

OBSAH

1. Úvodní část	7
1.1. Základní slučovací zákony	7
1.2. Relativní atomová a molekulová hmotnost, mol	10
1.3. Stechiometrický vzorec a výpočty podle něho	15
1.4. Sestavování chemických rovnic a výpočty podle nich	20
2. Struktura atomu	32
2.1. Atomové jádro, elementární částice	32
2.2. Přirozená a umělá radioaktivita, jaderné reakce	34
2.3. Elektronový obal atomu	37
2.4. Periodický zákon a periodicitu vlