{0,0592}$$

V našem případě:

$$\log K_c = \frac{2 \cdot 1,1}{0,0592} = 37,16 \qquad K_c = 1,45 \cdot 10^{37}$$

Rovnovážná konstanta K_c má hodnotu $1,45 \cdot 10^{37}$.

C

- Elektroodový potenciál Mg^{2+}/Mg nezávisí na
 - teplotě
 - velikosti elektrody
 - koncentraci Mg^{2+}
 - čistotě Mg elektrody
- Které z dále uvedených kovů je nikl schopen vytěsnit z roztoků jejich solí? Standardní potenciály jsou: Ni^{2+}/Ni -0,25 V, Mg^{2+}/Mg -2,38 V, Ag^{+}/Ag 0,80 V, Al^{3+}/Al -1,67 V, Cu^{2+}/Cu 0,34 V, Zn^{2+}/Zn -0,76 V a Sn^{2+}/Sn -0,14 V.
- Které z následujících kovů - Mn^{2+}/Mn (-1,03 V), Cr^{3+}/Cr (-0,74 V), Cd^{2+}/Cd (-0,40 V), $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$ (0,80 V) a Ag^{+}/Ag (0,80 V) - se budou rozpouštět ve zředěné kyselině chlorovodíkové? V závorkách jsou uvedeny jejich standardní potenciály.
- Vypočítejte pro každý z následujících kovů potenciál, který se ustaví mezi kovovou elektrodou a 0,1 M roztokem soli tohoto kovu. Standardní potenciály soustav jsou

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| a) Fe^{2+}/Fe -0,44 V | c) Ag^{+}/Ag 0,80 V | e) Mn^{2+}/Mn -1,03 V |
| b) Cu^{2+}/Cu 0,34 V | d) Sn^{2+}/Sn -0,14 V | f) Cd^{2+}/Cd -0,40 V |
- Může v roztoku o jednotkových koncentracích oxidovat Fe^{3+} bromidy na Br_2 ? Standardní potenciály jsou $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 0,77 V a Br_2/Br^- 1,07 V.

6. Bude za standardních podmínek probíhat reakce mezi kyselinou dusičnou a roztokem chloridu železnatého? Standardní potenciály jsou NO_3^-/NO 0,96 V a $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 0,77 V.
7. Jak se bude měnit potenciál elektrody $\text{Pt}/\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$ s rostoucí koncentrací železnatých iontů?
8. Jak se změní potenciál soustavy, ve které probíhá reakce $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}_3\text{O}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ a v níž $[\text{MnO}_4^-] = [\text{Mn}^{2+}]$, klesne-li koncentrace H_3O^+ z původní 1 mol dm^{-3} na $1,0 \cdot 10^{-4}$ mol dm^{-3} ? Standardní potenciál $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ je 1,49 V.
9. Ponoříme-li platinový drátek do roztoku, obsahujícího chlorid železnatý a chlorid železitý v molárním poměru 10 : 1 a zoxidujeme-li tento roztok tak, aby se poměr koncentrací obou solí změnil na 1 : 10, jak se změní potenciál elektrody vůči roztoku?
10. Napište rovnici chemické reakce probíhající v galvanickém článku $\text{Cd}/\text{CdSO}_4(\text{aq}) \parallel \text{CuSO}_4(\text{aq})/\text{Cu}$.
11. Vypočítejte standardní elektromotorické napětí článku (EMN^0) $\text{Cu}/\text{CuCl}_2(\text{aq}) \parallel \text{Cl}_2(\text{g})/\text{Pt}$, v němž probíhá reakce $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$. Standardní potenciály jsou Cu^{2+}/Cu 0,34 V a Cl_2/Cl^- 1,36 V.
12. Vypočítejte EMN^0 článků, v nichž probíhají za normálního tlaku následující reakce
 - a) $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{I}^- (1 \text{ M}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- (1 \text{ M}) + \text{I}_2(\text{s})$
 - b) $2\text{Ag}^+ (1 \text{ M}) + \text{Sn}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+} (1 \text{ M})$
 - c) $\text{MnO}_4^- (1 \text{ M}) + 8\text{H}^+ (1 \text{ M}) + 5\text{Cl}^- (1 \text{ M}) \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} (1 \text{ M}) + 4\text{H}_2\text{O} + 5/2\text{Cl}_2$
 Standardní potenciály: I_2/I^- 0,54V, Cl_2/Cl^- 1,36 V, $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ 1,49 V, Ag^+/Ag 0,80 V a Sn^{2+}/Sn -0,14 V.
13. Vypočítejte EMN článku, v němž probíhá reakce $\text{Cd}(\text{s}) + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$, je-li koncentrace H_3O^+ rovna $1,0 \cdot 10^{-3}$ mol dm^{-3} , $[\text{Cd}^{2+}] = 1,0$ mol dm^{-3} , tlak vodíku je 101325 Pa a standardní potenciál Cd^{2+}/Cd činí -0,40 V.
14. EMN článku, v němž probíhá reakce $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}(\text{s})$ je za standardních podmínek 1,10 V. Vypočítejte poměr koncentrací Zn^{2+} a Cu^{2+} v okamžiku, kdy EMN článku klesne na 1,0 V.
15. Aktivitní koeficienty CuCl_2 v 0,1 M roztoku a NiCl_2 v 0,01 M roztoku jsou 0,518, resp. 0,753. Standardní potenciály jsou Cu^{2+}/Cu 0,34 V, Ni^{2+}/Ni -0,25 V. Vypočítejte standardní elektromotorické napětí článku $\text{Ni}/(0,01\text{M NiCl}_2) \parallel (0,1\text{M CuCl}_2)/\text{Cu}$.
16. Jestliže v galvanickém článku $\text{Zn}/\text{ZnSO}_4(\text{aq}) \parallel \text{CuSO}_4(\text{aq})/\text{Cu}$ zdvojnásobíme aktivity síranu zinečnatého i měďnatého, jak se změní jeho elektromotorické napětí?
17. Přepětí vodíku na zinku je -0,72 V, standardní potenciály jsou pro H^+/H_2 -0,41 V ($[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-7}$ mol dm^{-3}) a pro Zn^{2+}/Zn -0,76 V. Při jakém napětí můžeme získat elektrolyticky zinek z neutrálního roztoku, v němž $[\text{Zn}^{2+}] = 0,01$ mol dm^{-3} , aniž by se současně vylučoval vodík? Při jaké koncentraci $[\text{Zn}^{2+}]$ již nebude možné elektrolyticky získat zinek z roztoku?
18. Vypočítejte rovnovážnou konstantu reakce $\text{Sn}(\text{s}) + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + \text{Ni}(\text{s})$. Bude reakce probíhat samovolně? Standardní potenciály jsou Ni^{2+}/Ni -0,25 V a Sn^{2+}/Sn -0,14 V.
19. Vypočítejte konstantu K_c reakce $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Sn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$. Standardní potenciály jsou Sn^{2+}/Sn -0,14 V a Cu^{2+}/Cu 0,34 V.
20. Bude za standardních podmínek roztok KMnO_4 v kyselém prostředí oxidovat zlato na Au^+ ? Vypočítejte rovnovážnou konstantu této reakce. Standardní potenciály jsou $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ 1,49 V a Au^+/Au 1,68 V.

21. Popište chemické děje probíhající při nabíjení a vybíjení olověného akumulátoru.
 22. Popište chemické děje, které probíhají při odběru proudu z nikl-kadmiového akumulátoru.
 23. Jaký chemický děj umožňuje odebírat proud z Leclancheova (suchého) článku?
-

D

Posuďte, které výroky jsou správné a které jsou nesprávné. Odpovědi zdůvodněte.

1. Nejelektropozitivnější kovy mají nejnegativnější standardní redoxní potenciály.
2. Kovy se zápornými standardními potenciály se rozpouštějí ve zředěných kyselinách za vývoje vodíku.
3. Dobré redukční činidlo je snadno oxidováno.
4. Měď bude redukovat kationty Ag^+ .
5. Elektroda, na níž při elektrolýze dochází k redukci, se nazývá katoda.
6. V galvanickém článku se proud elektronů pohybuje od katody k anodě.
7. Zvětšení kovových elektrod v galvanickém článku má za následek vzrůst jeho elektromotorického napětí.
8. Potenciál, který se ustaví mezi kovem elektrody a ionty tohoto kovu v roztoku, do něhož je elektroda ponořena, nezávisí na koncentraci iontů kovu v roztoku.
9. Je-li elektrolyzován vodný roztok HCl , vylučuje se na anodě vodík.
10. Koroze železa se dá urychlit přidáním kyseliny.
11. Absolutní hodnotu standardního potenciálu kovu je možno přímo experimentálně určit.
12. Potenciál standardní vodíkové elektrody je podle konvence při libovolné teplotě nulový.
13. Ušlechtilé kovy mají nízkou elektropozitivitu a snadno tvoří kationty.
14. Čím větší je rozdíl potenciálů dvou soustav, tím účinnější bude jejich vzájemné oxidačně-redukční působení.
15. Pasivace kovů není elektrochemický děj.

8. Názvosloví anorganických sloučenin

8.1. Obecné principy názvosloví

A , B

V chemii jsou základními informačními jednotkami symboly, vzorce a názvy prvků a sloučenin. Musí proto existovat přesná pravidla pro jejich tvorbu, aby byly přesné a srozumitelné všem uživatelům. Formulací pravidel, podle nichž se zapisují chemické vzorce a tvoří názvy chemických sloučenin, se zabývá chemické názvosloví.

Chemické názvosloví odráží současný stav poznání a rozvíjí se na základě nových poznatků všech odvětví chemie. S rozvojem chemického poznání je třeba zavádět nové pojmy a hledat pro ně odpovídající jazykové vyjádření. Proto i názvoslovná norma přijatá v roce 1972 je postupně rozvíjena a doplňována.

Základním principem moderního názvosloví je jeho racionálnost. Názvoslovná pravidla musí umožnit vytvořit srozumitelný název kterékoliv chemické sloučeniny, přičemž podle potřeby musí být možno do názvu vložit i další informace, především strukturního charakteru. Je však třeba se vyhnout tomu, aby se nevhodnou aplikací názvoslovných pravidel vytvářely názvy málo srozumitelné nebo zbytečně přeuročené.

Názvosloví anorganických sloučenin využívá při tvorbě názvů převážně adičního principu, i když nevylučuje použití principu substitučního, charakteristického pro názvosloví organické chemie. Někdy je možno výhodně využít názvoslovná pravidla formulovaná pro koordinační sloučeniny i pro sloučeniny jednoduché.

Základní veličinou, na níž je názvosloví anorganické chemie vybudováno, je oxidační číslo prvků. Jde o pojem formální a oxidační číslo velmi často neodpovídá skutečné elektronové konfiguraci v molekule. Právě tato jeho vlastnost může někdy působit názvoslovné potíže.

Pro názvoslovné účely je **oxidační číslo** prvku definováno jako elektrický náboj, který by byl na atomu prvku přítomen, kdyby elektrony každé vazby z prvku vycházející byly přiděleny elektronegativnějšímu z obou vazebných partnerů. Vodík ve spojení s nekovy je konvenčně považován za složku elektropozitivnější. Atom prvku v základním stavu má oxidační číslo nula a vazba mezi atomy téhož druhu nepřispívá k oxidačnímu číslu.

Existuje řada sloučenin, v nichž je určení oxidačního čísla sporné. Mají-li oba vzájemně vázané prvky přibližně stejnou elektronegativitu, je nutno přihlídnout k chemickému chování sloučeniny.

| Částice | Oxidační čísla atomů | Částice | Oxidační čísla atomů |
|---|---|--------------------------|---|
| CO_3^{2-} | $\text{C}^{\text{IV}}, \text{O}^{\text{II}}$ | P_4 | P^0 |
| CH_4 | $\text{C}^{\text{IV}}, \text{H}^{\text{I}}$ | P_2H_4 | $\text{P}^{\text{II}}, \text{H}^{\text{I}}$ |
| NH_4^+ | $\text{N}^{\text{III}}, \text{H}^{\text{I}}$ | O_2F_2 | $\text{O}^{\text{I}}, \text{F}^{\text{I}}$ |
| NF_4^+ | $\text{N}^{\text{V}}, \text{F}^{\text{I}}$ | $\text{Ni}(\text{CO})_4$ | $\text{Ni}^0, \text{C}^{\text{II}}, \text{O}^{\text{II}}$ |
| $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ | $\text{Pt}^{\text{II}}, \text{Cl}^{\text{I}}, \text{N}^{\text{III}}, \text{H}^{\text{I}}$ | | |

Oxidační číslo, uvedené římskými číslicemi v kulatých závorkách bezprostředně za názvem prvku ve sloučenině nebo ve vzorcích bez závorek jako pravý horní index u symbolu prvku, se nazývá **Stockovým** oxidačním číslem. K vyznačení nábojů složitějších iontů se používá **Ewensovo-Bassettovo** číslo psané bezprostředně za názvem iontu v kulatých závorkách arabskými číslicemi následovanými znaménkem náboje

| | |
|--|---|
| UO_2SO_4 | síran uranylu(2+) |
| $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CO})_4]$ | tetrakarbonylferrid(-II) disodný nebo tetrakarbonylferrid(2-) disodný |
| $\text{Pb}_2^{\text{II}}\text{Pb}^{\text{IV}}\text{O}_4$ | tetraoxid diolovnatu-olovičitý |

K označení kladných oxidačních čísel prvků se v českém názvosloví používá zakončení uvedených v následující tabulce

| Oxidační číslo | Zakončení | |
|----------------|--------------|----------------|
| | kationtu | aniontu |
| I | -ný | -nan |
| II | -natý | -natan |
| III | -itý | -itan |
| IV | -ičitý | -ičitan |
| V | -ičný, -ečný | -ičnan, -ečnan |
| VI | -ový | -an |
| VII | -istý | -istan |
| VIII | -ičelý | -ičelan |

Pro záporné oxidační číslo se užívá koncovka **-id**, bez ohledu na jeho velikost.

C

- Určete oxidační čísla všech atomů v následujících sloučeninách: BaO_2 , SiO_2 , CH_3OH , LiBH_4 , HBrO_4 , H_2NCN , VOCl_3 , CO .
- Vepište Stockova čísla k symbolům centrálních atomů: PuF_7^{2-} , BeF_4^{2-} , $\text{V}_3\text{O}_9^{3-}$, $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$, CrF_4O^- , UO_5^{4-} , $\text{Ce}_6(\text{OH})_4\text{O}_4^{12+}$, $\text{Si}_3\text{O}_8^{4-}$, XeO_6^{4-} .
- Doplňte náboje u částic: $[\text{Au}^{\text{III}}\text{Cl}_3(\text{OH})]$, $[\text{Ag}^{\text{III}}(\text{Te}^{\text{VI}}\text{O}_6)_2]$, $[\text{Mo}_6^{\text{II}}\text{Cl}_8]$, $[\text{Ni}_2^{\text{I}}(\text{CN})_6]$, $[\text{Ni}^0(\text{CO})_2(\text{PF}_3)_2]$, $[\text{P}_2^{\text{V}}\text{W}_{18}^{\text{VI}}\text{O}_{62}]$, $[\text{Cr}_3^{\text{III}}(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{O}]$, $[\text{Be}_4^{\text{II}}(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{O}]$.
- Určete oxidační čísla centrálních atomů v následujících sloučeninách: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}[\text{OsO}_3\text{N}]$, $\text{K}_4[\text{Ru}_2\text{Cl}_{10}\text{O}]$, $\text{Cs}[\text{Au}(\text{NO}_3)_4]$, $\text{K}_4[\text{Ni}(\text{CN})_4]$, $\text{CrO}(\text{O}_2)_2$, $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CO})_4]$, $\text{Na}[\text{Fe}(\text{CO})_4]$, $\text{K}_6\text{H}[\text{Ag}(\text{I}^{\text{VII}}\text{O}_6)_2]$, $\text{K}[\text{CrH}(\text{CO})_5]$, $\text{K}_4[\text{U}(\text{SCN})_8]$, $[\text{Ni}(\text{PF}_3)_4]$, $\text{Na}[\text{BH}(\text{CH}_3\text{O})_3]$.
- Jaká budou zakončení názvů kationtů v těchto sloučeninách
 - M_2O , MO_4 , MO , M_2O_7 , M_2O_3 , M_2O_5 , MO_2 , MO_3
 - $\text{M}(\text{OH})\text{O}$, MCl_3O , $\text{MO}(\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_4)$, $\text{MP}^{\text{V}}\text{O}_4$, $\text{MI}_2^{\text{VII}}\text{O}_9$, $\text{MSi}^{\text{IV}}\text{O}_4$, $\text{MH}_2(\text{P}_2^{\text{V}}\text{O}_7)$
 - $[\text{M}_2(\text{OH})_2]^{4+}$, $\text{M}_3\text{Cl}_2(\text{OH})_4$, $\text{M}_3\text{V}_{10}^{\text{V}}\text{O}_{28}$, $[\text{M}_2(\text{NH}_3)_{10}\text{OH}]^{5+}$, $[\text{M}_6\text{Cl}_8]^{4+}$
- Jaká budou zakončení názvů těchto aniontů
 - MO_2^- , MO_2^{2-} , MO_3^{3-} , MO_3^{2-} , MO_3^- , MO_4^{4-} , MO_4^{3-} , MO_4^{2-} , MO_4^- , MO_6^{4-}
 - MF_4^- , MF_5^{2-} , MF_6^- , MF_8^{4-} , MF_7^{2-}
 - $\text{M}_2\text{O}_5^{2-}$, $\text{M}_2\text{O}_7^{2-}$, $\text{M}_2\text{O}_7^{4-}$, $\text{M}_3\text{O}_{10}^{2-}$, $\text{M}_3\text{O}_9^{3-}$, $\text{M}_3\text{O}_6^{3-}$, $\text{M}_3\text{O}_8^{4-}$, $\text{M}_6\text{O}_{18}^{12-}$
- Jaká budou zakončení názvů těchto kyselin
 - HMO , HMO_2 , HMO_3 , HMO_4 , H_2MO_2 , H_2MO_3 , H_2MO_4 , H_3MO_3 , H_3MO_4 , H_3MO_5 , H_4MO_3 , H_4MO_4 , H_4MO_5 , H_4MO_6
 - $\text{H}_2\text{M}_2\text{O}_2$, $\text{H}_2\text{M}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{M}_2\text{O}_5$, $\text{H}_2\text{M}_2\text{O}_7$, $\text{H}_4\text{M}_2\text{O}_9$, $\text{H}_4\text{M}_2\text{O}_7$, HM_3O_8 , HM_5O_8 , $\text{H}_4\text{M}_4\text{O}_{12}$, $\text{H}_4\text{M}_6\text{O}_{11}$

8.2. Názvy prvků a jejich skupin

A , B

Názvy a symboly (značky) prvků jsou uvedeny v příloze I. Izotopy prvků s výjimkou vodíku nemají samostatné názvy a značky. Pro izotopy vodíku je možno použít následujících názvů a symbolů

| | |
|-------------------------------------|---------------------|
| protium (čti protium nebo procium) | ^1H |
| deuterium | ^2H nebo D |
| tritium (čti tritium nebo triciium) | ^3H nebo T |

Prvky je možno dělit na kovy, polokovy a nekovy. Je i nadále povoleno používání skupinových názvů

| | |
|------------------------|--|
| alkalické kovy | Li, Na, K, Rb, Cs, Fr |
| kovy alkalických zemin | Ca, Sr, Ba, Ra |
| chalkogeny | O, S, Se, Te, Po |
| halogeny | F, Cl, Br, I, At |
| prvky vzácných zemin | Sc, Y, La, Ce až Lu |
| lanthanoidy | Ce až Lu |
| aktinoidy | Th až Lr |
| uranoidy | Np, Pu |
| curoidy | Bk až Lr |
| transurany | prvky následující za uranem |
| přechodné prvky | prvky s částečně zaplněnými d-orbitaly |
| triely | B, Al, Ga, In, Tl |
| tetrelly | C, Si, Ge, Sn, Pb |
| pentely | N, P, As, Sb, Bi |

Nukleonové číslo, atomové (protonové) číslo, počet atomů v molekule a náboj iontu se vyjadřují číselnými indexy umístěnými vlevo nahoře, vlevo dole, vpravo dole a vpravo nahoře u symbolu prvku. Symbol ${}_{16}^{32}\text{S}_2^{2-}$ tedy představuje disulfidový anion se dvěma zápornými náboji, který je tvořen dvěma atomy síry s protonovým číslem 16 a hmotnostním číslem 32.

Jaderné rovnice lze psát buď podle vzoru



kde symbol před závorkou značí výchozí nuklid, první symbol v závorce označuje ostřelující částici, druhý emitovanou částici a symbol za závorkou popisuje vznikající nuklid.

Má-li se zdůraznit, že sloučenina obsahuje určitý izotop, píše se za názvem prvku pomlčka a v hranaté závorce se uvede jeho symbol s hmotnostním číslem

| | | | |
|------------------------------------|--|-------------------------------|--|
| ${}^{32}\text{PCl}_3$ | chlorid fosforitý- $[{}^{32}\text{P}]$ | ${}^{15}\text{N}_2\text{H}_3$ | amoniak- $[{}^{15}\text{N}, {}^2\text{H}]$ |
| ${}^2\text{H}_2{}^{35}\text{SO}_4$ | kyselina- $[{}^2\text{H}]$ sírová- $[{}^{35}\text{S}]$ | | |

C

- Charakterizujte každý z uvedených prvků skupinovými názvy: Cs, Ba, In, Ge, Ce, Pu, Mo, Br, Sc, Tm.
- Uveďte všechny informace, které jsou obsaženy v následujících symbolech: ${}_{17}^{35}\text{Cl}^-$, ${}_{87}^{223}\text{Fr}^+$, ${}_{90}^{232}\text{Th}^{4+}$, ${}_{16}^{32}\text{S}_8$, ${}_{15}^{31}\text{P}_4$, D_2 , ${}^{15}\text{O}$, H_2 , ${}^{32}\text{S}_2$.
- Najděte chyby v následujících symbolech částic: ${}_{84}^{215}\text{At}$, ${}_2^1\text{H}^-$, ${}_1^2\text{D}$, ${}_1^1\text{He}$, ${}_{20}^{20}\text{Ca}^{2+}$, ${}_4^6\text{Li}^+$.

8.3. Chemické vzorce a názvy sloučenin

A , B

Vzorce poskytují nejjednodušší a nejnázornější charakteristiku anorganických sloučenin. Používají se především v chemických rovnicích a preparačních návodech. Použití v textu se obecně nedoporučuje, ale v řadě případů je i zde přehledný vzorec výhodnější než těžkopádný a někdy obtížně srozumitelný název. Vzorce je možno podle způsobu jejich použití psát několika způsoby.

Stechiometrický (empirický) vzorec vyjadřuje stechiometrické složení sloučeniny. Počet sloučených atomů se vyznačuje číselným indexem vpravo dole za značkou prvku (číslice 1 se neuvádí) a vzorec se obvykle uzavírá do složených závorek - $\{\text{NH}_2\}$, $\{\text{AlCl}_3\}$, $\{\text{SiO}_2\}$, $\{\text{P}_2\text{O}_5\}$, $\{\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7\}$.

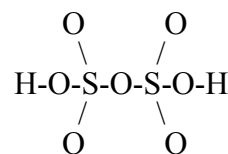
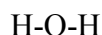
Molekulový vzorec vyjadřuje nejen stechiometrické složení látky, ale i její relativní molekulovou hmotnost. Umožňuje odlišit polymerní formy sloučenin

| | | | |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|
| NO_2 | oxid dusičitý monomerní | N_2H_4 | hydrazin |
| N_2O_4 | oxid dusičitý dimerní | P_4O_{10} | oxid fosforečný |

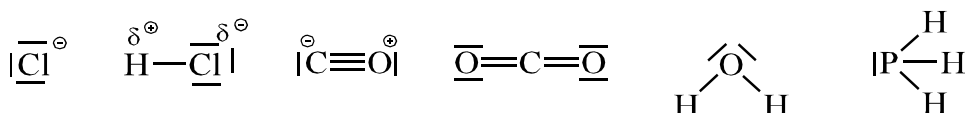
Funkční (racionální) vzorec umožňuje zdůraznit existenci charakteristických atomových seskupení (funkčních skupin) v dané sloučenině. Je zjednodušenou formou strukturního vzorce. Funkční skupiny je možno pro větší přehlednost uzavírat do kulatých závorek nebo je oddělovat tečkou nebo vazebnou čárkou. Chceme-li zdůraznit, že funkční skupina, molekula nebo ion je komplexní, uvádí se v hranatých závorkách. Vzorec solvatující molekuly v krystalosolvátu se od vzorce základní sloučeniny odděluje tečkou, která se v názvu čte "plus". Počet molekul se vyjádří číslicí před vzorcem (obvykle se od něj neodděluje mezerou). Analogicky se píše i vzorce podvojných sloučenin.

| Vzorec | |
|---|---|
| stechiometrický | funkční |
| $\{\text{H}_2\text{NO}\}$ | NH_4NO_2 |
| $\{\text{NH}\}$ | NH_4N_3 |
| $\{\text{CaH}_2\text{O}_2\}$ | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
| $\{\text{NH}_2\}$ | $\text{H}_2\text{N}.\text{NH}_2$, $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$, $(\text{NH}_2)_2$ |
| $\{\text{K}_2\text{PtCl}_6\}$ | $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ |
| $\{\text{FeH}_{14}\text{SO}_5\}$ | $\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$ |
| $\{\text{KMgH}_{12}\text{Cl}_3\text{O}_6\}$ | $\text{KCl}.\text{MgCl}_2.6\text{H}_2\text{O}$ |

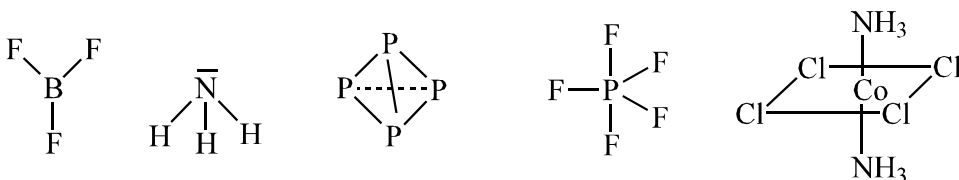
Strukturní (konstituční) vzorec zobrazuje uspořádání navzájem sloučených atomů, zpravidla však neudává prostorové uspořádání molekuly



Jeho variantou je **elektronový strukturní** vzorec graficky vyjadřující uspořádání valenčních elektronů, tedy i nevazebných, kolem všech atomů ve sloučenině. Parciální náboje na atomech spojených kovaletní vazbou se vyznačují znaménky (+) nebo (-), případně δ^+ a δ^- , umístěnými nad symbolem prvku



Geometrický vzorec znázorňuje v mezích daných technikou grafického zobrazení skutečné prostorové geometrické uspořádání atomů ve sloučenině



Krystalochemický vzorec vyjadřuje koordinaci každého atomu, iontu či molekuly v krystalu, tj. počet atomů, iontů nebo molekul, které bezprostředně daný atom, ion či molekulu obklopují. Je to vlastně stechiometrický vzorec, k němuž ve tvaru zlomku přidáváme koordinační čísla



Ve vzorcích se uvádí elektropozitivní součást sloučeniny vždy na prvním místě, přestože v názvu je pořadí opačné (RbCl - chlorid rubidný). U binárních, ternárních i složitějších sloučenin nekovů se prvky uvádějí v pořadí - Rn, Xe, Kr, B, Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F.

U sloučenin tří a více prvků je třeba dodržovat pořadí odpovídající tomu, jak jsou prvky skutečně vázány. Nedodržení tohoto pravidla může vést k záměně některých sloučenin (na př. kyselina kyanatá, isokyanatá a fulminová; viz str. 111). Je-li ve sloučenině vázáno několik atomů či skupin na tentýž atom, uvádí se nejprve centrální atom a za ním následují ostatní složky v abecedním pořadí.

Názvy sloučenin se tvoří z názvů jejich součástí tak, aby co nejlépe vystihovaly stechiometrické poměry i strukturu dané sloučeniny. Ve většině případů je název sloučeniny složen z podstatného a přídavného jména. Podstatné jméno je odvozeno od elektronegativní části sloučeniny, přídavné jméno charakterizuje část elektropozitivní. V názvu se dodržuje pořadí podstatné jméno - přídavné jméno



Název elektronegativní složky sestávající z atomů jednoho prvku, s výjimkou sloučenin vodíku s nekovy se tvoří koncovkou **-id**



Je-li elektronegativní složka tvořena více atomy, lze obvykle jeden atom označit jako centrální. K základu názvu centrálního atomu se připojí zakončení **-an**, jemuž předchází zakončení oxidačního čísla centrálního atomu. V případě potřeby je možno název zpřesnit podle pravidel platných pro názvosloví koordinačních sloučenin

| | | | |
|---------------------------|----------------|---------------------------|---------------------|
| Li_2SeO_4 | selenan lithný | $\text{Sr}(\text{OCl})_2$ | chlornan strontnatý |
|---------------------------|----------------|---------------------------|---------------------|

Ve druhém pádu se název elektropozitivní složky uvádí v názvech nevalenčních sloučenin (Fe_2P - fosfid diželeza), sloučenin s atomovými skupinami zakončenými na **-yl** ($\text{Ni}(\text{CO})_4$ - tetrakarbonyl niklu), složených kationtů ($\text{H}_3\text{O}^+ \text{ClO}_4^-$ - chloristan oxonia), některých sloučenin kyslíku (H_2O_2 - peroxid vodíku, O_2F_2 - difluorid dikyslíku) a některých komplexů.

Stechiometrické složení sloučenin se v názvu vyznačuje jednak zakončeními podle oxidačních čísel, jednak číslovkovými předponami. Při počtu vyšším než dvanáct se číslovkové předpony nahrazují arabskými číslicemi. Je-li počet atomů velký, užívá se předpony **poly-**. K vyznačení počtu větších atomových skupin nebo tam, kde by použití jednoduchých číslovkových předpon vedlo k nejasnostem, se používá násobných číslovkových předpon odvozených od základních číslovkových předpon příponou **-kis**. Je-li název sloučeniny jednoznačný, je možno číslovkové předpony vynechat

| | |
|------------------------------|---|
| Na_2S_2 | disulfid disodný (sodný) |
| Li_2HPO_4 | hydrogenfosforečnan dilithný (lithný) |
| $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | bis(fosforečnan) trivápenatý (fosforečnan vápenatý) |
| $(\text{SO}_3)_3$ | oxid sírový trimerní |

U některých vodíkatých sloučenin je možno použít jednoslovný název, v němž se na prvním místě uvede název prvku nebo atomové skupiny se zakončením **-o** a připojí se slovo vodík

| | | | |
|-------------|-------------|--------------|------------|
| HF | fluorovodík | HCN | kyanovodík |
|-------------|-------------|--------------|------------|

Názvy vodíkatých sloučenin prvků 13. až 16. skupiny periodického systému i sloučenin odvozených se tvoří použitím koncovky **-an**

| | | | |
|-------------------------|----------|------------------------|------------|
| AlH_3 | alan | AsH_3 | arsan |
| BH_3 | boran | SbH_3 | stíban |
| B_2H_6 | diboran | BiH_3 | bismutan |
| SiH_4 | silan | H_2S | sulfan |
| Si_2H_6 | disilan | H_2S_x | polysulfan |
| PH_3 | fosfan | H_2Se | selan |
| P_2H_4 | difosfan | H_2Te | tellan |

C

- Napište stechiometrický, molekulový a funkční vzorec a nakreslete strukturní vzorec následujících látek: hydrazin, kyselina sírová, dichlordisilan, peroxid vodíku, dusitan amonný, azid amonný, kyselina trihydrogenfosforečná.
- K následujícím stechiometrickým vzorcům najděte vždy alespoň dva různé molekulové a funkční vzorce: $\{\text{S}\}$, $\{\text{CH}_2\}$, $\{\text{SO}_3\}$, $\{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}\}$, $\{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}\}$, $\{\text{PtCl}_2\text{N}_2\text{H}_6\}$.
- Nakreslete elektronové strukturní a geometrické vzorce následujících molekul (iontů): H_2O , NH_3 , CN^- , CS_2 , SO_2 , IF_5 , ClO_2 , PF_5 , SO_3 , XeF_4 .

4. Napište krystalochemické vzorce sloučenin: CsCl , CaF_2 , ZnS , BN , Cu_2O , NH_4F (typ *wurtzit*).
5. Napište vzorce následujících látek: hexaborid vápníku, tetraborid thoria, karbid čtyřboru, disilicid vápníku, trisulfan, dimethyldiboran, tetramethylsilan, astatovodík, chloralan, difluordiselan, bismutan, dodekakarboxyl triosmia, 16-karboxyl hexarhenia, tetrakis(trifluorofosfin) niklu
6. Rozhodněte a zdůvodněte, kdy použijete jednoduchou a kdy násobnou číslovkovou předponu pro označení přítomnosti dvou stejných částic ve sloučenině : Cl^- , HPO_4^{2-} , CH_3NH_2 , S^{2-} , $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$, O_2^{2-} , OH^- .

8.4. Názvy iontů a atomových skupin

A , B

Jednoatomové kationty mají názvy tvořené ze základu názvu prvku a koncovky určené oxidačním číslem atomu. Víceatomové ionty odvozené z jednoatomových aniontů adicí protonů a jejich deriváty mají zakončení **-onium**. Stejně se tvoří názvy kationtů vytvořených připojením protonu k molekule sloučeniny nemající charakter kyseliny. Připojí-li se proton k molekule kyseliny s víceatomovým aniontem, používá se koncovky **-acidium**

| | |
|-------------------------------|---|
| Na^+ | kation sodný |
| Ce^{4+} | kation ceričitý |
| XH_4^+ (X=P,As,Sb) | fosfonium, arsonium, stibonium |
| XH_3^+ (X=O,S,Se,Te) | oxonium, sulfonium, selenonium, telluronium |
| XH_2^+ (X=F,I) | fluoronium, jodonium |
| $\text{Sb}(\text{CH}_3)_4^+$ | tetramethylstibonium |
| Cl_2F^+ | dichlorfluoronium |
| H_2NO_3^+ | nitratacidium |
| $\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ | acetatacidium (acetacidium) |

Ion NH_4^+ se nazývá ion amonný. Zakončením **-amonný** se tvoří názvy všech kationtů odvozených substitucí od amoniaku nebo jiných zásad, jejichž pojmenování končí na **-amin**

| | | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|
| $[(\text{CH}_3)_3\text{NH}]^+$ | kation trimethylamonný | HONH_3^+ | kation hydroxylamonný |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|

Názvy kationtů odvozených adicí protonu na jiné dusíkaté zásady se tvoří použitím koncovky **-ium**. Lze-li od dusíkaté zásady vytvořit více než jeden kation, je účelné v názvu vyznačit jeho náboj

| | | | |
|-------------------------------------|------------|-----------------------------|------------------|
| $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$ | anilinium | N_2H_5^+ | hydrazinium (1+) |
| $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$ | pyridinium | $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$ | hydrazinium (2+) |

Je-li složený kation zakončen na **-acidium** nebo **-ium**, je v názvu solí uváděn ve 2.pádu

| | | | |
|--|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| $(\text{H}_3\text{SO}_4)\text{ClO}_4$ | chloristan sulfatacidia | $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$ | chlorid hydrazinia |
| $(\text{H}_2\text{NO}_3)_2\text{SO}_4$ | síran nitratacidia | $\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2$ | dichlorid hydrazinia |

Jednoatomové a některé víceatomové anionty mají zakončení **-id**

| | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| H^- ion hydridový | O^{2-} ion oxidový | N^{3-} ion nitridový |
| D^- ion deuteridový | S^{2-} ion sulfidový | P^{3-} ion fosfidový |
| F^- ion fluoridový | Se^{2-} ion selenidový | Sb^{3-} ion antimonidový |
| B^{3-} ion boridový | C^{4-} ion karbidový | Si^{4-} ion silicidový |
| OH^- ion hydroxidový | O_2^{2-} ion peroxidový | O_2^- ion hyperoxidový |
| S_2^{2-} ion disulfidový | N_3^- ion azidový | I_3^- ion trijodidový |
| NH_2^- ion amidový | NH^{2-} ion imidový | CN^- ion kyanidový |
| C_2^{2-} ion acetylidový | O_3^- ion ozonidový | N_2H_3^- ion hydrazidový |

Názvy aniontů odvozených od oxokyselin mají zakončení podle oxidačního čísla centrálního atomu

| | | | |
|------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| ClO^- | anion chlornanový | NO_2^- | anion dusitanový |
| BrO_4^- | anion bromistanový | XeO_6^{4-} | anion xenoničelanový |

Některé neutrální a elektropozitivní atomové skupiny obsahující kyslík či jiné chalkogeny mají nezávisle na svém náboji názvy se zakončením **-yl**

| | | | |
|-----------------|----------|-------------------------------|------------|
| OH | hydroxyl | SeO | seleninyl |
| CO | karbonyl | SeO ₂ | selenonyl |
| NO | nitrosyl | CrO ₂ | chromyl |
| NO ₂ | nitryl | UO ₂ | uranyl |
| PO | fosforyl | ClO | chlorosyl |
| VO | vanadyl | ClO ₂ | chloryl |
| SO | thionyl | ClO ₃ | perchloryl |
| SO ₂ | sulfuryl | S ₂ O ₅ | disulfuryl |

Takové názvy atomových skupin lze používat pouze pro sloučeniny, v nichž jsou tyto skupiny skutečně přítomny jako diskrétní jednotky. Např. při pojmenování (SbO)₂SO₄ nebo Bi(NO₃)(O) nelze použít názvů "antimonyl", resp. "bismutyl", protože tyto sloučeniny neobsahují izolované skupiny SbO, resp. BiO. Je-li v atomové skupině kyslík nahrazen sírou nebo jiným chalkogenem, tvoří se jejich název přidáním předpon **thio-**, **seleno-**, **telluro-**

| | | | |
|----|--------------|-----|----------------|
| CS | thiokarbonyl | PSe | selenofosforyl |
|----|--------------|-----|----------------|

Mají-li atomové skupiny stejného složení různý náboj, lze při jejich specifikaci použít čísla Ewens-Bassetova nebo Stockova

| | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| UO ₂ ⁺ | uranyl (1+) (uranyl(V)) | UO ₂ ²⁺ | uranyl (2+) (uranyl(VI)) |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|

Je-li atomová skupina pozitivní součástí sloučeniny, uvádí se její název ve druhém pádu

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| COCl ₂ | dichlorid karbonylu | CS(NH ₂) ₂ | diamid thiokarbonylu |
| PSF ₃ | trifluorid thiofosforylu | IO ₂ F | fluorid jodylu |
| S ₂ O ₅ ClF | chlorid-fluorid disulfurylu | SO ₂ NH | imid sulfurylu |

C

1. Napište názvy následujících kationtů

- Mg²⁺, V³⁺, Ce⁴⁺, I⁺, Cu²⁺, Cf³⁺, U⁴⁺, Ta⁵⁺, Pt²⁺
- [P(CH₃)₄]⁺, [(CH₃)₂OH]⁺, H₂F⁺, H₃SO₄⁺, HCOOH₂⁺
- CH₃.NH.NH₃⁺, C₆H₅.NH₃⁺, NH₂CH₂.CH₂.NH₃⁺, (H₃N.CH₂.CH₂.NH₃)²⁺

2. Napište vzorce následujících sloučenin

- peroxid strontnatý, sulfid hlinitý, fosfid trisodný, hyperoxid cesný, trijodid draselný, amid barnatý, kyanid zlatitý, acetylid stříbrný, azid olovnatý, tellurid thallný, thiokyanatan barnatý, jodid cíničitý
- fluorid chlorylu, dichlorid vanadylu, uhličitán plutonylu (2+), bromid vanadylu (3+), trichlorid thiofosforylu, fluorid perchlorylu, dichlorid disulfurylu, diamid karbonylu

3. Zdůvodněte, proč jsou uvedené názvy nesprávné

| | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| BiOCl | chlorid bismutylu | OF ₂ | oxid fluorný |
| [(CH ₃) ₃ NH]F | fluorid trimethylamonia | SnOCl ₂ | dichlorid stannylu |
| VOCl ₃ | chlorid vanadylu | TeI ₂ | tellurid jedný |

4. Napište vzorce následujících aniontů a vytvořte jejich názvy podle pravidel názvosloví koordinačních sloučenin: anion jodičnanový(3-), anion mangananový(2-), anion telluranový(6-), anion křemičitanový(4-), anion křemičitanový(2-), anion železanový(2-), anion železičitanový(4-).

8.5. Izo- a heteropolyanionty

A , B

Izopolyanionty, tj. anionty obsahující více než jeden centrální atom téhož prvku a odvozené na základě kondenzace monomerních jednotek, je možno pojmenovat úplným stechiometrickým názvem bez ohledu na strukturu. Mají-li všechny centrální atomy stejné oxidační číslo, není nutno uvádět počet kyslíkových atomů, uvede-li se náboj aniontu nebo počet kationtů. Jsou-li v izopolyaniontu přítomny centrální atomy s různými oxidačními čísly, je nutno to v názvu vyznačit patřičnými koncovkami. Cyklické a řetězovité struktury je možno odlišit předponami **cyklo-** a **katena-**. Názvy solí a volných kyselin se tvoří analogicky

| | |
|---|---|
| $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ | anion dikřemičitanový(6-) |
| $(\text{Mo}_2^{\text{V}}\text{Mo}_4^{\text{VI}}\text{O}_{18})^{2-}$ | anion dimolybdeničnано-tetramolybdenanový(2-) |
| $\text{K}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ | trifosforečnan pentadraselný (draselný) |
| $(\text{P}_3\text{O}_{10})^{5-}$ | anion <i>katena</i> -trifosforečnanový(5-) |
| $\text{Na}_2\text{Mo}_6\text{O}_{19}$ | 19-oxohexamolybdenan disodný |

Názvy řetězovitých **heteropolyaniontů**, tj. aniontů obsahujících nejméně dva různé druhy centrálních atomů, se tvoří tak, že se názvy složek oddělené pomlčkou uvádějí v abecedním pořadí. Je-li známa struktura, uvádějí se aniontové složky v pořadí, v němž jsou vázány. Začíná se názvem té krajní složky, jejíž symbol centrálního iontu je v abecedním pořadí dříve. Stejně se tvoří i názvy cyklických heteropolyaniontů. Výchozí bod v cyklu i směr, kterým pojmenování postupuje, je dán abecedním pořadím symbolů centrálních atomů. Násobnost opakujících se skupin se vyjadřuje pomocí předpon bis-, tris-, tetrakis-, atd.

| | |
|---|--|
| $(\text{O}_3\text{CrOSO}_3)^{2-}$ | anion chromano-síranový(2-) |
| $(\text{O}_3\text{CrOAsO}_2\text{OPO}_3)^{4-}$ | anion chromano-arseničnано-fosforečnanový(4-) |
| $[\text{P}(\text{W}_3\text{O}_{10})_4]^{3-}$ | anion tetrakis(triwolframáto)-fosforečnanový(3-) |
| $(\text{OAsO}_2\text{OCrO}_2\text{OSO}_2\text{OPO}_2)^{2-}$ | anion <i>cyklo</i> -arseničnано-chromano-síranо-fosforečnanový(2-) |
| $(\text{NH}_4)_6(\text{TeMo}_6\text{O}_{24}) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | heptahydrát hexamolybdenano-telluranu hexaamonného |
| $\text{H}_4(\text{SiW}_{12}\text{O}_{40})$ | kyselina tetrahydrogenkřemičitano-dodekawolframová |

C

- Napište názvy izopolyaniontů: $\text{S}_3\text{O}_{10}^{2-}$, $\text{Si}_3\text{O}_8^{4-}$, $\text{Si}_6\text{O}_{18}^{12-}$, $\text{P}_4\text{O}_{12}^{4-}$, $\text{I}_2\text{O}_9^{4-}$, $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$, $\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$, $\text{W}_6\text{O}_{21}^{6-}$, $\text{Ta}_6\text{O}_{18}^{6-}$, $\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$.
- Pojmenujte následující heteropolyanionty: $(\text{As}^{\text{V}}\text{Mo}_{12}\text{O}_{42})^{7-}$, $(\text{P}_2^{\text{V}}\text{W}_{18}\text{O}_{62})^{6-}$, $(\text{Th}^{\text{IV}}\text{W}_{12}\text{O}_{40})^{4-}$, $(\text{Mn}^{\text{IV}}\text{Mo}_9\text{O}_{32})^{6-}$, $(\text{Fe}^{\text{III}}\text{Mo}_6\text{O}_{24})^{9-}$, $[\text{Te}^{\text{VI}}(\text{MoO}_4)_6]^{6-}$, $[\text{Ce}^{\text{IV}}(\text{W}_3\text{O}_{10})_4]^{4-}$, $[\text{Ni}^{\text{IV}}(\text{MoO}_4)_3(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_2]^{6-}$.
- Nakreslete strukturní vzorce izopolyaniontů: anion trisíranový(2-), anion dichromanový(2-), anion *cyklo*-tetrafosforečnanový(4-), anion *cyklo*-triboritanový(3-), anion *katena*-tetrafosforečnanový(6-), anion *cyklo*-hexakřemičitanový(12-).
- Nakreslete strukturní vzorce heteropolyaniontů: anion chromano-fosforečnanový(3-), anion bis(borato)-dioxokřemičitanový(6-), anion *cyklo*-hlinitano-dikřemičitanový (5-), anion tris(borato)hlinitanový(6-).
- Pojmenujte následující sloučeniny
 - $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{V}_4\text{O}_{11} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{Zr}_2^{\text{IV}}\text{V}_{10}^{\text{V}}\text{O}_{30} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$
 - $\text{K}_5[\text{B}(\text{W}_3\text{O}_{10})_4]$, $(\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_8[\text{Si}(\text{W}_2\text{O}_7)_6]$, $\text{H}_4(\text{SiMo}_{12}\text{O}_{40})$

8.6. Názvy kyselin a jejich derivátů

A , B

Názvy bezkyslíkatých kyselin (binárních, resp. pseudobinárních) se tvoří přidáním koncovky **-ová** k názvu dané sloučeniny nekovu s vodíkem

| | | | |
|----|-------------------------|------------------|------------------------|
| HF | kyselina fluorovodíková | H ₂ S | kyselina sirovodíková |
| HI | kyselina jodovodíková | HCN | kyselina kyanovodíková |

Názvy oxokyselin jsou složeny z podstatného jména **kyselina** a přídavného jména charakterizujícího elektronegativní část molekuly, tj. centrální atom a jeho oxidační číslo

| | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| HClO | kyselina chlorná | HClO ₃ | kyselina chlorečná |
| HClO ₂ | kyselina chloritá | HClO ₄ | kyselina chloristá |

Tvoří-li prvek v témže oxidačním čísle několik kyselin lišících se počtem "kyselých" vodíkových atomů, je nutno tento počet v názvu vyznačit číslovkovou předponou a předponou **hydrogen-** nebo využít zásady názvosloví koordinačních sloučenin

| | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| HIO ₄ | kyselina hydrogenjodistá | HReO ₄ | kyselina tetraoxorhenistá |
| H ₃ IO ₅ | kyselina trihydrogenjodistá | H ₃ ReO ₅ | kyselina pentaaxorhenistá |
| H ₅ IO ₆ | kyselina pentahydrogenjodistá | H ₆ TeO ₆ | kyselina hexahydrogentellurová |

Pro některé oxokyseliny boru, křemíku, fosforu, jodu a telluru je možno použít triviálních názvů tvořených pomocí předpon **ortho-** a **meta-**

| | | | |
|---------------------------------|--------------------------|---|-------------------------|
| H ₃ BO ₃ | kyselina orthoboritá | (HBO ₂) _x | kyselina metaboritá |
| H ₄ SiO ₄ | kyselina orthokřemičitá | (H ₂ SiO ₃) _x | kyselina metakřemičitá |
| H ₃ PO ₄ | kyselina orthofosforečná | (HPO ₃) _x | kyselina metafosforečná |
| H ₅ IO ₆ | kyselina orthojodistá | HIO ₄ | kyselina metajodistá |
| H ₆ TeO ₆ | kyselina orthotellurová | H ₂ TeO ₄ | kyselina metatellurová |

K pojmenování některých kyslíkatých kyselin obsahující dusík nebo síru se používají triviální názvy

| | | | |
|--------------------------------|----------------------|--|-----------------------|
| HOCN | kyselina kyanatá | H ₂ S ₂ O ₄ | kyselina dithioničitá |
| HNCO | kyselina isokyanatá | H ₂ S ₂ O ₆ | kyselina dithionová |
| HONC | kyselina fulminová | H ₂ S _n O ₆ | kyseliny polythionové |
| H ₂ SO ₂ | kyselina sulfoxylová | H ₂ NO ₂ | kyselina nitroxylová |

Pro některé oxidy s přesně nedefinovaným obsahem vody a stupněm polymerace je možno používat zavedené názvy jako kyselina křemičitá, cíničitá, antimonitá, tantalitá, bismutitá, wolframová, tellurová a p.

Předponou **peroxo-** před názvem kyseliny vyznačujeme záměnu atomu kyslíku za skupinu -O-O-. Počet peroxo-skupin v molekule se vyznačuje číslovkovou předponou

| | | | |
|--------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| HNO ₄ | kyselina peroxodusičná | H ₂ S ₂ O ₈ | kyselina peroxodisírová |
| H ₂ CO ₄ | kyselina peroxouhličítá | H ₂ SO ₆ | kyselina diperoxosírová |

Názvem **thiokyseliny** označujeme takové kyseliny, v nichž je jeden nebo více kyslíkových atomů nahrazeno atomy síry. Více než jeden takový atom síry v molekule se vyznačí číslovkovou předponou

| | | | |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ | kyselina thiosírová | $\text{H}_2\text{MoO}_2\text{S}_2$ | kyselina dithiomolybdenová |
| HSCN | kyselina thiokyanatá | H_3AsS_4 | kyselina tetrathioarseničná |

Atom síry vázaný ve skupině -SH lze předponou **thiol-** odlišit od terminálně vázaného atomu =S, jehož přítomnost se vyznačí předponou **thion-**

| | | | |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| $\text{CO}(\text{OH})(\text{SH})$ | kyselina thioluhlíčitá | $\text{CS}(\text{OH})_2$ | kyselina thionuhlíčitá |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|

Podobně jako předpony **thio-** je možno v analogických případech používat předpony **seleno-** a **telluro-**

| | | | |
|----------------|------------------------|----------------|----------------------------|
| HSeCN | kyselina selenokyanatá | HNCTe | kyselina telluroisokyanatá |
|----------------|------------------------|----------------|----------------------------|

Názvy halogeno-substituovaných derivátů kyselin vzniklých náhradou části skupin -OH halogenem se tvoří podle zásad platných pro názvosloví koordinačních sloučenin

| | | | |
|------------------|---|--------------------------|-----------------------------|
| HSClO_3 | kyselina chlorosírová (trioxochlorosírová) | HPO_2F_2 | kyselina difluorofosforečná |
|------------------|---|--------------------------|-----------------------------|

Substituované kyseliny, které v molekule obsahují skupiny -NH₂, =NH, ≡N, -NH.NH₂ nebo -NH₂O, se pojmenovávají pomocí předpon **amido-**, **imido-**, **nitrido-**, **hydrazido-** a **hydroxylamido-**

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|
| $\text{NH}_2.\text{SO}_3\text{H}$ | kyselina amidosírová | $\text{NH}(\text{OH})(\text{SO}_3\text{H})$ | kyselina hydroxylamido-N-sírová |
| $\text{NH}(\text{SO}_3\text{H})_2$ | kyselina imido-bis(sírová) | $\text{NH}_2.\text{OSO}_3\text{H}$ | kyselina hydroxylamido-O-sírová |
| $\text{N}(\text{SO}_3\text{H})_3$ | kyselina nitrido-tris(sírová) | $\text{NH}_2.\text{NH}.\text{SO}_3\text{H}$ | kyselina hydrazidosírová |

Předponou **hydrido-** lze utvořit názvy kyselin, které obsahují vodík vázaný přímo na centrální atom

| | |
|-----------------------------------|---|
| $\text{H}[\text{PH}_2\text{O}_2]$ | kyselina dihydridodioxofosforečná (triviální název kyselina fosforná) |
|-----------------------------------|---|

| | |
|----------------------------|---|
| $\text{H}_2[\text{PHO}_3]$ | kyselina hydridotrioxofosforečná (triviální název kyselina fosforitá) |
|----------------------------|---|

Estery anorganických kyselin se pojmenovávají podle vzorů

| | | | |
|---|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| $(\text{CH}_3\text{O})\text{SO}_3\text{H}$ | methylester kyseliny sírové | $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ | trimethylester kyseliny borité |
| $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{SO}_2$ | diethylester kyseliny sírové | | |

Jako **funkční deriváty** kyselin označujeme látky formálně vzniklé substitucí všech OH-skupin a někdy i dalších atomů kyslíku v molekule kyseliny jinými skupinami. Názvy halogenidů a amidů kyselin se tvoří v soulase s názvy atomových skupin

| | | | |
|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| NOCl | chlorid nitrosylu | COBr_2 | dibromid karbonylu |
| SOF_4 | tetrafluorid thionylu | $\text{SO}_2(\text{NH}_2)_2$ | diamid sulfurylu |
| PSCl_3 | trichlorid thiofosforylu | $\text{NH}(\text{SO}_2\text{NH}_2)_2$ | diamid kyseliny imido-bis(sírové) |

Tam, kde u halogenoderivátů není možno použít názvu atomové skupiny, označujeme tyto sloučeniny jako halogen-oxidy

| | | | |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|
| MoCl_2O_2 | dichlorid-oxid molybdenový | XeF_2O | difluorid-oxid xenoničitý |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|

Sloučeniny dusíku, k jejichž pojmenování se dříve používal název nitril, je třeba formulovat jako nitridy

| | | | |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| $(\text{PNCl}_2)_3$ | nitrido-dichlorid fosforečný trimerní | $\text{Na}[\text{OsN}(\text{O})_3]$ | nitrido-trioxoosmičelan sodný |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|

C

- Napište vzorce následujících kyselin a formulujte jejich názvy podle zásad názvosloví koordinačních sloučenin: uhličitá, selenová, trihydrogenarsenitá, dihydrogentrisírová, tetrahydrogengermaničitá, dihydrogendichromová, hexahydrogentellurová, tetrahydrogenxenoničelá, hydrogenrhenistá
- Uveďte, jak lze názvy rozlišit následující kyseliny

| | |
|---|--|
| a) HBO_2 a H_3BO_3 | e) H_2SO_3 a $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$ |
| b) HIO_3 a H_3IO_4 | f) HIO_4 , H_3IO_5 a H_5IO_6 |
| c) HPO_3 a H_3PO_4 | g) H_2SiO_3 a H_4SiO_4 |
| d) $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ a $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ | h) H_2SO_5 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ a $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ |
- Pojmenujte následující sloučeniny
 - H_2MoS_4 , HCrS_2 , $\text{HBO}(\text{O}_2)$, $\text{H}_3[\text{VO}_2(\text{O}_2)_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_3\text{Cr}(\text{O}_2)_4$
 - HSeFO_3 , H_2PFO_3 , $\text{NH}_2 \cdot \text{PO}(\text{OH})_2$, $\text{NH} \cdot (\text{CO}_2\text{H})_2$, $\text{NH}_2 \cdot \text{NH} \cdot \text{SO}_2\text{H}$
 - COCl_2 , NOF , SeOCl_2 , VOCl_2 , $\text{SeO}_2(\text{NH}_2)_2$
 - MoCl_4O , $\text{BiCl}(\text{O})$, $\text{Zr}(\text{NH}_2)_2\text{O}$, XeF_4O , $(\text{SiCl}_2\text{O})_4$
- Napište vzorce následujících sloučenin: difluorid sulfurylu, kyselina hydroxylamido-*O*-seleničitá, dichlorid-oxid cíničitý, kyselina peroxouhličitá, kyselina imido-bis(selenová), kyselina trithiocíničitá.
- Přiřaďte vzorcům odpovídající názvy kyselin
 HBO_2 , H_2SiO_3 , H_5IO_6 , H_3PO_4 , H_3BO_3 , H_4SiO_4 , HIO_4 , $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$, $\text{H}_3\text{B}_3\text{O}_6$, $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$, H_3IO_5 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
 difosforečná, trihydrogentrifosforečná, metaboritá, metakřemičitá, jodistá, hexahydrogendikřemičitá, orthoboritá, trihydrogentriboritá, orthokřemičitá, orthojodistá, orthofosforečná, trioxoboritá, tetraoxokřemičitá, hexaoxojodistá, tetraoxofosforečná, trihydrogenjodistá.

8.7. Názvy solí

A , B

Názvy jednoduchých solí se tvoří z názvů iontů, z nichž se skládají

$\text{Ba}(\text{SCN})_2$ thiokynatan barnatý $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ chlornan vápenatý

Atomy vodíku, které lze nahradit kationty kovů, se obvykle označují jako "kyselé vodíky". Soli, které je obsahují, je možno označit skupinovým názvem **kyselé soli**. Přítomnost "kyselých" vodíků se v názvu soli vyjádří předponou **hydrogen-** v případě potřeby spojenou s číslovkovou předponou

RbHCO_3 hydrogenuhlíčan rubidný NaH_2PO_4 dihydrogenfosforečnan sodný

$\text{Cs}_2\text{H}_4\text{TeO}_6$ tetrahydrogentelluran cesný KHF_2 hydrogendifluorid draselný

Ve vzorcích podvojných a smíšených solí se jednotlivé kationty uvádějí v pořadí rostoucích oxidačních čísel kationtů; při stejném oxidačním čísle v abecedním pořadí symbolů prvků. Víceatomové kationty (např. NH_4^+ , PH_4^+ , AsH_4^+) se uvádějí jako poslední ve skupině kationtů téhož náboje. Anionty se uvádějí v abecedním pořadí symbolů prvků, resp. centrálních atomů. Názvy jednotlivých kationtů a aniontů se oddělují pomlčkou. Pořadí v názvu je určeno pořadím ve vzorci

| | |
|--|--|
| KMgBr_3 | bromid draselno-hořečnatý |
| $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | hexahydrát fosforečnanu amonno-hořečnatého |
| $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ | hydrogenfosforečnan sodno-amonný |
| $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ | fluorid-tris(fosforečnan) pentavápenatý |
| $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2\text{F}_2$ | bis(uhlíčan)-difluorid triměďnatý |
| $\text{Na}_6\text{ClF}(\text{SO}_4)_2$ | chlorid-fluorid-bis(síran) hexasodný |

Soli, obsahující vedle jiných aniontů také anionty hydroxidové nebo oxidové, se mohou označovat skupinovým názvem **zásadité soli**. Jejich vzorce a názvy se tvoří v souladu s pravidly pro podvojně a smíšené soli

| | |
|---|--|
| $\text{MgCl}(\text{OH})$ | chlorid-hydroxid hořečnatý |
| $\text{BiCl}(\text{O})$ | chlorid-oxid bismutitý |
| $\text{ZrCl}_2\text{O} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | hexahydrát dichlorid-oxidu zirkoničitého |
| $\text{AlO}(\text{OH})$ | oxid-hydroxid hlinitý |

Pro látky jako NaNbO_3 , CaTiO_3 , YAlO_3 a p. se používá označení **podvojně oxidy**. Obvykle je možno zařadit je k určitému strukturnímu typu - např. tři výše uvedené podvojně oxidy patří ke strukturnímu typu perowskitu (CaTiO_3). Názvy jako niobičnan sodný, titaničtan vápenatý a hlinitan yttritý nelze použít, není-li prokázáno, že v struktuře existují diskrétní složené částice NbO_3^- , TiO_3^{2-} a AlO_3^{3-} . Za název podvojných oxidů je možno kurzívou v závorkách uvést strukturní typ

| | |
|--|--|
| MgTiO_3 | trioxid hořečnato-titaničitý (typ <i>ilmenit</i>) |
| NaNbO_3 | trioxid sodno-niobičný (<i>perowskit</i>) |
| $\text{LiAlMn}_2\text{O}_4(\text{OH})_4$ | tetraoxid-tetrahydroxid lithno-hlinito-dimanganičitý |

C

1. Pojmenujte následující sloučeniny

- a) OsO_4 , Ba_3N_2 , BrF_3 , AgF_2 , Li_2NH , BaO_2 , $\text{Fe}^{\text{II}}\text{S}_2$
 b) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$, $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, Be_2SiO_4 , BaFeO_4 , NaClO_2
 c) KHF_2 , $\text{NaH}_4\text{IO}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Na_2HPO_4 , NaHS , KHSO_3 , CuHAsO_3
 d) $\text{RbTi}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)\text{Ti}_3(\text{SO}_4)_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$, $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$,
 $\text{KNi}^{\text{IV}}\text{IO}_6$, $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$
 e) $\text{HgCl}(\text{NH}_2)$, $\text{CaCl}(\text{ClO})$, $\text{Sn}_3(\text{ClO}_4)_2(\text{OH})_4$, $\text{Cu}_2(\text{AsO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})$, $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$, $\text{Ni}^{\text{II}}\text{Ni}_2^{\text{III}}\text{O}_2(\text{OH})_4$,
 $\text{WF}_4(\text{SO}_3\text{F})_2$, $\text{Sn}_4\text{Cl}_2(\text{OH})_6$

2. Napište vzorce následujících látek: hydroxid-tris(fosforečnan) pentavápenatý, uhličitan-dihydroxid diměďnatý, oxid-orthokřemičtan vápenato-titaničitý, dihydroxid-dikřemičtan tetrazinečnatý, dichlorid-pentaoxid tetraantimonitý, hexaoctan-oxid tetraberyllnatý, dihydroxid-tetrakřemičtan(4-) trihořečnatý, dihydrát orthokřemičtanu didraselno-divápenato-hořečnatého, trihydrát chlorid-síranu draselno-hořečnatého, dioxid-bis(orthokřemičtan) diberyllnato-železnato-diyttritý, tetraoxid železnato-dichromitý, tetraoxid dizinečnato-titaničitý, trioxid gallito-lanthanitý, trioxid kobaltnato-titaničitý, trifluorid draselno-nikelnatý, tetraoxid beryllnato-dihlinitý.

3. Napište vzorce těchto látek: tetrafluoroboritan trimethylsulfonia, chloristan difenyljodonia, jodid tetramethylarsonia, hydrogendisíran nitrylu, hexafluoroantimoničnan nitrosylu, síran uranylu (2+), chlorid anilinia, dusičnan methylamonný, fluorid hydroxylamonný.

4. Přiřaďte vzorec odpovídajícímu názvu

- a) $\text{Ti}(\text{SiO}_3)_2$, TiSiO_4 , $\text{Ti}_2(\text{SiO}_3)_3$, $\text{Ti}_2\text{Si}_2\text{O}_7$

dikřemičtan dititanitý, bis(metakřemičtan) titaničitý, orthokřemičtan titaničitý, tris(metakřemičtan) diti-tanitý

- b) $\text{Ca}(\text{IO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{IO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$, $\text{Ca}_2\text{I}_2\text{O}_7$, $\text{Ca}_2\text{I}_2\text{O}_9$, $\text{Ca}_5(\text{IO}_6)_2$, $\text{Ca}(\text{I}_3\text{O}_8)_2$

bis(metajodičnan) vápenatý, bis(trijodičnan) vápenatý, dijodičnan divápenatý, bis(metajodistan) vápenatý, dijodistan divápenatý, bis(orthojodičnan) trivápenatý, bis(orthojodistan) pentavápenatý

5. Najděte chyby v následujících názvech a uveďte správné názvy

| | |
|--|--|
| $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ | křemičtan trihořečnato-dihlinitý |
| $\text{Al}_4(\text{OH})_8(\text{Si}_4\text{O}_{10})$ | oktahydroxid-tetrakis(křemičtan) tetrahlinitý |
| $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ | nonahydrát tetrasulfidu trisodno-antimoničného |
| CaTiO_3 | titaničtan vápenatý |
| ZnCrO_4 | tetraoxid zinečnato-chromový |
| Mg_2TiO_4 | orthotitaničtan dihořečnatý |
| $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | dihydrát bis(hydrogenuhlíčtanu) trisodného |
| FeCr_2O_4 | dichroman železnatý |

8.8. Solváty, adiční sloučeniny, klathráty

A , B

Počet molekul rozpouštědla v **krystalosolvátech** (vody v **krystalohydrátech**) se vyjádří číselkovou předponou a název základní sloučeniny se uvede v 2. pádu

| | | | |
|--|-----------------------------------|---|------------------------------|
| $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | dihydrát chloridu barnatého | $\text{AlCl}_3 \cdot x\text{NH}_3$ | amoniakát chloridu hlinitého |
| $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ | peroxyhydrát metaboritanu sodného | $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ | hemihydrát síranu vápenatého |

Názvy a vzorce adičních (donor-akceptorických komplexů, DA-komplexů) a různých mřížkových sloučenin (**klathrátů**) se tvoří z názvů a vzorců jejich složek. K oddělování složek se v názvu užívá pomlček, ve vzorci teček. Počet molekul složek se v názvu uvádí arabskými číslicemi oddělenými dvojtečkami. Sloučeniny boru a voda se ve vzorci i názvu uvádějí vždy naposled, ostatní složky v pořadí podle jejich rostoucího počtu. Při stejném počtu více druhů složek jsou uváděny v abecedním pořadí svých názvů.

Z hlediska racionálnosti názvosloví je účelné, aby název jasně rozlišil, zda jde o solvát nebo sůl s ionty solvatovanými molekulami rozpouštědla. Názvů hydrát, etherát, amoniakát a p. lze použít pouze tehdy, není-li znám způsob vazby molekul ve sloučenině. Takové názvy je třeba považovat za triviální

| | |
|---|--|
| $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ | síran kademnatý-voda (3:8) (čti tři ku osmi) |
| $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | chlorid barnatý-voda (1:2) |
| $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ | chlorid vápenatý-amoniak (1:8) |
| $\text{BF}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | fluorid boritý-voda (1:2) |
| $8\text{Kr} \cdot 46\text{H}_2\text{O}$ | krypton-voda (8:46) |
| $\text{NH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_6 \cdot \text{Ni}(\text{CN})_2$ | amoniak-benzen-kyanid nikelnatý (1:1:1) |
| $8\text{CHCl}_3 \cdot 16\text{H}_2\text{S} \cdot 136\text{H}_2\text{O}$ | chloroform-sulfan-voda (8:16:136) |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | síran železnatý-voda (1:7) |
| $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | síran hexaaquaželeznatý-voda (1:1) |
| $[(\text{CH}_3)_4\text{N}]\text{Cl} \cdot 3\text{AsCl}_3$ | chlorid tetramethylamonný-chlorid arsenitý (1:3) |

C

- Napište vzorce následujících hydrátů - pentahydrát síranu měďnatého, heptahydrát síranu železnatého, oktahydrát chloridu barnatého, dihydrát dusičnanu dinitužného, heptahydrát hexaboritanu divápenatého, dihydrát fluoridu boritého, hemihydrát síranu vápenatého, seskvihydrát uhličitánu sodného.
- Napište názvy následujících adičních sloučenin: $\text{TiCl}_4 \cdot 2(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$, $\text{NaI} \cdot 4\text{NH}_3$, $\text{NbCl}_3\text{O} \cdot 2(\text{CH}_3)_2\text{SO}$, $\text{SiI}_4 \cdot 4\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$, $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Kr} \cdot 4(\text{p-C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2)$, $8\text{SO}_2 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$.
- Napište vzorce následujících adičních sloučenin
 dusičnan měďnatý-oxid dusičitý dimerní (1:1)
 alan-trimethylamin (1:2)
 chlorid chromnatý-amoniak (1:5)
 chlorid draselný-chlorid hořečnatý-voda (1:1:6)
 fluorid tributylsulfonia-voda (1:20)
 oxid nikličitý-oxid barnatý-oxid molybdenový-voda (1:3:9:12)
 dusičnan lanthanitý-dusičnan hořečnatý-voda (2:3:24)

8.9. Koordinační sloučeniny

A , B

Koordinační sloučeninou (částicí) či **komplexe**m se rozumí molekula nebo ion, v němž jsou k atomu **M** vázány další atomy nebo atomové skupiny **L** tak, že jejich počet převyšuje nejvyšší kladné oxidační číslo atomu M. Jestliže z této definice vypustíme omezení dané oxidačním číslem, lze podle pravidel názvosloví koordinačních sloučenin pojmenovat každou sloučeninu vytvořenou adicí jednoho nebo několika iontů (molekul) k jinému iontu (molekule), tedy i řadu jednoduchých anorganických sloučenin. Tím lze zamezit rozmanitosti v názvech a zbytečným názvoslovným sporům. Není však účelné používat toto názvosloví v případech, kdy plně postačí jednodušší a jednoznačné názvy racionální.

Při formulaci názvoslovných pravidel pro koordinační sloučeniny se používá několika základních pojmů s následujícím významem. Atom nebo ion ve smyslu výše uvedeném se nazývá **centrálním** (středovým) atomem. Atomy vázané k **M** jsou atomy **donorové** (koordinující). Částice **L**, obsahující jeden nebo několik donorových atomů nebo vázaná k **M** bez možnosti specifikace donorového centra, se nazývá **ligand**. Centrální atom je charakterizován **koordinačním číslem**, které udává počet donorových atomů vázaných na centrální atom. Částice s jedním donorovým atomem se nazývá **jednovazný** (jednodonorový, monodentátní) ligand. Obsahuje-li ligand více donorových atomů, označuje se jako **více vazný** (vicedonorový, polydentátní). **Chelátový** ligand je ligand vázaný k jednomu centrálnímu atomu dvěma nebo více donorovými atomy. Koordinační sloučenina obsahující chelátový ligand se nazývá **chelát**. **Můstkový** ligand se váže k více než jednomu centrálnímu atomu. Koordinační sloučenina s větším počtem centrálních atomů se nazývá **vícejaderným** komplexem. Hovoříme pak o binukleárních, trinukleárních atd. komplexech. Celek tvořený jedním nebo několika centrálními atomy spolu s vázanými ligandy se nazývá **koordinační částice**, jíž může být podle jejího celkového výsledného náboje komplexní kation, komplexní anion nebo komplexní molekula.

V sumárním a funkčním vzorci koordinační sloučeniny se na prvním místě uvádí symbol centrálního atomu a za ním vzorce ligandů v abecedním pořadí podle počátečních písmen jejich psaných názvů. Poměr složek v komplexní částici se vyjadřuje jednak zakončením podle oxidačního čísla, jednak číslovkovými předponami. Celý vzorec koordinační částice se uzavírá do hranatých závorek. V názvu koordinační sloučeniny, který se, stejně jako v názvosloví jednoduchých sloučenin, skládá z podstatného a přídavného jména, se uvádí centrální atom až po názvech ligandů. Kladný oxidační stupeň centrálního atomu se v názvu vyznačí příslušným zakončením. Nulový oxidační stupeň nemá žádné zakončení a název centrálního atomu se uvádí v 1. nebo ve 2. pádu. Při záporném oxidačním stupni centrálního atomu se použije koncovky **-id** a Ewens-Bassettova čísla. Před nebo za názvem koordinační částice bez náboje (komplexní molekula) se uvádí slovo **komplex**. Doplňující informace o struktuře koordinační částice se uvádějí v jejím vzorci a názvu pomocí **strukturních** předpon (*cis-/trans-* a *p*). Strukturní předpony se oddělují od vzorce nebo názvu pomlčkou, píší se malými písmeny a k jejich tisku se používá kurzíva.

| | |
|-----------------------------------|---|
| $K_3[Fe(CN)_6]$ | hexakynoželezitan tridraselný (draselný) |
| $Na_3[CoI(CN)_5]$ | jodo-pentakyanokobaltitan sodný |
| $K_4[Ni(CN)_4]$ | tetrakyanonikl(4-) tetradraselný |
| $[Ni(CO)_4]$ | tetrakarbonyl niklu (nebo nikl) |
| $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ | komplex triammin-trichlorokobaltity |
| $Na[Co(CO)_4]$ | tetrakarbonylkobaltid(1-) sodný |
| $[Cr(en)_3]Cl_3$ | chlorid tris(ethylendiamin)chromitý |
| $[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$ | tetrachloroplatnatán tetraamminplatnatý |
| <i>cis</i> - $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ | <i>cis</i> -diammin-dichloroplatnatý komplex |
| <i>trans</i> - $[Co(NH_3)_4Cl_2]$ | komplex <i>trans</i> -tetraammin-dichlorokobaltnatý |

Pro pojmenování aniontových ligandů se používá názvu "**aniono**", tj. mají zakončení **-o**. Řada aniontových ligandů má názvy vytvořeny ze zkráceného základu pojmenování aniontu (halogenid - halogeno, halogenido), v několika případech se pojmenování ligandu tvoří nepravidelně (sulfid - thio).

Vystupuje-li jako aniontový ligand uhlovodíková skupina, použije se její název bez koncovky -o (fenyl, cyklopentadienyl a p.). Názvy ligandů odvozených od organické sloučeniny odštěpením protonu mají zakončení **-ato** a uvádějí se v závorkách - (benzoáto), (p-chlorfenoláto) a p.

Voda a amoniak jako elektroneutrální ligandy se nazývají **aqua** a **ammin**. Skupiny NO a CO se nazývají **nitrosyl** a **karbonyl** a pro výpočet náboje koordinační částice se rovněž považují za elektroneutrální. Názvy ostatních neutrálních a kationtových ligandů se používají beze změny.

Názvy některých ligandů

| vzorec | ion | ligand |
|---------------|-----------------------|--------------------|
| SO_4^{2-} | síran | sulfato- |
| $S_2O_3^{2-}$ | thiosíran | thiosulfato- |
| PO_4^{3-} | fosforečnan | fosfato- |
| $H_2PO_4^-$ | dihydrogenfosforečnan | dihydrogefosfato- |
| CH_3COO^- | octan | acetato- |
| $(CH_3)_2N^-$ | dimethylamid | dimethylamido- |
| F^- | fluorid | fluoro-, fluorido- |
| O^{2-} | oxid | oxo- |
| OH^- | hydroxid | hydroxo- |
| O_2^{2-} | peroxid | peroxo- |
| HO_2^- | hydrogenperoxid | hydrogenperoxo- |
| H^- | hydrid | hydrido- |
| S^{2-} | sulfid | thio- |
| S_2^{2-} | disulfid | disulfido- |
| HS^- | hydrogensulfid | merkpto- |
| SCN^- | thiokyanatan | thiokyanato- |

| | |
|--|--|
| $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ | bis(thiosulfato)stříbrnan sodný |
| $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4]$ | diammin-tetrathiokyanatochromitan(1-) amonný |
| $\text{K}[\text{AgF}_4]$ | tetrafluorostříbřitan(1-) draselný |
| $\text{Cs}[\text{ICl}_4]$ | tetrachlorojoditan(1-) cesný |
| $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_4(\text{HSO}_3)_2]$ | tetraammin-bis(hydrogensulfito)ruthenatý komplex |
| $\text{K}_2[\text{Fe}_2(\text{NO})_4(\text{S})_2]$ | tetranitrosyl-dithiodiželeznán(2-) draselný |
| $\text{K}[\text{Au}(\text{S}_2)\text{S}]$ | disulfido-thiozlatitan(1-) draselný |
| $\text{Li}[\text{B}(\text{C}_6\text{H}_5)_4]$ | tetrafenylboritan(1-) lithný |
| $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)(\text{CO})_3]\text{I}$ | jodid cyklopentadienyl-trikarbonylželeznatý |
| $[\text{PtCl}_2(\text{Et}_3\text{P})_2]$ | dichloro-bis(triethylfosfan)platnatý komplex |
| $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{N}_2)]\text{Cl}_2$ | chlorid pentaammin-dinitrogenruthenatý(2+) |
| $[\text{CoH}(\text{CO})_4]$ | komplex hydrido-tetrakarbonylkobaltný |
| $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ | pentakyno-nitrosylželezitan(2-) sodný |

Pro lepší přehlednost vzorců se pro řadu běžných ligandů používá tzv. názvoslovných zkratk. Při jejich tvorbě je nutno dodržovat základní pravidla stanovená názvoslovnou normou.

Některé běžně používané zkratky ligandů

| | |
|-------------------------|--|
| ur | močovina $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ |
| py | pyridin $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ |
| bpy | 2,2'-bipyridin $(\text{C}_5\text{H}_4\text{N})_2$ |
| H_2ox | kyselina šťavelová $(\text{COOH})_2$ |
| H_4edta | kyselina ethylendiamintetraoctová $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$ |
| Hacac | 2,4-pentadion (acetylaceton) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$ |
| en | ethylendiamin $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ |
| dien | diethylentriamin $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ |
| pn | propylendiamin $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{NH}_2$ |
| H_2dmg | 2,3-butandiondioxim (dimethylglyoxim) $\text{CH}_3\text{C}(=\text{NOH})\text{C}(=\text{NOH})\text{CH}_3$ |
| Hbg | biguanidin $\text{H}_2\text{NC}(\text{NH})\text{NHC}(\text{NH})\text{NH}_2$ |
| phen | 1,10-fenanthrolin $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ |

Odlišný způsob vazby ligandů se v některých případech vyznačuje odlišným názvem, např. thiokyanato (-SCN) a isothiokyanato (-NCS), nitro (-NO₂) a nitrito (-ONO) a p. V ostatních případech je nutno donorové atomy vyznačit za názvem ligandu, v tisku kurzívou, v psaném textu podtrženým symbolem. Donorové atomy stejného druhu se rozlišují čárkami.

Izomerie je jev v koordinační chemii velmi rozšířený, který může mít řadu příčin. Izomery nazýváme takové sloučeniny, které mají stejné stechiometrické složení a shodnou molekulovou hmotnost, ale rozdílné fyzikálně chemické vlastnosti. Rozeznáváme **strukturní** a **prostorovou** izomerii.

Za strukturní izomery považujeme komplexní sloučeniny, které se zásadně liší vnitřní strukturou svých molekul, resp. iontů. Rozdělujeme je do několika skupin.

- a) Ligand se koordinuje k centrálnímu atomu různými donorovými atomy. Jev se nazývá **vazebná** izomerie a izomery rozlišujeme rozdílnými názvy ligandů



nitro



nitrito

- b) Koordinují se izomerní ligandy za vzniku **polohových** izomerů. I tento případ se vystihne rozdílným názvem ligandů

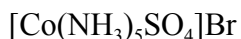


1,2-diaminopropan

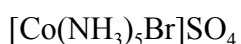


N-methylethyldiamin

- c) Komplex má zaměněny ionty v koordinační a iontové sféře. Tuto situaci, nazývanou **ionizační** izomerie, řeší název komplexu

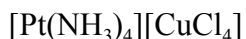


bromid pentaammin-sulfatokobaltitý

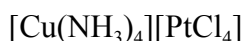


síran pentaammin-bromokobaltitý

- d) U koordinačních sloučenin s komplexním kationtem i aniontem se může měnit rozdělení ligandů mezi koordinačními sférami obou centrálních atomů (**koordinační** izomerie)



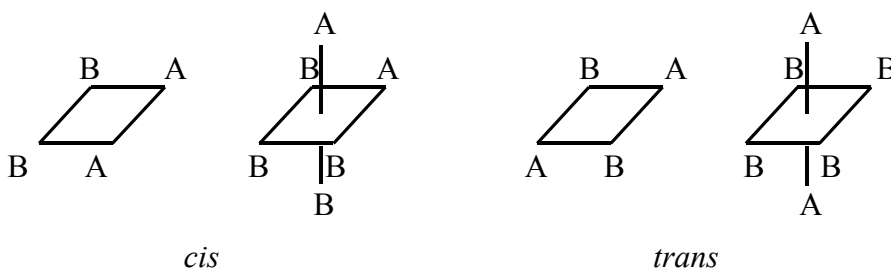
tetrachloroměďnatán tetramminplatnatý



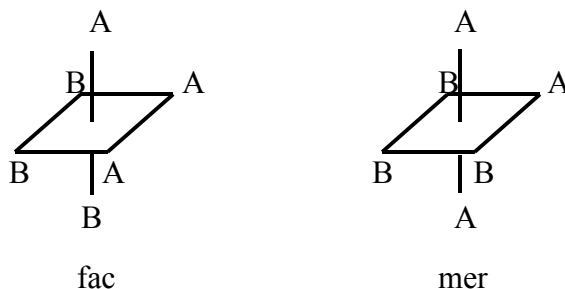
tetrachloroplatnatán tetraamminměďnatý

Prostorová izomerie je podmíněna odlišným prostorovým uspořádáním ligandů v koordinační sféře centrálního iontu. Rozlišujeme izomerii **geometrickou** a **optickou**.

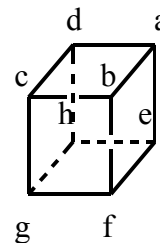
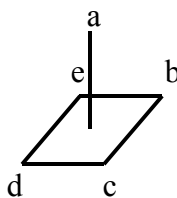
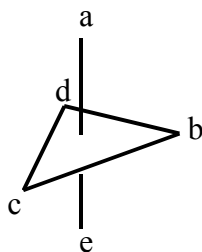
- a) Geometrická izomerie se nejčastěji vyskytuje u čtvercových a oktaedrických komplexů. K rozlišení izomerů v komplexech typu MA_2B_2 a MA_2B_4 se používá strukturních předpon *cis*- (ligandy A vedle sebe, vazby k nim svírají úhel 90°) a *trans*- (ligandy A proti sobě, vazby k nim svírají úhel 180°).



U oktaedrických komplexů MA_3B_3 se rozlišuje izomer faciální (*fac*-, tři stejné ligandy obsazují vrcholy jedné strany oktaedru) a meridionální (*mer*-, tři stejné ligandy jsou umístěny na "poledníku", resp. "rovníku" oktaedru, tj. leží v rovině procházející středem tělesa)

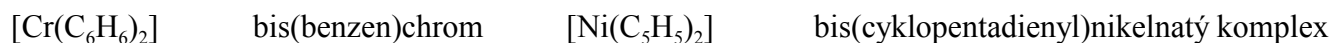


Tam, kde strukturní předpony nedostačují, se používá **polohových indexů**, které se píší malými latinskými písmeny a tisknou kurzívou. Používají se i u ostatních strukturních typů (trigonální bipyramida, tetragonální pyramida, krychle)

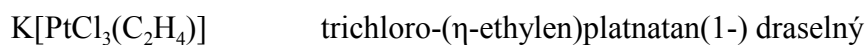


b) Optická izomerie je způsobena buď chirálním (asymetrickým) uspořádáním ligandů vnitřní koordinační sféry komplexů (převážně u chelátů) nebo asymetrií některého atomu ligandu. V názvosloví se využívá polohových indexů používaných na základě poměrně složité soustavy pravidel definovaných názvoslovnou normou.

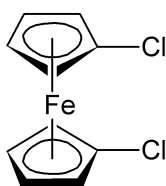
Velkou skupinu koordinačních sloučenin tvoří částice, v nichž jako ligandy vystupují molekuly nenasycených uhlovodíků. V takových případech často není možné přesně určit donorové atomy, protože nenasycený uhlovodík je k centrálnímu atomu vázán jako celek pomocí π -elektronů násobných vazeb. Takové koordinační sloučeniny se označují skupinovým názvem **π -komplexy**. Vytvoření jejich názvu bez ohledu na strukturu se děje podle již popsaných pravidel



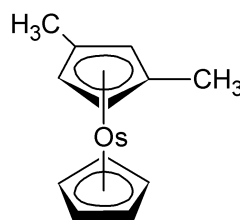
Pokud chceme jasně vyznačit, že nenasycený ligand se váže k centrálnímu atomu všemi atomy řetězce nebo kruhu, uvedeme před jeho název symbol η (čti "éta" nebo "hapto")



η -cyklopentadienylové komplexy a jejich deriváty se označují skupinovým názvem **metalloceny**. Bis(η -cyklopentadienyl)železnatý komplex se nazývá **ferrocen**. Je známo velké množství derivátů metallocenů odvozených od základních látek substitucí vodíkových atomů na cyklopentadienylových kruzích. Tyto deriváty se pojmenovávají v soulase se zásadami názvosloví organické chemie.



1,1'-dichloroferrocen



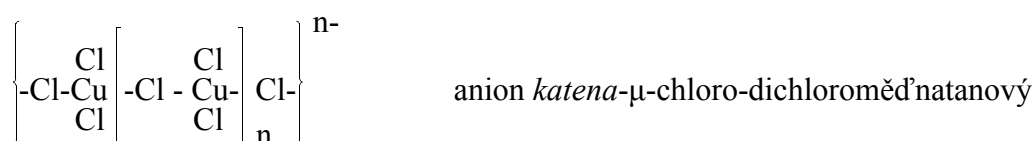
1,3-dimethylosmocen

Skupinovým názvem **vícejaderné komplexy** označujeme koordinační sloučeniny s můstkovými ligandy a přímou vazbou kov-kov. Můstkový ligand se vyznačí v názvu koordinační částice tak, že se před jeho název přidá symbol μ . Dva nebo více můstkových ligandů téhož druhu se vyznačí číslovkovou předponou oddělenou od symbolu μ pomlčkou. Můstkové ligandy se uvádějí spolu s ostatními v abecedním pořadí. Je-li však komplex uspořádán vzhledem k můstku symetricky, tvoří se název s použitím číslovkových předpon. Je-li v částici přítomen ligand jako můstkový i nemůstkový, uvádí se nejprve můstkový. Dva centrální atomy vícejaderného komplexu mohou být vázány buď k témuž donorovému atomu nebo ke dvěma různým donorovým atomům téhož můstkového ligandu. Tam, kde je to potřebné, uvedou se symboly donorových atomů velkou kurzívou za název

můstkového ligandu. V případě, že počet centrálních atomů vázaných k jednomu můstkovému ligandu je větší než dva, vyznačí se jejich počet číselným indexem vpravo dole u symbolu μ . Názvy složitějších struktur se tvoří pomocí polohových indexů

| | |
|--|---|
| $[(\text{NH}_3)_5\text{Cr}.\text{OH}.\text{Cr}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_5$ | chlorid μ -hydroxo-bis(pentaamminchromitý) |
| $[(\text{CO})_3\text{Fe}(\text{CO})_3\text{Fe}(\text{CO})_3]$ | tri- μ -karbonyl-bis(trikarbonylželezo) |
| $(\text{S}_3\text{POPS}_2\text{OPS}_3)^{5-}$ | anion di- μ -oxooktathiotrifosforečnanový |
| $(\text{P}_3\text{O}_9)^{3-}$ | anion <i>cyklo</i> -trifosforečnanový(3-) |
| $(\text{OPO}_2(\text{NH})\text{PO}_2\text{OPO}_2)^{3-}$ | anion <i>cyklo</i> - μ -imidotrifosforečnanový(3-) |
| $[(\text{O}_2)_2\text{OCr}(\text{O}_2)\text{CrO}(\text{O}_2)_2]^{2-}$ | anion μ -peroxo-1,2-dioxo-1,1,2,2-tetraperoxodichromanový(2-) |

Způsobuje-li tvorba můstků vznik polymerní struktury, pojmenuje se sloučenina podle opakující se jednotky s předponou *katena*-



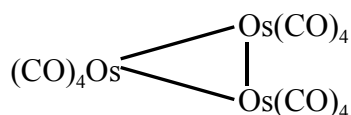
Jsou-li koordinační sloučeniny obsahující vazbu kov-kov symetrické, tvoří se jejich názvy pomocí číslovkových předpon. Jsou-li nesymetrické, pak se jeden z centrálních atomů spolu s jeho ligandy považují jako celek za ligand druhého centrálního atomu

| | |
|--|--|
| $[\text{Br}_4\text{Re-ReBr}_4]^{2-}$ | anion bis(tetrabromorhenitanový)(2-) |
| $[(\text{CO})_5\text{Mn-Mn}(\text{CO})_5]$ | bis(pentakarbonylmangan) |
| $[(\text{CO})_4\text{Co-Re}(\text{CO})_5]$ | pentakarbonyl-(tetrakarbonylkobaltio)rhenium |

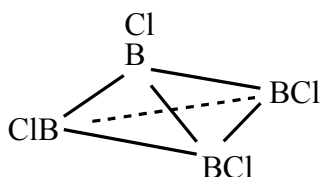
U koordinačních sloučenin obsahujících jak můstkové ligandy, tak i vazbu kov-kov mezi týmiž dvojicemi atomů, tvoří se název stejně jako u můstkových komplexů. Vazba kov-kov se vyznačí za názvem do závorky

| | |
|---|---|
| $[(\text{CO})_3\text{Co}(\text{CO})_2\text{Co}(\text{CO})_3]$ | di- μ -karbonyl-bis(trikarbonylkobalt)(Co-Co) |
|---|---|

V některých koordinačních sloučeninách jsou kovové atomy vázány do kompaktního celku definovaného geometrického tvaru, na který jsou pak vázány ligandy. Takové útvary označujeme jako **clustery** (čti klastr) a v jejich názvech se geometrický tvar centrální části vyznačuje předponami *triangulo*-, *kvadro*-, *tetraedro*-, *oktaedro*- a p.



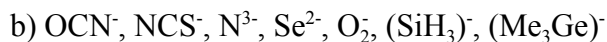
$[\text{Os}_3(\text{CO})_{12}]$ dodekakarbonyl-*triangulo*-triosmium
(*cyklo*-tris(tetrakarbonylosmium))



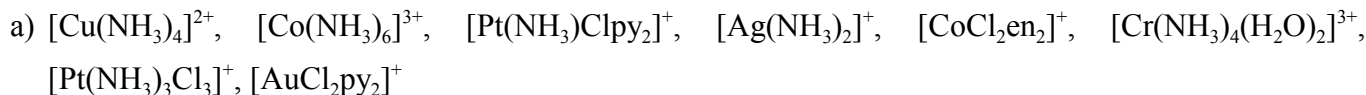
B_4Cl_4 komplex tetrachloro-*tetraedro*-tetraborný

C

1. Napište názvy následujících ligandů



2. Napište názvy následujících komplexních iontů



3. Napište názvy následujících komplexů: $[\text{PtCl}_4\text{py}_2]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, $[\text{ZnCl}_2(\text{NH}_2\text{OH})_2]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2(\text{NO}_2)_2]$, $[\text{CuCl}_2(\text{CH}_3\text{NH}_2)_2]$, $[\text{Crbpy}_3]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$, $[\text{CoCl}_2\text{en}_2]_3$, $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $[\text{PCl}_4][\text{PCl}_6]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$, $[\text{Ni}(\text{PF}_3)_4]$.

4. Nakreslete strukturní vzorce následujících komplexních částic: *cis*- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, *fac*- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$, *cis*- $[\text{CoCl}_2\text{en}_2]^+$, *trans*- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, *mer*- $[\text{CrCl}_3(\text{CH}_3\text{OH})_3]$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$.

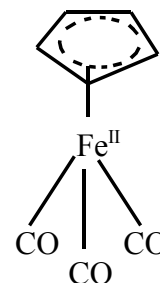
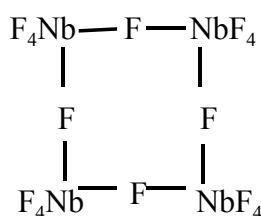
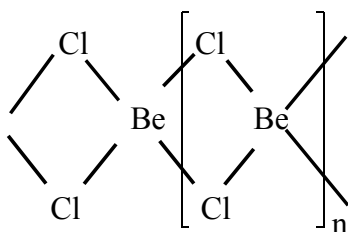
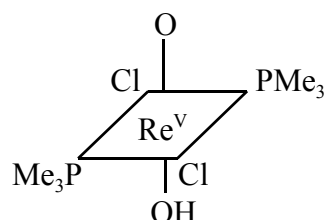
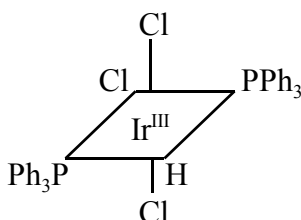
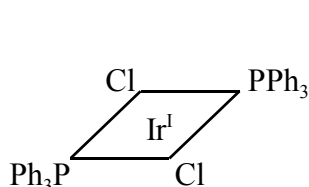
5. Napište vzorce následujících komplexů - tetrahydrát tris(oxalato)iridičitanu draselného, bromid bis(bipyridin)-chlororhodnatý, síran tris(bipyridin) osmnatý, (ethylendiamintetraacetato)měďnatan didraselný, bis(2,3-butandiondioximato)nikelnatý komplex, bis(2,4-pentadionato)kobaltnatý komplex.

6. Napište funkční a nakreslete strukturní vzorce následujících částic: dichloro-bis(η -cyklopentadienyl)titaničitý komplex, ion (η -benzen)trikarbonyl manganný, chloro-(1,2- η -cyklooktatetraen)měďný komplex, bis(η -cyklopentadienyl)dihydridomolybdeničitý komplex, chloro-(η -1,5-cyklooktadien)rhodný komplex, (1,2:5,6- η -cyklooktatetraen)-(η -cyklopentadienyl)kobaltný komplex.

7. Pojmenujte vícejaderné komplexy: $[(\text{NH}_3)_5\text{Cr}(\text{OH})\text{Cr}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_5$, $[(\text{NH}_3)_5\text{Ru}-\text{O}-\text{Ru}(\text{NH}_3)_5]\text{SO}_4$, $[(\text{NH}_3)_4\text{Co}(\text{OH})(\text{NH}_2)\text{Co}(\text{NH}_3)_4]\text{Br}_4$, $[(\text{H}_2\text{O})_4\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_4$, $\text{K}_2[(\text{OH})_4\text{OMo}-\text{O}-\text{MoO}(\text{OH})_4]$, $[(\text{NH}_3)_3\text{Co}(\text{OH})_3\text{Co}(\text{OH})_3\text{Co}(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}_3$.

8. Uveďte funkční a nakreslete strukturní vzorce následujících vícejaderných komplexů: ion μ -dioxygeno-O,O'-bis(pentamminkobaltitý)(5+), di- μ -chloro-bis[(η -allyl)palladnatý] komplex, di- μ -chloro-bis(tetrachloroniobičný) komplex, μ -oxo-bis(pentachlororutheničitan)(4-).

9. Napište funkční vzorce následujících komplexů a pojmenujte je



9. Výsledky

Kapitola 1.1.C

1. Zreaguje pouze 3,78 g H₂
2. Ne
3. Ve všech vzorcích je X:Y = 0,56
4. Poměr hmotností atomů kyslíku připadajících na dva atomy chloru je 1 : 4 : 6 : 7
5. 1 : 0,5 : 4 : 3 : 1
6. 1,25 dm³ O₂; 1,0 dm³ NO; 1,5 dm³ H₂O (g)
7. A₂, B₂, AB, AB₃
8. S přesností na 1,0·10⁻⁹ g

Kapitola 1.2.C

1. 18,99
2. 19,84x
3. 180,0
4. cca 2x
5. a) 13,33; b) 5,02·10²³; c) nezmění se; d) 18,678 l; e) nezmění se
6. 35,456
7. 39,947
8. 107,878
9. 60,27 % ⁶⁹₃₁Ga; 39,73 % ⁷¹₃₁Ga
10. 78,96
11. 91,23
12. 119,378
13. 70,909
14. 4 atomy Fe
15. 1,67·10⁻²⁴ g; 2,66·10⁻²³ g; 3,95·10⁻²² g
16. 1,496·10⁻²³ g
17. 3,06·10¹³ atomů Au
18. 6,022·10²³ atomů C
19. 5,28·10⁻⁴ g H₂
20. 53 000 roků
21. 10,041 g; 111,64 l
22. 1,96 g; 1,29 g

23. 2,14·10⁷ km; 55,6x
24. 9,06·10⁻¹⁶ cm³
25. 1,58·10⁻⁸ cm; 1,66·10⁻²³ cm³; 9993 cm³
26. a) 0,0807 mol; b) 0,039 mol
c) 0,263 mol; d) 0,323 mol
27. 123,895 g mol⁻¹; 256,48 g mol⁻¹; 37,9968 g mol⁻¹
28. 4,337·10²⁴ molekul O₂
29. 1,896·10²³ atomů Cu
30. 1,88·10²³ atomů O; 9,4·10²² molekul O₂;
0,156 molu O₂
31. 4,01 g; 1,506·10²³ molekul
32. 1,023·10²³ molekul; 0,1698 molu

Kapitola 1.3.C

1. CuFeS₂
2. C₅H₇N
3. K₂O·6SiO₂·Al₂O₃
4. 9,69 % Al
5. 41,16 % SO₄²⁻
6. 75,98 % F
7. As₂O₃; As₂O₅
8. 50,30 g H₂O
9. NiSO₄·7H₂O
10. 78,44 g CaO
11. 349,7 kg Fe
12. 25,0 %
13. 3,62:1 v obou případech
14. 43,6 % O; 23,8 % Si; 11,4 % Al
15. SCl₂
16. 48,09 % Cl; InCl₃
17. 121,78
18. CS₂
19. {CO₂H₂}
20. C₃H₈
21. a) po 7,13 molu C a H₂; b) C₂H₄; c) 9,33 l;
d) 6,005 g C

Kapitola 1.4.C

1. a) $2 + 3 \longrightarrow 6 + 1 + 3$
 b) $2 + 1 \longrightarrow 4 + 3$
 c) $1 + 6 \longrightarrow 3 + 2$
 d) $12 + 1 \longrightarrow 4 + 6$
 e) $2 + 3 \longrightarrow 3 + 6 + 1$
 f) $2 + 3 \longrightarrow 1 + 3 + 3$
 g) $1 + 3 \longrightarrow 3 + 1 + 3$
 h) $1 + 4 \longrightarrow 1 + 8 + 4$
 i) $6 + 3 \longrightarrow 1 + 2 + 3$
 j) $2 + 4 + 1 \longrightarrow 4 + 1$
 k) $2 + 2 + 2 \longrightarrow 1 + 1 + 2$
 l) $1 + 3 + 3 \longrightarrow 2 + 3 + 3$
 m) $1 + 3 \longrightarrow 1 + 3 + 3$
 n) $1 + 4 + 3 \longrightarrow 2 + 1 + 2 + 3$
 o) $80 + 3 \longrightarrow 4 + 30$
 p) $12 + 1 + 20 \longrightarrow 1 + 20 + 10$
 q) $1 + 6 \longrightarrow 3 + 1 + 1$
 r) $1 + 12 \longrightarrow 4 + 3$
2. a) $2 + 1 + 2 \longrightarrow 2 + 2$
 b) $1 + 3 + 4 \longrightarrow 2 + 3 + 2$
 c) $2 + 1 \longrightarrow 1 + 2$
 d) $3 + 8 \longrightarrow 3 + 2 + 4$
 e) $1 + 2 + 10 \longrightarrow 2 + 4 + 5$
 f) $1 + 4 + 4 \longrightarrow 2 + 1 + 4 + 2$
 g) $1 + 6 + 7 \longrightarrow 1 + 3 + 4 + 7$
 h) $2 + 11 + 11 \longrightarrow 2 + 6 + 11 + 8$
 i) $5 + 1 + 4 \longrightarrow 5 + 3 + 1 + 4$
 j) $10 + 2 + 8 \longrightarrow 5 + 2 + 1 + 8$
 k) $2 + 5 + 3 \longrightarrow 2 + 5 + 1 + 8$
 l) $5 + 2 + 3 \longrightarrow 1 + 2 + 10 + 8$
 m) $1 + 9 + 18 \longrightarrow 1 + 2 + 9 + 6$
 n) $8 + 5 \longrightarrow 4 + 4 + 1 + 4$
 o) $3 + 1 \longrightarrow 1 + 1$
 p) $2 + 2 + 2 \longrightarrow 2 + 1 + 1 + 1 + 2$

- q) $4 + 8 + 1 + 2 \longrightarrow 4 + 4$
 r) $1 + 4 + 2 \longrightarrow 1 + 1 + 2$
 s) $2 + 5 \longrightarrow 2 + 1 + 8$
 t) $4 + 4 + 20 + 1 \longrightarrow 4 + 2$
 u) $6 + 10 \longrightarrow 6 + 2 + 3 + 6$
 v) $1 + 4 \longrightarrow 4 + 2 + 2 + 1$
 x) $3 + 4 \longrightarrow 3 + 2 + 2$
 y) $3 + 8 \longrightarrow 3 + 3 + 2 + 4$
 z) $2 + 27 + 64 \longrightarrow 2 + 6 + 54 + 32$
3. a) $3 + 2 + 2 \longrightarrow 5 + 4$
 b) $1 + 5 + 6 \longrightarrow 3 + 3$
 c) $1 + 4 + 10 \longrightarrow 2 + 8 + 5$
 d) $2 + 4 \longrightarrow 2 + 1$
 e) $1 + 3 + 3 \longrightarrow 1 + 3$
 f) $1 + 1 + 4 \longrightarrow 1 + 2 + 2$
 g) $4 + 20 \longrightarrow 4 + 3 + 30$
 h) $7 + 1 + 8 \longrightarrow 7 + 1 + 4$
 i) $1 + 2 + 2 \longrightarrow 1 + 2 + 1$
 j) $3 + 1 + 8 \longrightarrow 3 + 2 + 4$
 k) $3 + 1 + 8 \longrightarrow 3 + 2 + 7$
 l) $2 + 6 \longrightarrow 2 + 3 + 2$
 m) $1 + 6 + 3 \longrightarrow 1 + 6 + 6$
 n) $2 + 2 \longrightarrow 1 + 1 + 1 + 2$
4. a) $4 \longrightarrow 3 + 1$
 b) $2 + 1 + 3 \longrightarrow 1 + 1 + 3$
 c) $5 + 1 \longrightarrow 3 + 8$
 d) $10 + 10 \longrightarrow 1 + 6$
 e) $10 + 13 + 128 \longrightarrow 40 + 32$
 f) $3 + 7 \longrightarrow 1 + 1 + 6, 4 + 9 \longrightarrow 1 + 2 + 8$ a d.
 g) $2 + 3 + 9 \longrightarrow 3 + 5$
 h) $4 + 10 \longrightarrow 3 + 1 + 20$
5. a) $2 + 6 + 6 \longrightarrow 3 + 2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
 b) $2 + 16 \longrightarrow 2 + 5\text{Cl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$
 c) $1 + 1 + 6\text{KOH} \longrightarrow 1 + 2\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
 d) $1 + 6 + 14 \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
 e) $3 + 6 \longrightarrow 1 + 5\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
 f) $5 + 1 + 8 \longrightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

Kapitola 1.4.C

- g) $5 + 3 + 4 \longrightarrow 5\text{NO}_3^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 h) $3 + 5 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
 i) $1 + 3 \longrightarrow 2\text{ND}_3 + 3\text{MgO}$
6. 21,04 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 87,6 %
 7. 190,05 g $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 8. 7,88 g $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$; 50,76 %
 9. LiOH
 10. 0,60 %
 11. 53,94 g Ag
 12. 0,1729 molu P_4 ; 23,04 g P_4
 13. $2+6+10 \longrightarrow 6+10+1$; 102,05 kg C;
 543,4 kg $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 14. 1405,2 kg 96% H_2SO_4
 15. 51,46 t; 44,68 t
 16. 95,30 g Fe; 54,70 g S
 17. 63,53 g Fe; 36,47 g S
 18. 42,2 g H_2 ; 195,3 g N_2 ; 260,3 g O_2 ; 164,8 g Cl_2
 19. 0,0 g H_2SO_4 ; 101,8 g H_2O
 20. 1,52 kg F_2 ; 0,76 kg F_2
 21. 5,25 cm^3 96% H_2SO_4 ; 82,89 %
 22. 0,56% H_2SO_4
 23. 63,36 g 64% HNO_3
 24. 6,0000 g AgNO_3 ; 0,3228 g NaCl
 25. 75,03% NaCl
 26. 73,29% MgCO_3
 27. 100,77 dm^3 CO_2
 28. 20,05 g KClO_3
 29. 25,0 dm^3 NO_2
 30. 4,46 molu H_2SO_4 ; 291,7 g Zn;
 1557,7 cm^3 24% H_2SO_4
 31. 0,7648 molu H_2 ; 17,14 dm^3 H_2
 32. a) 28,0 dm^3 N_2 ; b) 35,0 dm^3 N_2 ; c) 151,76 g H_2O_2
 33. 2,61 dm^3 O_2

34. 33,62 l
 35. 1,706 molu H_2S ; 38,24 dm^3 H_2S
 36. 1600 dm^3 CO
 37. 5x

Kapitola 1.D

- | | | |
|--------------|---------------|--------------|
| 1. Nesprávné | 2. Správné | 3. Nesprávné |
| 4. Nesprávné | 5. Správné | 6. Nesprávné |
| 7. Správné | 8. Nesprávné | 9. Nesprávné |
| 10. Správné | 11. Nesprávné | |
-

Kapitola 2.1.C

1. a) příp. e)
 2. izotopy a), b); izobary c), d), f)
 3. $8,84 \cdot 10^{12}$ J; $1,22 \cdot 10^{12}$ J
 4. 2,01581
 5. 250,7 m
 6. a) 21,9 m; b) $3,3 \cdot 10^{28}$; c) $1,14 \cdot 10^4$ kg;
 d) $7,1 \cdot 10^{-5} \text{ mm}^{-3}$; e) $1,6 \cdot 10^8 \text{ tun} \cdot \text{cm}^{-3}$
-

Kapitola 2.2.C

1. a) ${}^2_1\text{H}$; b) ${}^{223}_{87}\text{Fr}$; c) ${}^0_{-1}\text{e}$; d) α ; e) ${}^{96}_{43}\text{Tc}$; f) ${}^{10}_5\text{B}$
 2. a), b), c)
 3. a) ${}^{234}_{90}\text{Th}$; b) ${}^{239}_{93}\text{Np}$; c) ${}^{11}_5\text{B}$
 4. $5,72 \cdot 10^{11}$ J
 5. a) 999,085 g; b) $1,94 \cdot 10^7 \text{ x}$;
 c) $(1000 - 4,72 \cdot 10^{-8}) \text{ g}$; d) $1,94 \cdot 10^4 \text{ t TNT}$
 6. ≈ 2000 roků
-

Kapitola 2.3.C

1. 14; 10; 2; 6
 2. 16 orbitalů; 32 elektronů
 3. 4g; 7j
 4. a) ne; b) ne; c) ano

Kapitola 2.3.C

5. a) 2p; b) 3d; c) 3d; d) 4p; e) 4f; f) 5f
6. a) Cl; b) Ti; c) Co; d) As; e) Sr
7. 19; 7 s, 12 p, 0 d; 19; počet neutronů nelze zjistit
8. hodnoty multiplicit: a) 5; b) 1; c) 5; d) 1; e) 1; f) 1; g) 5; h) 7; správné a), c), h)
9. 4s - tři; 3p - jedna
10. c), d)
11. Eu, Yb
12. Ag, Na
13. $1,63 \cdot 10^{-18}$ J
14. $1,5241 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$; 656,1 nm;
 $1,0974 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$; 91,1 nm; 13,6 eV
15. 619,8 nm
16. a) $1,2 \cdot 10^{-10}$ m; b) $6,6 \cdot 10^{-15}$ m; c) $6,6 \cdot 10^{-30}$ m;
d) $2,7 \cdot 10^{-34}$ m; e) $2,7 \cdot 10^{-34}$ m

Kapitola 2.4.C

1. orbital 3d se zaplňuje až po 4s
2. a) C, B, Al, Na, K; b) F, O, Be, Li, Cs;
c) Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Rb^+ ; d) F, O, O^{2-} , S^{2-}
3. Cs, Ba, Ca, As, Se, S, O, F; Cs
4. a) A kov, B nekov; b) nejsou; c) A II, B -I;
d) A; e) A nízké, B vysoké hodnoty
5. a) K, Na, Li, C, F; b) Sn, Sb, As, P;
c) Cs, Ca, S, F
6. 241,2 nm
7. Ca

Kapitola 2.D

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. Nesprávné | 2. Správné | 3. Nesprávné |
| 4. Správné | 5. Nesprávné | 6. Správné |
| 7. Nesprávné | 8. Nesprávné | 9. Nesprávné |
| 10. Správné | 11. Správné | 12. Správné |

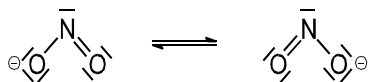
- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 13. Nesprávné | 14. Správné | 15. Nesprávné |
| 16. Nesprávné | 17. Správné | 18. Nesprávné |
| 19. Správné | 20. Nesprávné | 21. Nesprávné |
| 22. Správné | 23. Nesprávné | 24. Správné |
| 25. Správné | 26. Nesprávné | 27. Nesprávné |
| 28. Nesprávné | 29. Nesprávné | 30. Nesprávné |
| 31. Nesprávné | 32. Správné | 33. Správné |
| 34. Nesprávné | | |

Kapitola 3.C

1. $-917,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
2. a) zmenší se; b) 2A; c) 4A
3. $-348,2 \text{ kJ mol}^{-1}$
4. 11,7 %
5. H_2Se , H_2S , OF_2 , ClF_3 , SO_2 , SF_2
6. iontový a), e), g); kovalentní b), c), d), f), h)
7. a) ICl; b) HCl; c) NaCl
8. a) NaCl; b) ZnO; c) MgO; d) CaO
9. a) HF, HCl, HBr, HI;
b) He, Ne, Ar, Cl_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, NaCl
10. kovalentní, $109^\circ 28'$
11. a) dsp^3 , trigonální bipyramida
b) sp^2 , nelineární
c) sp^3 , trigonální pyramida
d) sp^2 , trigonálně planární
e) sp, lineární
f) d^2sp^3 , oktaedr
g) sp^3 , trigonální pyramida
h) d^2sp^3 , tetragonální pyramida
i) sp^3 , trigonální pyramida
j) sp, lineární
k) sp^3 , tetraedr
l) d^2sp^3 , oktaedr
m) dsp^2 , čtverec
n) d^3sp^3 , pentagonální bipyramida
o) sp^3 , nelineární

Kapitola 3.C

12.



sp^2 ; nelineární tvar; 2 p-orbitály O, 1 p-orbital N

13. $N(NO) = 2,5$; $N(NO^+) = 3,0$; $r(NO) > r(NO^+)$; ne14. O_2^{2-} , O_2^- , O_2 , O_2^+ , O_2^{2+} 15. a) N_2^+ ; b) F_2 16. $E_i(H_2) > E_i(H)$; $E_i(O_2) < E_i(O)$;17. a) N_2^{2+} ; b) CN18. HF, H_2S , $CHCl_3$, *o*-,*m*- $C_6H_4Br_2$ 19. NNO ; $|N \equiv N - \overset{(+)}{O} \rightleftharpoons \overset{(-)}{N} = N = \overset{(+)}{O}|$; sp20. N_2 21. $CH_3COOC_2H_5$ nemůže tvořit intermolekulární vodíkové můstky

22. HF

23. B_2H_6 ; $(BeH_2)_x$

24. a) lineární

b) rovinná trojúhelníková

c) nelineární

d) tetraedr

e) trigonální pyramida

f) nelineární

g) trigonální bipyramida

h) deformovaný tetraedr

i) tvar deformovaného T

j) nelineární

k) deformovaná tetragonální pyramida

l) planární

m) lineární

n) tetraedr

o) oktaedr

p) lineární

q) nelineární

r) rovinná trojúhelníková

s) deformovaný tetraedr

t) deformovaný tetraedr

u) nelineární

v) deformovaný tetraedr

x) oktaedr

y) trigonální pyramida

25. NO_2^- , NO_3^- , NO_2 , NO_2^+ 26. a) H_2O ; b) NH_3 ; c) PF_3 27. neplanární, sp^3 hybridizace C

28. zmenší se

29. a) $[Ar]3d^13d^13d^03d^0$; d^2sp^3 b) $[Ar]3d^23d^23d^13d^03d^0$; d^2sp^3 c) $[Ar]3d^23d^23d^23d^03d^0$; d^2sp^3 d) $[Ar]3d^23d^13d^13d^13d^1$; d^2sp^3 e) $[Xe]5d^25d^25d^25d^25d^0$; dsp^2 f) $[Kr]4d^24d^24d^24d^24d^2$; sp30. $[NiCl_4]^{2-}$ tetraedr; $[Ni(CN)_4]^{2-}$ planární31. a) $(t_{2g})^1$; b) $(t_{2g})^3$; c) $(e_g)^4(t_{2g})^3$; d) $(t_{2g})^6$;e) $(t_{2g})^3(e_g)^1$; f) $(e_g)^4(a_{1g})^2(b_{2g})^1(b_{1g})^1$ 32. $[FeL_6]^{2+}$ vysokospinový; $[FeR_6]^{4-}$ nízko-spinový33. $(a_{1g})^2(t_{1u})^6(e_g)^4(t_{2g})^4(e_g)^2$

34. červenou

35. $[TiR_6]^{3+}$

Kapitola 3.D

1. Nesprávné

2. Správné

3. Správné

4. Správné

5. Nesprávné

6. Nesprávné

7. Správné

8. Správné

9. Nesprávné

10. Nesprávné

11. Správné

12. Nesprávné

13. Nesprávné

14. Správné

15. Správné

16. Správné

17. Nesprávné

18. Správné

19. Nesprávné

20. Správné

21. Nesprávné

22. Správné

Kapitola 4.1.C

1. b)

2. b)

3. H_2 , He, CO, N_2 , O_2 , CO_2 , SO_2

4. 28,97

Kapitola 4.1.C

5. zvětší se 10x
6. sníží se na $\frac{1}{4}$
7. 95,83 kPa
8. 2,875 l
9. 1,615 m
10. 5,88 m³ N₂
11. 14,23 MPa; 21,21 MPa
12. 0,23 MPa
13. 303,15 °C
14. -9,3 °C
15. 1057,6 cm³
16. 0,129 dm³ O₂
17. pokles o 59,78 %
18. 1,89 l
19. 1,38x
20. 0,106 cm³; 6,4.10¹⁰ l
21. 8,3145 J mol⁻¹ K⁻¹
22. 6,0205.10²³
23. 8,3143 J mol⁻¹ K⁻¹
24. 12,19 K
25. 527,3 kPa
26. 156,88 molů O₂
27. 0,496 kg H₂; 7,13 kg vzduchu
28. 42,53
29. N₂O
30. 28,05; C₂H₄
31. 16,13 g H₂O
32. 1,25 g dm⁻³ (kg m⁻³)
33. 1,77 g dm⁻³
34. 1,8137 g dm⁻³ (kg m⁻³)
35. C₂H₂
36. 28,01
37. C₃H₈
38. 5,19.10⁹ molekul O₂

39. 66,83 % CH₄, 25,05 % C₂H₆, 0,78 % H₂,
7,33 % CO₂; 0,7485 kg m⁻³
40. 43,86 kPa
41. p(A₂) = 50,66 kPa, p(B) = 202,65 kPa
42. 1,6 obj. % He, 98,4 obj. % Ar
43. zmenší se o 64,89 %
44. 58,7 cm³ O₂
45. x(H₂) = 0,6234, x(N₂) = 0,2094,
x(NH₃) = 0,1672; p(H₂) = 62,34,
p(N₂) = 20,94; p(NH₃) = 16,72 kPa;
V(H₂) = 1,857 l, V(N₂) = 0,624 l,
V(NH₃) = 0,498 l; V = 2,979 l
46. 19,23 m³
47. 0,0294 g Al
48. 15,73 dm³ H₂
49. 24,50 g mol⁻¹
50. 0,8313 g Na₂CO₃
51. XeF₄
52. p(Cl₂) = 76,63 kPa; p(SO₂) = 76,63 kPa;
p(SO₂Cl₂) = 49,39 kPa;
c(Cl₂) = 1,99.10⁻² mol dm⁻³;
c(SO₂) = 1,99.10⁻² mol dm⁻³;
c(SO₂Cl₂) = 1,28.10⁻² mol dm⁻³
53. 1,142 dm³ CO₂
54. 111,7 °C; 117,6 °C
55. 3,642 MPa
56. 1,067 m³ SO₂ (l)
57. 1,004x

Kapitola 4.2.C

1. c)
2. a)
3. 6, 6; kubická plošně centrovaná
4. 6,022.10²³

Kapitola 4.2.C

5. a) k.č. $M^+ = 4$; k.č. $A^- = 8$
 b) k.č. $M^+ = 4$; k.č. $A^- = 4$
6. a) 2; b) 8; c) $9,53 \text{ cm}^3$;
 d) $0,03163 \text{ nm}^3$; e) $0,137 \text{ nm}$
7. a) primitivní kubická; b) 8,8;
 c) primitivní kubická
 d) kubická prostorově centrovaná
8. $4,85 \text{ g cm}^{-3}$
9. 2 atomy Fe, 4 atomy S
10. $6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
11. $20,5^\circ$
12. $0,0798 \text{ nm}$
13. $0,1375 \text{ nm}$; $0,194 \text{ nm}$
-

Kapitola 4.3.C

1. a) $19,65 \text{ cm}^3$; b) $18,02 \text{ cm}^3$;
 c) $18,80 \text{ cm}^3$; d) $30,62 \text{ l}$
2. další sublimací ledu
3. tání ledu
4. nebylo
5. $v = 3$ při $f = 1$ a $s = 2$
6. b), c)
7. a), c)
8. $v = 0$
9. $101,325 \text{ kPa}$; pára
10. $v = 1$ při stechiometrickém poměru;
 $v = 2$ při libovolném poměru $\text{H}_2 : \text{O}_2$
11. $f = 3$; $s = 2$; $v = 1$
-

Kapitola 4.D

- | | | |
|--------------|--------------|------------|
| 1. Nesprávné | 2. Nesprávné | 3. Správné |
| 4. Správné | 5. Správné | 6. Správné |
| 7. Správné | 8. Nesprávné | 9. Správné |

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 10. Nesprávné | 11. Správné | 12. Nesprávné |
| 13. Správné | 14. Nesprávné | 15. Nesprávné |
| 16. Správné | 17. Nesprávné | 18. Nesprávné |
| 19. Nesprávné | 20. Nesprávné | 21. Správné |
| 22. Správné | 23. Nesprávné | 24. Nesprávné |
| 25. Nesprávné | 26. Nesprávné | 27. Správné |
| 28. Správné | 29. Nesprávné | 30. Nesprávné |
| 31. Nesprávné | 32. Správné | 33. Správné |
| 34. Správné | 35. Správné | 36. Správné |
| 37. Nesprávné | 38. Nesprávné | 39. Nesprávné |
-

Kapitola 5.1.C

1. 17,36 %
2. 794,1 g
3. ve 200 g; ve $192,1 \text{ cm}^3$
4. 24 %
5. 20,93 %
6. 182,1 g; $380,1 \text{ cm}^3$
7. 0,5889 g H_2SO_4
8. 105,75 g; $74,25 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$
9. 28 %
10. $28,21 \text{ cm}^3$
11. 12,94 g NaNO_3
12. $16,11 \text{ cm}^3$ 96% H_2SO_4 ; $27,20 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$
13. $58,64 \text{ cm}^3$ 50% HNO_3
14. 10,50 %; $10,74 \text{ dm}^3 \text{ HCl}$
15. 75,18 obj. %
16. 400 cm^3 ; 315,72 g
17. 22,65 %
18. $146,4 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$; $325,8 \text{ cm}^3$
19. 3:5; 1:1,7653
20. $129,3 \text{ cm}^3$ 96% H_2SO_4 , $902 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$
21. $390,0 \text{ cm}^3$ 5% HNO_3
22. 133,8 g NaCl ; $1049,4 \text{ cm}^3$
23. 289,6 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
24. $119,7 \text{ cm}^3$ 96% H_2SO_4

Kapitola 5.1.C

25. 0,001 M
26. 2,5 M
27. 1,5013 g
28. 61,07 g; 122,14 g
29. ve 49,06 cm³
30. 499,06 cm³
31. 11,207 dm³ NH₃
32. 0,5 M
33. 800 cm³ 0,125 M H₂SO₄
34. 0,8 M
35. 153,8 cm³
36. 0,128 M
37. 400,5 cm³
38. 17,96 cm³
39. 1,41 M
40. 1,685 M
41. 56,82 cm³
42. 90,04 g mol⁻¹
43. 20,24 %; 6,10 M
44. 98,74 %
45. 40,0 cm³
46. 9,72 : 1
47. 3,3455 g AgI
48. 24,5153 g K₂Cr₂O₇
49. 98,04 %
50. 0,02 M; 0,066 M
51. 99,45 %
52. 3 + 2 + 2 \longrightarrow 3 + 2 + 2; 0,0469 g As₂O₃
53. 0,6735 g HA
54. x(H₂O) = 0,5833; x(C₂H₅OH) = 0,2500;
x((CH₃)₂CO) = 0,1667
55. x(Na₂SO₄) = 0,0063; x(H₂O) = 0,9937
56. 1,304 M
57. 22,0 %

58. 0,5075 mol; 31,9790 g; 12,0 %
59. 27,83 cm³ 96% H₂SO₄
60. 13,11 cm³ 50% NaOH
61. 16 %
62. 1,43 %; 0,991 g NH₄Cl/100 cm³ NH₃
63. 18,0 %; 2,94 m
64. 16,35 %
65. 1,83 M; 1,90 m
66. 11,64 M; 15,43 m
67. 1,002 m
68. 21,91%
69. x(C₂H₅OH) = 0,281; 9,92 M; 21,71 m
70. 10,0 %; 1,051 M
71. 1,42 m; 18,07 %
72. 38,87 g K₂CrO₄
73. 54,20 g K₂Cr₂O₇
74. 36,20 g/100g H₂O; 26,58 %
75. 10,82 g K₂SO₄; 97,35 cm³ H₂O
76. 112,6 cm³ H₂O
77. 675,2 cm³ H₂O; 65,97 %
78. 56,88 g KHSO₄
79. 0,9935 dm³ H₂O; 294,6 g kamence

Kapitola 5.2.C

1. 3766,4 Pa
2. 357,8
3. p_{hexan} = 6,79 kPa; p_{heptan} = 4,05 kPa
4. 125,13
5. 1:3
6. -0,815 °C; 100,23 °C
7. -3,1.10⁻⁴ °C; 6,0.10³
8. 66,5 Pa
9. 776,4 kPa; 0,88 %

Kapitola 5.D

1. Správné
2. Nesprávné
3. Nesprávné

Kapitola 5.D

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 4. Nesprávné | 5. Nesprávné | 6. Správné |
| 7. Správné | 8. Nesprávné | 9. Nesprávné |
| 10. Nesprávné | 11. Nesprávné | 12. Nesprávné |
| 13. Správné | 14. Nesprávné | 15. Správné |
| 16. Nesprávné | | |
-

Kapitola 6.1.C

1. 4,102 kJ
2. vzroste o 10 J
3. 304,0 J
4. 13,96 J
5. 3,101 kJ; 7,05 %
6. $\Delta H = -484,83$ kJ; $\Delta U = -481,73$ kJ
7. $Q = 43,96$ kJ mol⁻¹; $A = 2,477$ kJ; $\Delta U = 41,483$ kJ
8. 2,44 kJ g⁻¹
9. $\Delta U = 2,086$ MJ
10. $3,57 \cdot 10^{14}$ kJ
11. 34,42 g H₂O.min⁻¹
12. b)
13. b)
14. $\Delta H = -86,67$ kJ mol⁻¹
15. $\Delta H^\circ = -126,42$ kJ; $Q = 20,265$ kJ
16. $\Delta H^\circ = 52,34$ kJ mol⁻¹
17. $\Delta H = -3269,42$ kJ mol⁻¹
18. $\Delta H = -286,04$ kJ mol⁻¹
19. 12,058 kJ; -5,565 kJ
20. $\Delta H = -1,88$ kJ mol dm⁻³
21. $\Delta H = -110,78$ kJ mol⁻¹
22. $\Delta H = -74,94$ kJ mol⁻¹
23. $\Delta H = -177,95$ kJ mol⁻¹
24. $\Delta H = -16,745$ kJ mol⁻¹
25. $\Delta H = -1300,82$ kJ mol⁻¹
26. $\Delta H = -226,92$ kJ mol⁻¹
27. $\Delta H = -848,25$ kJ mol⁻¹
28. 7217,2 kJ

29. b)

30. a)

31. a)

32. $\Delta G = -2888,16$ kJ mol⁻¹33. $\Delta G = -394,85$ kJ mol⁻¹34. $\Delta G^\circ = -5,122$ kJ; bude, ale s malým výtěžkem35. $\Delta G^\circ = -73,27$ kJ mol⁻¹; ano

36. a) vždy; c),d) možno

37. $\Delta G = 222,9$ kJ mol⁻¹, led; $\Delta G = -217,1$ kJ mol⁻¹, voda;

0 °C, voda a led koexistujú

38. $\Delta S = -333,25$ J mol⁻¹ K⁻¹39. $\Delta S = -72,715$ J mol⁻¹ K⁻¹40. 416,17 kJ mol⁻¹41. $\Delta H = 1575,08$ kJ mol⁻¹42. $\Delta H = -330,76$ kJ mol⁻¹43. $\Delta H = -296,43$ kJ mol⁻¹

Kapitola 6.2.C

1. a)

2. d)

3. c)

4. b)

5. b)

6. b)

7. a)

8. [B] klesne na polovinu

9. [CO] se zdvojnásobí

10. 8,13

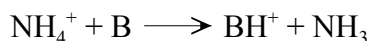
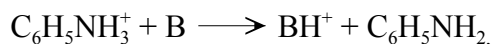
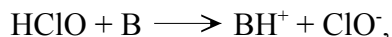
11. $K_c = 1,6875$ mol²12. $K_c = 1,6 \cdot 10^{-2}$ mol13. $K_c = 3,12$ 14. $K_c = 4,06 \cdot 10^{-2}$ mol15. $K_c = 0,25$ 16. $K_p = 1621,2$ kPa17. $K_p = 1,26 \cdot 10^{-10}$ Pa⁻²

Kapitola 6.2.C

18. $K_p = 9,93 \cdot 10^{14} \text{ Pa}^2$; $K_c = 3,17 \cdot 10^7 \text{ l}^2$
 19. $K_p = 3173 \text{ Pa}$; $K_c = 1,28 \text{ mol}$
 20. $K_p = 9,05 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}^{-1}$; $K_c = 6,38 \text{ mol}^{-1}$
 21. $K_p = 1,66 \cdot 10^4 \text{ Pa}$; 54,16 %
 22. $K_p = 4,21 \cdot 10^3 \text{ Pa}$; $K_c = 1,698 \text{ mol}$
 23. 9,68 obj. % H_2 , 9,68 obj. % I_2 , 80,65 obj. % HI ;
 $p(\text{H}_2) = p(\text{I}_2) = 48,39 \text{ kPa}$, $p(\text{HI}) = 403,23 \text{ kPa}$
 24. $[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 4,427 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$;
 $[\text{HI}] = 3,115 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
 25. $2,83 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
 26. 199,1 g $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
 27. po 1,8 molu $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ a H_2O ,
 4,2 molu $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 0,2 molu CH_3COOH
 28. $42,95 \text{ kJ mol}^{-1}$
 29. $A = 20,86$; $B = 12945,6$
-

Kapitola 6.3.C

1. $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$
2. c)
3. a) $a(\text{K}^+) = a(\text{OH}^-) = 0,0046$;
 b) $a(\text{Fe}^{3+}) = 0,00079$, $a(\text{Cl}^-) = 0,0226$;
 c) $a(\text{Al}^{3+}) = 0,00044$, $a(\text{SO}_4^{2-}) = 0,0049$
4. $a(\text{Mg}^{2+}) = 0,0032$, $a(\text{Cl}^-) = 0,0102$,
 $a(\text{SO}_4^{2-}) = 0,00053$
5. 0,06
6. 0,07
7. 0,685
8. KCl
9. 0,81
10. 0,656
11. jako zásada
12. H_2S , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, HCN
13. $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{B} \longrightarrow \text{BH}^+ + [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$
 $\text{H}_2\text{S} + \text{B} \longrightarrow \text{BH}^+ + \text{HS}^-$,



14. O^{2-}
15. HSO_4^- , SO_4^{2-} , $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$, NH_2^- , PH_2^- , NO_2^-
16. $^+\text{H}_3\text{NCH}_2\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow ^+\text{H}_3\text{NCH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$
 $^+\text{H}_3\text{NCH}_2\text{COO}^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
17. H_2O
18. Cl^-
19. HXO_4
20. a) F^- ; b) NO_2^- ; c) NH_3 ; d) HF
21. $\text{AH}^+ < \text{CH}^+ < \text{DH}^+ < \text{BH}^+$
22. zásady: $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{PO}_4^- < \text{CN}^- < \text{OH}^-$;
 kyseliny: $\text{H}_2\text{O} < \text{HCN} < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_3\text{O}^+$
 $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_2^- \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{OH}^-$
23. méně
24. CH_3COO^-
25. b)
26. b)
27. a)
28. b)
29. b)
30. d)
31. kyselina: SO_3 ; zásady: CO_3^{2-} , NO_2^- , HS^- , PH_3
32. kyselina/zásada:
 a) H^+/CN^- ; b) $\text{Ca}^{2+}/\text{H}_2\text{O}$; c) $\text{BCl}_3/(\text{CH}_3)_2\text{O}$;
 d) $\text{SO}_2/\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$; e) $\text{CO}_2/\text{O}^{2-}$; f) $\text{GaCl}_3/(\text{CH}_3)_3\text{N}$
33. a)
34. a) Be^{2+} (stejný náboj, nejmenší)
 b) Al^{3+} (nejvyšší náboj, nejmenší)
35. c)
36. b)
37. b)
38. d)
39. HNO_3
40. vždy
41. a)

Kapitola 6.3.C

42. 6,81

43. 10,7

44. 11,7

45. $1,0 \cdot 10^{-11} \text{ mol dm}^{-3}$

46. 2,20

47. 1,59

48. 1,22

49. a) 4,0; b) 7,0; c) 10,0

50. 2,15

51. 3,37; 10,63

52. $1,845 \cdot 10^{-5}$ 53. $5,87 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ 54. $0,1265 \text{ mol dm}^{-3}$ 55. $1,37 \cdot 10^{-4}$ 56. $3,15 \text{ g dm}^{-3}$

57. 2,23; 3,75

58. $[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] = 6,56 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{CO}_3^{2-}] = 5,61 \cdot 10^{-11} \text{ mol dm}^{-3}$ 59. $[\text{H}^+] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 8,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{HPO}_4^{2-}] = 6,20 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{PO}_4^{3-}] = 3,24 \cdot 10^{-18} \text{ mol dm}^{-3}$

60. 3,98

61. $6,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ 62. $2,2 \cdot 10^{-3} \%$

63. 0,6 %; 2,52

64. $1,82 \cdot 10^{-4}$

Kapitola 6.4.C

1. NH_4Cl

2. c), d)

3. c)

4. c)

5. c)

6. HSO_4^-

7. c)

8. c)

9. c)

10. d)

11. a)

12. $2,33 \cdot 10^{-8}$

13. 8,46

14. 11,82

15. 11,16

16. 5,63

17. 4,83

18. 5,17

19. 6,46

20. 8,28

21. 0,144 %; 10,34

22. 0,25 %

23. 0,55 %; pH = 7

24. pH = 11,48, $K_a = 1,08 \cdot 10^{-10}$; $K_h = 9,28 \cdot 10^{-5}$

Kapitola 6.5.C

1. b), c), d)

2. d)

3. a)

4. c)

5. c)

6. b)

7. 7,53

8. 5,44

9. 7,33

10. 1:9

11. 3,75

12. klesne o 0,09

13. $4,66 \text{ cm}^3$; $40,00 \text{ cm}^3$

Kapitola 6.6.C

1. NiS

Kapitola 6.6.C

2. d) (pacientovi nelze podat H_2SO_4)
3. $1,01 \cdot 10^{-11}$
4. $1,10 \cdot 10^{-12}$
5. $9,12 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$
6. $1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$
7. $[\text{I}^-] = 3,46 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{Br}^-] = 1,82 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{I}^+] = 1,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
8. 12,29
9. $1,0 \cdot 10^{-10} \text{ g}$
10. $4,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$
11. $7,49 \cdot 10^{-3} \text{ g dm}^{-3}$
12. $1,27 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$
13. $1,08 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$, $1,37 \cdot 10^{-3} \text{ g}$
14. $1,12 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$
15. 509x menší
16. 682x
17. $1,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$
18. $0,9253 \text{ g/100 cm}^3$
19. $0,015 \text{ g dm}^{-3}$; $5,19 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$, 7,3x
20. 0,4433 g
21. BaCrO_4
22. AgCl a AgBr současně
23. 6,75
24. nevytloučí se
25. $7,94 \cdot 10^{-26} \text{ mol dm}^{-3}$
26. $1,17 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$
27. $[\text{S}^{2-}] = 2,51 \cdot 10^{-24} \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{H}^+] = 2,09 \text{ mol dm}^{-3}$
28. selektiv. SnS : $0,066 \text{ mol dm}^{-3} < [\text{H}^+] < 3,3 \text{ mol dm}^{-3}$
29. $6,62 \cdot 10^{-7}$ až $6,62 \text{ mol dm}^{-3}$
30. Cu^{2+}
31. $5,12 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
32. 1,09 molu
33. ano
34. ne
35. $0,0471 \text{ mol dm}^{-3}$

Kapitola 6.D

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 1. Správný | 2. Správný | 3. Správný |
| 4. Nesprávný | 5. Správný | 6. Správný |
| 7. Nesprávný | 8. Správný | 9. Správný |
| 10. Nesprávný | 11. Správný | 12. Nesprávný |
| 13. Nesprávný | 14. Správný | 15. Správný |
| 16. Nesprávný | 17. Správný | 18. Nesprávný |
| 19. Správný | 20. Nesprávný | 21. Nesprávný |
| 22. Nesprávný | 23. Nesprávný | 24. Správný |
| 25. Správný | 26. Správný | 27. Nesprávný |
| 28. Nesprávný | 29. Správný | 30. Správný |
| 31. Správný | 32. Nesprávný | 33. Správný |
| 34. Správný | 35. Správný | |

Kapitola 7.1.C

1. $6,0225 \cdot 10^{23}$
2. 1,4 A
3. 5,48 A
4. 4,78 A
5. 4826,5 s
6. 9964,5 s
7. $1,895 \cdot 10^{22}$
8. Gd^{3+}
9. 63,55 (Cu)
10. 16,81 l
11. 5242,5 s
12. $0,4269 \text{ mol dm}^{-3}$
13. 0,0261 l; pH = 1,33
14. $1,67 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$
15. 140,6 kWh
16. 75186 Kč

Kapitola 7.2.C

1. b)
2. Ag, Cu, Sn

Kapitola 7.2.C

3. Mn, Cr, Cd
4. a) -0,47; b) 0,31; c) 0,74; d) -0,17; e) -1,06 V
5. ne
6. ano
7. bude klesat
8. klesne o 0,38 V
9. vzroste o 0,1184 V
10. $\text{Cd} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cd}^{2+} + \text{Cu}$
11. 1,02 V
12. a) 0,82 V; b) 0,94 V; c) 0,13 V
13. 0,22 V
14. $[\text{Zn}^{2+}]:[\text{Cu}^{2+}] = 2390:1$
15. 0,615 V
16. nezmění se

17. $0,82 \text{ V} < U < 1,13 \text{ V}$; $3,16 \cdot 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$
18. $K = 1,9 \cdot 10^{-4}$; reakce neprobíhá
19. $K_c = 1,645 \cdot 10^{16}$
20. ne; $K = 8,97 \cdot 10^{-17}$
21. vybíjení katoda: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
anoda: $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
22. anoda: $\text{Cd} \longrightarrow \text{CdO}$
katoda: $\text{Ni}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NiO} \cdot y\text{H}_2\text{O}$
23. $\text{Zn} + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{MnO}_2 \longrightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + [\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$

Kapitola 7.D

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 1. Správný | 2. Správný | 3. Správný |
| 4. Správný | 5. Správný | 6. Nesprávný |
| 7. Nesprávný | 8. Nesprávný | 9. Nesprávný |
| 10. Správný | 11. Nesprávný | 12. Správný |
| 13. Nesprávný | 14. Správný | 15. Nesprávný |

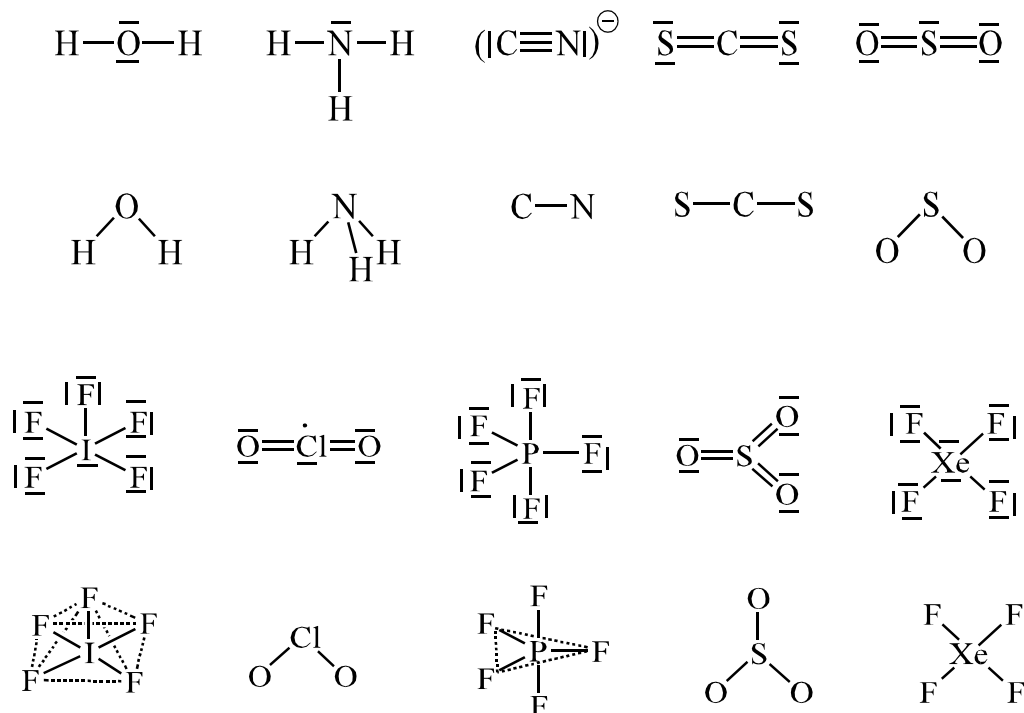
Kapitola 8.1.C

1. $\text{Ba}^{\text{II}}, 2\text{O}^{-\text{I}}, \text{Si}^{\text{IV}}, 2\text{O}^{-\text{II}}, \text{C}^{-\text{II}}, 4\text{H}^{\text{I}}, \text{O}^{-\text{II}}, \text{Li}^{\text{I}}, \text{B}^{\text{III}}, 4\text{H}^{-\text{I}}, \text{H}^{\text{I}}, \text{Br}^{\text{VII}}, 4\text{O}^{-\text{II}}, 2\text{H}^{\text{I}}, \text{C}^{\text{IV}}, 2\text{N}^{-\text{III}}$ ($\text{H}_2\text{NCN} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$); $\text{V}^{\text{V}}, \text{O}^{-\text{II}}, 3\text{Cl}^{-\text{I}}, \text{C}^{\text{II}}, \text{O}^{-\text{II}}$
2. $\text{Pu}^{\text{V}}\text{F}_7^{2-}, \text{Be}^{\text{II}}\text{F}_4^{2-}, \text{V}_3^{\text{V}}\text{O}_9^{3+}, \text{S}_2^{\text{IV}}\text{O}_5^{2-}, \text{Cr}^{\text{V}}\text{F}_4\text{O}^-, \text{U}^{\text{VI}}\text{O}_5^{4+}, \text{Ce}^{\text{IV}}(\text{OH})_4\text{O}_4^{12+}, \text{Si}_3^{\text{IV}}\text{O}_8^{4+}, \text{Xe}^{\text{VIII}}\text{O}_6^{4+}$
3. $[\text{Au}^{\text{III}}\text{Cl}_3(\text{OH})]^-$, $[\text{Ag}^{\text{III}}(\text{Te}^{\text{VI}}\text{O}_6)_2]^{9-}$, $[\text{Mo}_6^{\text{II}}\text{Cl}_8]^{4+}$, $[\text{Ni}_2^{\text{I}}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Ni}^0(\text{CO})_2(\text{PF}_3)_2]^0$, $[\text{P}_2^{\text{V}}\text{W}_{18}^{\text{VI}}\text{O}_{62}]^{6-}$, $[\text{Cr}_3^{\text{III}}(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{O}]^+$, $[\text{Be}_4^{\text{II}}(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{O}]^0$
4. $\text{K}_4[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$, $\text{K}[\text{Os}^{\text{VIII}}\text{O}_3\text{N}]$, $\text{K}_4[\text{Ru}_2^{\text{IV}}\text{Cl}_{10}\text{O}]$, $\text{Cs}[\text{Au}^{\text{III}}(\text{NO}_3)_4]$, $\text{K}_4[\text{Ni}^0(\text{CN})_4]$, $\text{Cr}^{\text{VI}}\text{O}(\text{O}_2)_2$, $\text{Na}_2[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CO})_4]$, $\text{Na}[\text{Fe}^{\text{I}}(\text{CO})_4]$, $\text{K}_6\text{H}[\text{Ag}^{\text{III}}(\text{I}^{\text{VII}}\text{O}_6)_2]$, $\text{K}[\text{Cr}^0\text{H}(\text{CO})_5]$, $\text{K}_4[\text{U}^{\text{IV}}(\text{SCN})_8]$, $[\text{Ni}^0(\text{PF}_3)_4]$, $\text{Na}[\text{B}^{\text{III}}\text{H}(\text{CH}_3\text{O})_3]$
5. a) -ný, -ičelý, -natý, -istý, -itý, -ičný(ečný), -ičitý, -ový
b) -itý, -ičný(ečný), -ičitý, -itý, -ičitý, -ičitý, -natý
c) -itý, -natý, -natý, -itý, -natý
6. a) -itan, -natan, -itan, -ičitan, -ičnan(ečnan), -ičitan, -ičnan (ečnan), -an, -istan, -ičelan
b) -itan, -itan, -ičnan(ečnan), -ičitan, -ičnan(ečnan)
c) -ičitan, -an, -ičnan(ečnan), -an, -ičnan(ečnan), -itan, -ičitan, -ičitan
7. a) -ná, -itá, -ičná(ečná), -istá, -natá, -ičitá, -ová, -itá, -ičná (ečná), -istá, -natá, -ičitá, -ová, -ičelá
b) -ná, -itá, -ičitá, -ová, -istá, -ičná(ečná), -ičná(ečná), -itá, -ičná(ečná), -itá

| | | |
|----|--|--|
| 1. | $\{\text{NH}_2\}$, N_2H_4 , $\text{H}_2\text{N.NH}_2$ | $\{\text{H}_2\text{SO}_4\}$, H_2SO_4 , $\text{SO}_2\cdot(\text{OH})_2$ |
| | $\{\text{SiH}_2\text{Cl}\}$, $\text{Si}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, $\text{ClH}_2\text{Si.SiH}_2\text{Cl}$ nebo $\text{H}_3\text{Si.SiHCl}_2$ | $\{\text{HO}\}$, H_2O_2 , HO.OH |
| | $\{\text{H}_2\text{NO}\}$, $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$, NH_4NO_2 | $\{\text{HO}\}$, H_2O_2 , HO.OH |
| | $\{\text{NH}\}$, N_4H_4 , NH_4N_3 | $\{\text{H}_3\text{PO}_4\}$, H_3PO_4 , $\text{PO}.\text{(OH)}_3$ |
| 2. | $\{\text{S}\}$ | S_2 , S_8 |
| | $\{\text{CH}_2\}$ | $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$, $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}\cdot\text{CH}_3$ |
| | $\{\text{SO}_3\}$ | SO_3 , S_3O_9 |
| | $\{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}\}$ | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $(\text{NH}_4)\text{OCN}$ |
| | $\{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}\}$ | $\text{CH}_3\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{OH}$ |
| | $\{\text{PtCl}_2\text{N}_2\text{H}_6\}$ | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$ |

Kapitola 8.3.C

3.

4. $\{\text{CsCl}_8\}$, $\{\text{CaF}_8\}$, $\{\text{ZnS}_4\}$, $\{\text{BN}_4\}$, $\{\text{Cu}_4\text{O}\}$, $\{(\text{NH}_4)_4\}$ 5. CaB_6 , ThB_4 , B_4C , CaSi_2 , H_2S_3 , $\text{B}_2\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$, $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$, HAt , AlH_2Cl , Se_2F_2 , BiH_3 , $\text{Os}_3(\text{CO})_{12}$, $\text{Re}_6(\text{CO})_{16}$, $[\text{Ni}(\text{PF})_3]_4$ 6. Jednoduchá: Cl^- , S^{2-} , O_2^{2-} , OH^- ; řadová: HPO_4^{2-} , CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$

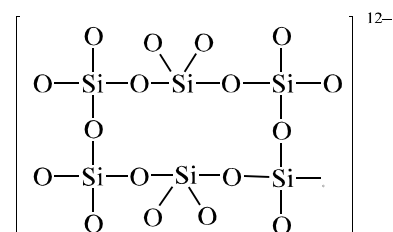
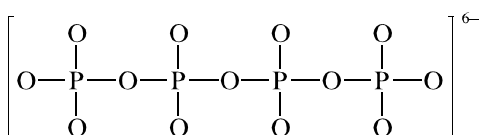
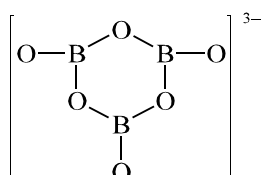
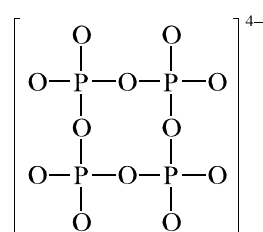
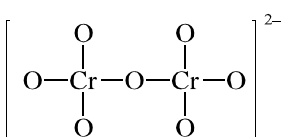
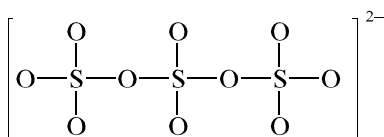
Kapitola 8.4.C

- Hořečnatý, vanaditý, ceričitý, jodný, měďnatý, kalifornitý, uraničitý, tantaličný, platnatý
 - Tetramethylfosfonium, dimethyloxonium, fluoronium, sulfatacidium, formiatacidium
 - Methylhydrazinium(1+), anilinium, ethylendiaminium(1+), ethylendiaminium(2+)
- SrO_2 , Al_2S_3 , Na_3P , CsO_2 , KI_3 , $\text{Ba}(\text{NH}_2)_2$, $\text{Au}(\text{CN})_3$, Ag_2C_2 , $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$, Tl_2Te , $\text{Ba}(\text{SCN})_2$, SnI_4
 - ClO_2F , VOCl_2 , PuOCO_3 , VOBr_3 , PSCl_3 , ClO_3F , $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- Chlorid-oxid bismutitý, fluorid trimethylamonný, trichlorid vanadylu, difluorid kyslíku, dichlorid-oxid cíničitý, jodid tellurnatý
- Tetraoxojodičnan, tetraoxomanganan, hexaoxotelluran, tetraoxokřemičitan, trioxokřemičitan, tetraoxo-železan, tetraoxoželezičitan

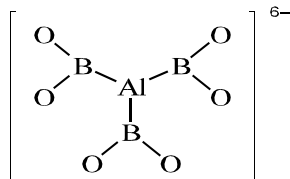
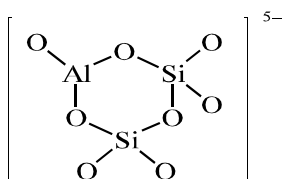
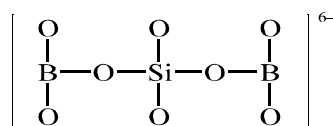
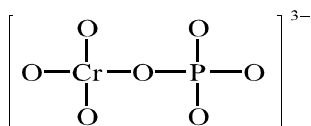
Kapitola 8.5.C

1. Trisíran(2-), trikřemičitan(4-), hexakřemičitan(12-), tetrafosforečnan(4-), diiodistan(4-), difosforečnan(4-), heptamolybdenan(6-), hexawolframan(6-), hexatantaličnan(6-), oktamolybdenan(4-)
2. Arsenično-dodekamolybdenan(7-), difosforečnano-18-wolframan(6-), thoričitano-dodekawolframan(4-), manganičitano-nonamolybdenan(6-), hexamolybdenano-železitan(9-), hexakis(molybdáto)telluran(6-), tetrakis(tri wolframáto)ceričitan(4-), tris(molybdáto)-bis(trimolybdáto)nikličitan(6-)

3.



4.



5. a) Heptahydrát hexaboritanu divápenatého, heptahydrát tetravanadičnanu didraselného, 16-hydrát dekavanadičnanu didraselno-dizirkoničitého, dikřemičitan diskanditý
b) Tetrakis(tri wolframáto)boritan pentadraselný, hexahydrát tetrakis(trimolybdáto)fosforečnanu triamonného, kyselina oktahydrogen-hexakis(di wolframáto)křemičitá, kyselina tetrahydrogendodekamolybdenokřemičitá

Kapitola 8.6.C

1. Trioxouhličitá, tetraoxoselenová, trioxoarsenitá, di-μ-oxo-oktaoxotrisírová, tetraoxogermaničitá, μ-oxo-bis(trioxochromová), hexaoxotellurová, hexaoxoxenoničelá, tetraoxorhenistá

Kapitola 8.6.C

2. a) Hydrogenboritá, metaboritá, dioxoboritá
Trihydrogenboritá, orthoboritá, trioxoboritá
b) Hydrogenjodičná, trioxojodičná
Trihydrogenjodičná, tetraoxojodičná
c) Hydrogenfosforečná, metafosforečná, trioxofosforečná
Trihydrogenfosforečná, orthofosforečná, tetraoxofosforečná
d) Tetrahydrogendisfosforečná, μ -oxo-bis(trioxofosforečná)
Pentahydrogentrifosforečná, di- μ -oxo-oktaoxotrifosforečná
e) Dihydrogensířičitá, trioxosířičitá
Dihydrogendisířičitá, μ -oxo-bis(dioxosířičitá)
f) Hydrogenjodistá, metajodistá, tetraoxojodistá
Trihydrogenjodistá, pentaoxojodistá
Pentahydrogenjodistá, orthojodistá, hexaoxojodistá
g) Dihydrogenkřemičitá, metakřemičitá, trioxokřemičitá
Tetrahydrogenkřemičitá, orthokřemičitá, tetraoxokřemičitá
h) Dihydrogenperoxosířová, trioxo-peroxosířová
Dihydrogendisířová, μ -oxo-hexaoxidisířová
Dihydrogenperoxidisířová, μ -peroxo-bis(trioxosířová)
3. a) Kyselina tetrathiomolybdenová, dithiochromitá, oxo-peroxoboritá, dioxo-diperoxovanadičná (monohydrát), tetraperoxochromičná
b) Kyselina fluoroselenová, dihydrogenfluorofosforečná, amidofosforečná, imido-bis(uhličitá), hydrazidosířičitá
c) Dichlorid karbonylu, fluorid nitrosylu, dichlorid seleninyly, dichlorid vanadyly(IV), diamid selenonylu
d) Tetrachlorid-oxid molybdenový, chlorid-oxid bismutitý, diamid-oxid zirkoničitý, tetrafluorid-oxid xenonový, dichlorid-oxid křemičitý, tetramerní
4. SO_2F_2 , $\text{H}_2\text{NO}.\text{SeO}_2\text{H}$, SnCl_2O , $\text{H}_2\text{CO}_2(\text{O}_2)$, $\text{NH}(\text{SeO}_3\text{H})_2$, H_2SnS_3
5. Kyselina metaboritá, metakřemičitá, orthojodistá (hexaoxojodistá), tetraoxofosforečná(orthofosforečná), orthoboritá(trioxoboritá), orthokřemičitá(tetraoxokřemičitá), jodistá, trihydrogentrifosforečná, trihydrogentriboritá, hexahydrogendikřemičitá, trihydrogenjodistá, difosforečná
-

Kapitola 8.7.C

1. a) Oxid osmičelý, nitrid barnatý, fluorid bromitý, fluorid stříbrnatý, imid lithný, peroxid barnatý, disulfid železnatý

Kapitola 8.7.C

- b) Dusičnan rtuťnatý, síran ceričitý, difosforečnan hořečnatý, orthokřemičitan beryllnatý, železan barnatý, chloritan sodný
- c) Hydrogendifluorid draselný, monohydrát tetrahydrogenjodistanu sodného, hydrogenfosforečnan disodný, hydrogensulfid sodný, hydrogensířičitan draselný, hydrogenarsenitan měďnatý
- d) Dodekahydát síranu rubidno-titanitého, hexahydrát síranu diamonnoželeznatého, nonahydrát síranu amonno-trititanitého, orthokřemičitan trihořečnato-dihlinitý, hexakřemičitan triberyllnato-dihlinitý, orthojodistan draselno-nikličitý, uhličitan vápenato-železnatý
- e) Chlorid-amid rtuťnatý, chlorid-chlornan vápenatý, bis(chloristan)-tetrahydroxid tricínatý, tris(arsenitan)-octan diměďnatý, bis(uhličitan)-dihydroxid triolovnatý, dioxid-tetrahydroxid nikelnato-diniklitý, tetrafluorid-bis(fluorosíran) wolframový, dichlorid-hexahydroxid tetracínatý
2. $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$, $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$, $\text{CaTiO}(\text{SiO}_4)$, $\text{Zn}_4(\text{OH})_2(\text{Si}_2\text{O}_7)$, $\text{Sb}_4\text{Cl}_2\text{O}_5$, $\text{Be}_4(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{O}$, $\text{Mg}_3(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})$, $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{KMgCl}(\text{SO}_4) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Be}_2\text{FeY}_2\text{O}_2(\text{SiO}_4)_2$, FeCr_2O_4 , Zn_2TiO_4 , GaLaO_3 , CoTiO_3 , KNiF_3 , BeAl_2O_4
3. $[(\text{CH}_3)_3\text{S}]\text{BF}_4$, $[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{I}]\text{ClO}_4$, $[(\text{CH}_3)_4\text{As}]\text{I}$, $\text{NO}_2\text{HS}_2\text{O}_7$, $\text{NO}[\text{SbF}_6]$, UO_2SO_4 , $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3)\text{Cl}$, $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{NO}_3$, $(\text{NH}_3\text{OH})\text{F}$
4. a) $\text{Ti}(\text{SiO}_3)_2$ bis(metakřemičitan) titaničitý
 TiSiO_4 orthokřemičitan titaničitý
 $\text{Ti}_2(\text{SiO}_3)_3$ tris(metakřemičitan) dititanitý
 $\text{Ti}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ dikřemičitan dititanitý
- b) $\text{Ca}(\text{IO}_4)_2$ bis(metajodistan) vápenatý
 $\text{Ca}_3(\text{IO}_4)_2$ bis(orthojodičnan) trivápenatý
 $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ bis(metajodičnan) vápenatý
 $\text{Ca}_2\text{I}_2\text{O}_7$ dijodičnan divápenatý
 $\text{Ca}_2\text{I}_2\text{O}_9$ dijodistan divápenatý
 $\text{Ca}_5(\text{IO}_6)_2$ bis(orthojodistan) pentavápenatý
 $\text{Ca}(\text{I}_3\text{O}_8)_2$ bis(trijodičnan) vápenatý
5. $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ orthokřemičitan trihořečnato-dihlinitý
 $\text{Al}_4(\text{OH})_8(\text{Si}_4\text{O}_{10})$ oktahydroxid-tetrakřemičitan tetrahlinitý
 $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ nonahydrát tetrathioantimoničnanu trisodného
 CaTiO_3 trioxid vápenato-titaničitý
 ZnCrO_4 chroman zinečnatý
 Mg_2TiO_4 tetraoxid dihořečnato-titaničitý
 $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dihydrát hydrogen-bis(uhličitanu) trisodného
 FeCr_2O_4 tetraoxid železnato-dichromitý

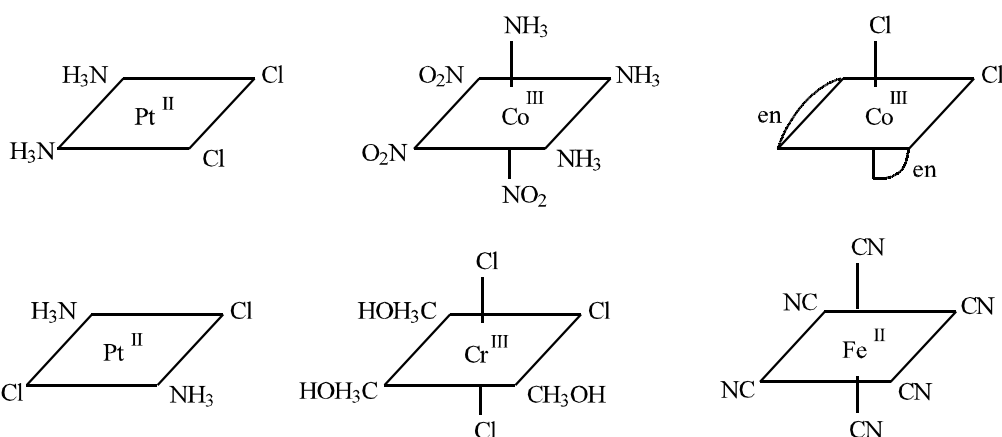
Kapitola 8.8.C

1. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{BaCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{BF}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}$
2. Chlorid titaničitý-diethylether (1:2), jodid sodný-amoniak (1:4), trichlorid-oxid niobičný-dimethylsulfoxid (1:2), jodid křemičitý-pyridin (1:4), metaboritan sodný-peroxid vodíku-voda (1:1:3), síran lanthanitý-síran sodný-voda (1:3:12), krypton-(p-hydrochinon) (1:4), oxid siřičitý-voda (1:46)
3. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{N}_2\text{O}_4$, $\text{AlH}_3 \cdot 2\text{N}(\text{CH}_3)_3$, $\text{CrCl}_2 \cdot 5\text{NH}_3$, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $[(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{S}]\text{F} \cdot 20\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiO}_2 \cdot 3\text{BaO} \cdot 9\text{MoO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $2\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

Kapitola 8.9.C

1. a) Nitrato, chlorato, hydrogenkarbonato, hydrogenfosfato, molybdato, triwolframato, methylsulfato, dithionato
b) Kyanato (isokyanato), thiokyanato (isothiokyanato), nitrido, seleno, dioxygeno, silyl, trimethylgermyl
2. a) Kation tetraamminměďnatý, hexaamminkobaltitý, ammin-chloro-bis(pyridin)platnatý, diamminstříbrný, dichloro-bis(ethylendiamin)kobaltitý, tetraammindiaquachromitý, triammin-trichloroplatičitý, dichloro-bis(pyridin)zlatitý
b) Anion tetrahydroboratový, hexakyanochromitanový, oktakyanomolybdeničitanový, hexafluoro-oxonio-bičnanový, oktaisothiokyanatouraničitanový, dinitrosyl-thioželeznatý, diammin-tetrathiokyanatochromitanový, tetrakis(sulfito)platnatý
3. Tetrachloro-bis(pyridin)platičitý komplex, triammin-trinitrokobaltitý komplex, diammin-dichloroplatnatý komplex, dichloro-bis(hydroxylamin) zinečnatý komplex, diammin-dichloro-dinitroplatičitý komplex, dichlorobis(methylamin)měďnatý komplex, tris(bipyridin)chrom(0), hexakyanokobaltitan hexaamminkobaltitý, tetrachloroplatnat tetraamminměďnatý, hexanitrokobaltitan-tris[dichloro-bis(ethylendiamin)-kobaltitý], hexachlorofosforečnan tetrachlorofosforečný, tetrachloroplatnat tetraamminplatnatý, tetrakis(trifluorofosfin)nikl(0)

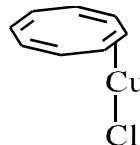
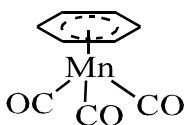
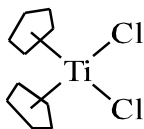
4.



Kapitola 8.9.C

5. $\text{K}_2[\text{Ir}(\text{ox})_3] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $[\text{Rh}(\text{bpy})_2\text{Cl}]\text{Br}$, $[\text{Os}(\text{bpy})_3]\text{SO}_4$, $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{edta})]$, $[\text{Ni}(\text{Hdmg})_2][\text{Co}(\text{acac})_2]$

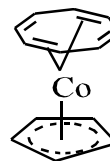
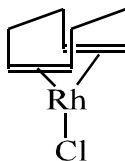
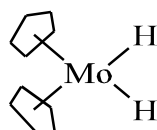
6. $[\text{TiCl}_2(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2]$ $[\text{Mn}(\eta^6\text{-C}_6\text{H}_6)(\text{CO})_2]^+$ $[\text{CuCl}(1,2\text{-}\eta\text{-C}_8\text{H}_8)]$



$[\text{Mo}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2\text{H}_2]$

$[\text{RhCl}(1,5\text{-}\eta\text{-C}_8\text{H}_{12})]$

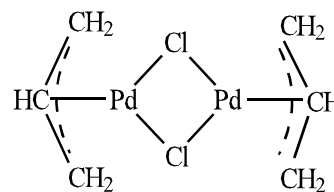
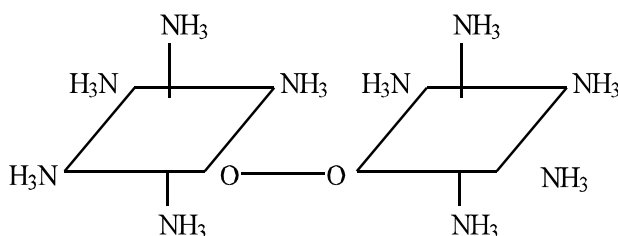
$[\text{Co}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)(1,2:5,6\text{-}\eta\text{-C}_8\text{H}_8)]$



7. Pentachlorid μ -hydroxo-nonaammin-aquadichromitý, síran μ -oxo-bis(pentaamminruthenatý)(2+) nebo μ -oxo-dekaammindiruthenatý, tetrabromid μ -amido- μ -hydroxo-bis(tetraamminkobaltitý) nebo μ -amido- μ -hydroxo-oktaammindikobaltitý (4+), tetrachlorid di- μ -hydroxo-bis(tetraaquaželezitý) nebo di- μ -hydroxo-oktaaquadiželezitý, μ -oxo-bis(tetrahydroxo-oxomolybdenan)(2-) draselný, trichlorid hexa- μ -hydroxo-bis(triamminkobaltito)kobaltitý

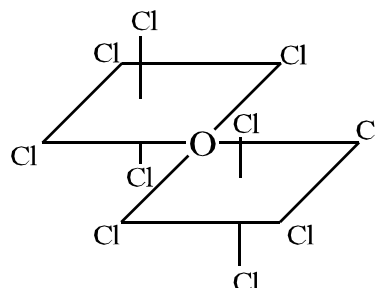
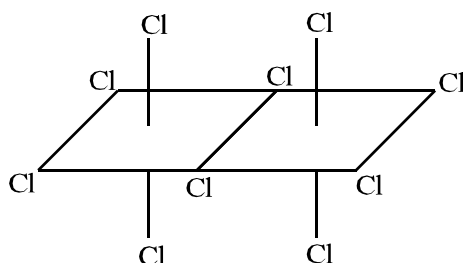
8. $[(\text{NH}_3)_5\text{Co-O}_2\text{-Co}(\text{NH}_3)_5]^{5+}$

$[(\eta\text{-C}_3\text{H}_5)\text{Pd}(\text{Cl})_2\text{Pd}(\eta\text{-C}_3\text{H}_5)]$



$[\text{Cl}_4\text{Nb}(\text{Cl})_2\text{-NbCl}_4]$

$[\text{Cl}_5\text{Ru-O-RuCl}_5]^{4-}$



9. $\text{trans-}[\text{Ir}^{\text{I}}\text{Cl}_2(\text{PPh}_3)_2]^-$

anion *trans*-dichloro-bis(trifenylfosfín)iridnanový

$[\text{Ir}^{\text{III}}\text{Cl}_3\text{H}(\text{PPh}_3)_2]^-$

anion *abf*-trichloro-*d*-hydrido-*ce*-bis(trifenylfosfín) iriditanový

$[\text{Re}^{\text{V}}\text{Cl}_2(\text{OH})\text{O}(\text{PMe}_3)_2]$

af-dichloro-*b*-hydroxo-*d*-oxo-*ce*-bis(trimethylfosfín) rheničný komplex

$[\text{BeCl}_2]_n$

katena-di- μ -chloroberyllnatý komplex

$[\{(\text{NbF}_4)\text{F}\}_4]$

cyklo-tetra- μ -fluoro-tetrakis(tetrafluoroniobičný) komplex

$[\text{Fe}(\eta\text{-C}_5\text{H}_5)(\text{CO})_3]^+$

kation η -cyklopentadienyl-trikarbonylželeznatý

10. Přílohy

10.1. Názvy, symboly a atomové hmotnosti prvků

| Atomové číslo | Značka prvku | Název prvku | Relativní atomová hmotnost |
|------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| 1 | H | Vodík | 1,00794 |
| 2 | He | Helium | 4,002602 |
| 3 | Li | Lithium | 6,941 |
| 4 | Be | Beryllium | 9,012182 |
| 5 | B | Bor | 10,811 |
| 6 | C | Uhlík | 12,0107 |
| 7 | N | Dusík | 14,0067 |
| 8 | O | Kyslík | 15,9994 |
| 9 | F | Fluor | 18,9984032 |
| 10 | Ne | Neon | 20,1797 |
| 11 | Na | Sodík | 22,98976928 |
| 12 | Mg | Hořčík | 24,3050 |
| 13 | Al | Hliník | 26,9815386 |
| 14 | Si | Křemík | 28,0855 |
| 15 | P | Fosfor | 30,973762 |
| 16 | S | Síra | 32,065 |
| 17 | Cl | Chlor | 35,453 |
| 18 | Ar | Argon | 39,948 |
| 19 | K | Draslík | 39,0983 |
| 20 | Ca | Vápník | 40,078 |
| 21 | Sc | Skandium | 44,955912 |
| 22 | Ti | Titan | 47,867 |
| 23 | V | Vanad | 50,9415 |
| 24 | Cr | Chrom | 51,9961 |
| 25 | Mn | Mangan | 54,938045 |
| 26 | Fe | Železo | 55,845 |
| 27 | Co | Kobalt | 58,933195 |
| 28 | Ni | Nikl | 58,6934 |
| 29 | Cu | Měď | 63,546 |
| 30 | Zn | Zinek | 65,409 |
| 31 | Ga | Gallium | 69,723 |
| 32 | Ge | Germanium | 72,64 |
| 33 | As | Arsen | 74,92160 |
| 34 | Se | Selen | 78,96 |
| 35 | Br | Brom | 79,904 |
| 36 | Kr | Krypton | 83,792 |
| 37 | Rb | Rubidium | 85,4678 |
| 38 | Sr | Stroncium | 87,62 |
| 39 | Y | Yttrium | 88,90585 |

| Atomové číslo | Značka prvku | Název prvku | Relativní atomová hmotnost |
|------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| 40 | Zr | Zirkonium | 91,224 |
| 41 | Nd | Niob | 92,90638 |
| 42 | Mo | Molybden | 95,94 |
| 43 | Tc | Technecium | 97,9072* |
| 44 | Ru | Ruthenium | 101,07 |
| 45 | Rh | Rhodium | 102,90550 |
| 46 | Pd | Palladium | 106,42 |
| 47 | Ag | Stříbro | 107,8682 |
| 48 | Cd | Kadmium | 112,411 |
| 49 | In | Indium | 114,818 |
| 50 | Sn | Cín | 118,710 |
| 51 | Sb | Antimon | 121,760 |
| 52 | Te | Tellur | 127,60 |
| 53 | I | Jod | 126,90447 |
| 54 | Xe | Xenon | 131,293 |
| 55 | Cs | Cesium | 132,9054519 |
| 56 | Ba | Baryum | 137,327 |
| 57 | La | Lanthan | 138,90547 |
| 58 | Ce | Cer | 140,116 |
| 59 | Pr | Praseodym | 140,90765 |
| 60 | Nd | Neodym | 144,243 |
| 61 | Pm | Promethium | 145* |
| 62 | Sm | Samarium | 150,36 |
| 63 | Eu | Europium | 151,964 |
| 64 | Gd | Gadolinium | 157,25 |
| 65 | Tb | Terbium | 158,92535 |
| 66 | Dy | Dysprosium | 162,500 |
| 67 | Ho | Holmium | 164,93032 |
| 68 | Er | Erbium | 167,259 |
| 69 | Tm | Thulium | 168,93421 |
| 70 | Yb | Ytterbium | 173,04 |
| 71 | Lu | Lutecium | 174,967 |
| 72 | Hf | Hafnium | 178,49 |
| 73 | Ta | Tantal | 180,94788 |
| 74 | W | Wolfram | 183,84 |
| 75 | Re | Rhenium | 186,207 |
| 76 | Os | Osmium | 190,23 |
| 77 | Ir | Iridium | 192,217 |
| 78 | Pt | Platina | 195,084 |
| 79 | Au | Zlato | 196,966569 |
| 80 | Hg | Rtuť | 200,59 |
| 81 | Tl | Thallium | 204,3833 |

| Atomové číslo | Značka prvku | Název prvku | Relativní atomová hmotnost |
|------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| 82 | Pb | Olovo | 207,2 |
| 83 | Bi | Bismut | 208,98040 |
| 84 | Po | Polonium | 208,9824* |
| 85 | At | Astat | 209,9871* |
| 86 | Rn | Radon | 222,0176 * |
| 87 | Fr | Francium | 223* |
| 88 | Ra | Radium | 226* |
| 89 | Ac | Aktinium | 227* |
| 90 | Th | Thorium | 232,03806 |
| 91 | Pa | Protaktinium | 231,03588 |
| 92 | U | Uran | 238,02891 |
| 93 | Np | Neptunium | 237* |
| 94 | Pu | Plutonium | 244* |
| 95 | Am | Americium | 243* |
| 96 | Cm | Curium | 247* |
| 97 | Bk | Berkelium | 247* |
| 98 | Cf | Kalifornium | 251* |
| 99 | Es | Einsteinium | 252* |
| 100 | Fm | Fermium | 257* |
| 101 | Md | Mendelevium | 258* |
| 102 | No | Nobelium | 259* |
| 103 | Lr | Lawrencium | 262* |
| 104 | Rf | Rutherfordium | 261* |
| 105 | Db | Dubnium | 262* |
| 106 | Sg | Seaborgium | 266* |
| 107 | Bh | Bohrium | 264* |
| 108 | Hs | Hassium | 277* |
| 109 | Mt | Meitnerium | 268* |
| 110 | Ds | Darmstadtium | 271* |
| 111 | Rg | Roentgenium | 272* |
| 112 | Cn | Kopernicium | 285* |

Poznámka:

Pro prvky, kterých syntéza nebyla dostatečně potvrzena, je zavedeno systematické značení.

V současnosti se toto používá pro prvky ${}_{113}\text{Uut}$, ${}_{114}\text{Uuq}$, ${}_{115}\text{Uup}$, ${}_{116}\text{Uuh}$, ${}_{117}\text{Uus}$ a ${}_{118}\text{Uuo}$.

* nuklid s nejdelším poločasem přeměny

10.2. Seznam veličin, jejich značek a jednotek

| Veličina | Značka | Hlavní jednotka | Vedlejší jednotka |
|---|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| aktivitní koeficient | f | | |
| čas | t | s | min, h, den |
| dipólový moment | μ | C m | |
| disociační konstanta kyseliny | K_a | | |
| disociační konstanta zásady | K_b | | |
| ebulioskopická konstanta | E | K kg mol ⁻¹ | °C kg mol ⁻¹ |
| elektrický náboj | Q | C (A s) | |
| elektronová afinita | E_A | J | eV |
| energie elektromagnetického záření | U_f | J | eV |
| energie (1 eV = 1,6021 · 10 ⁻¹⁹ J) | E | J (N m) | eV |
| enthalpie | H | J mol ⁻¹ | |
| entropie | S | J mol ⁻¹ K ⁻¹ | |
| Gibbsova volná energie | G | J mol ⁻¹ | |
| hmotnost | m | kg | g |
| hmotnostní defekt (úbytek) | Δm | kg | g |
| hustota | ρ | kg m ⁻³ | g cm ⁻³ |
| ionizační energie | E_i | J | eV |
| iontová síla roztoku | μ | | |
| iontový součin vody | K_v | | |
| kmitočet (frekvence) | ν | Hz | kHz |
| konstanta hydrolýzy | K_h | | |
| kryoskopická konstanta | K | K kg mol ⁻¹ | °C kg mol ⁻¹ |
| látková množství | n | mol | kmol |
| molalita | m | mol kg ⁻¹ | |
| molarita | M | kmol m ⁻³ | mol l ⁻¹ |
| molární zlomek | x_i | (bezrozměrná veličina) | |
| molární objem | V_m | m ³ mol ⁻¹ | dm ³ mol ⁻¹ |
| molární hmotnost | M_m | kg mol ⁻¹ | g mol ⁻¹ |
| objem | V | m ³ | dm ³ , cm ³ |
| permitivita vakua | ϵ_0 | F m ⁻¹ | |
| poločas přeměny | $T_{1/2}$ | s | |
| práce | A | J | W s |
| přeměnová konstanta | λ | s ⁻¹ | min ⁻¹ , h ⁻¹ |
| relativní nuklidová hmotnost | A_r | (bezrozměrná veličina) | |
| rovnovážná konstanta | K_p, K_c | | |
| síla | F | N (kg m s ⁻²) | |
| součin rozpustnosti | S | | |
| stř. rel. molekulová hmotnost | $M_r^{\text{stř.}}$ | (bezrozměrná veličina) | |
| stř. rel. atomová hmotnost | $A_r^{\text{stř.}}$ | (bezrozměrná veličina) | |
| stupeň hydrolýzy | β | % | |
| stupeň disociace | α | % | |

| Veličina | Značka | Hlavní jednotka | Vedlejší jednotka |
|--------------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------------------|
| teplo | Q | J | |
| teplota | T | K | °C |
| tlak (normální tlak 101325 Pa) | p | Pa (N m ⁻²) | kPa, MPa |
| vlnočet | $\tilde{\nu}$ | m ⁻¹ | cm ⁻¹ , nm ⁻¹ |
| vlnová délka | λ | m | nm |
| vnitřní energie | U | J mol ⁻¹ | |

10.3. Důležité konstanty

| Konstanta | Značka | Velikost |
|--|------------|---|
| Planckova | h | 6,62606957.10 ⁻³⁴ J s |
| Avogadrova | N_A | 6,02214129.10 ²³ mol ⁻¹ |
| Rydbergova | R_∞ | 10973731,568539 m ⁻¹ |
| Faradayova | F | 96485,3365 C mol ⁻¹ |
| plynová | R | 8,3144621 J mol ⁻¹ K ⁻¹ |
| rychlost šíření světla ve vakuu | c | 299792458 m s ⁻¹ |
| hmotnost elektronu (klidová) | m_e | 9,10938291.10 ⁻³¹ kg |
| hmotnost protonu (klidová) | m_p | 1,672621777.10 ⁻²⁷ kg |
| hmotnost neutronu (klidová) | m_n | 1,674927351.10 ⁻²⁷ kg |
| atomová hmotnostní jednotka | m_u | 1,660538921.10 ⁻²⁷ kg |
| iontový součin vody (25 °C) | K_v | 1,000.10 ⁻¹⁴ mol ² dm ⁻⁶ |
| normální molární objem (0 °C, 101,325 kPa) | V_{mn} | 22,4140.10 ⁻³ m ³ mol ⁻¹ |

11. Použitá a doporučená literatura

1. R. Brdička, J. Dvořák: Základy fyzikální chemie, Academia, Praha 1977
2. J. Gažo a kol.: Všeobecná a anorganická chémia, ALFA, Bratislava 1978
3. E. Erdős a kol.: Fyzikální chemie v otázkách 1, 2 a 3, Academia, Praha 1976
4. J. Gažo a kol.: Laboratórne cvičenia a výpočty v anorganickej chémii, ALFA, Bratislava 1977
5. J. Čipera: Základy obecné chemie, SPN, Praha 1980
6. M. Šípek: Sbírka příkladů z chemie, SNTL, Praha 1974
7. A. Růžička, J. Toužín: Problémy a příklady z obecné chemie: názvosloví anorganických sloučenin, Brno, Masarykova univerzita, 2007
8. F. Seel: Struktura atomu a chemická vazba, Praha, Academia, 1976
9. J. Klikorka a kol.: Názvosloví anorganické chemie, SNTL, Praha 1975
10. B. Hájek: Obecná a anorganická chemie: úlohy z názvosloví a vyčíslování rovnic
11. H. Cídllová, E. Musilová: Chemické názvosloví anorganických sloučenin, Elportál, Brno: Masarykova univerzita, 2009, <http://is.muni.cz/elportal/?id=861345>
12. <http://www.chemie.utb.cz/studpom/nazvoslovi.pdf>
13. D. F. Greenwood, A. Earnshaw: Inorganic Chemistry, Volume I, II, Informatorium, Praha 1993 a pozdější vydání
14. R. B. Heslop, K. Jones: Anorganická chemie, SNTL, Praha 1982
15. J. Klikorka, B. Hájek, J. Votinský: Obecná a anorganická chemie, SNTL/ ALFA, Praha/Bratislava 1985 a pozdější vydání
16. Ľ. Žúrková a kol.: Všeobecná chémia, Slovenské pedagogické naklada-teľstvo, Bratislava 1985
17. D. F. Shriver, P. W. Atkins, C. H. Langford: Inorganic Chemistry, Oxford University Press, 1990
18. V. Sýkora, V. Zátka: Chemickoanalytické tabulky, SNTL, Praha 1976
19. D. Jakeš a kol.: Jaderně chemické tabulky, SNTL, Praha 1964
20. R. Jirkovský, J. Tržil: Chemické a laboratorní tabulky, Praha, Práce, 1973
21. F. Březina: Chemické tabulky anorganických sloučenin, SNTL, Praha 1986
22. J. Vohlídal, A. Julák, K. Štulík: Chemické a analytické tabulky, Grada Publishing, 1999
23. H. Strauss: Guide to Solutions for Inorganic Chemistry, Oxford University Press, 1990

Pomůcka pro seminář z obecné chemie

Prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc., Doc. RNDr. Jiří Toužín, CSc.

Vydala Masarykova univerzita roku 2012

1. vydání, 2012 náklad 300 výtisků

Tisk Tiskárna Knopp-David Knopp,
Černčice 24, 549 01 Nové Město nad Metují

ISBN 978-80-210-5813-2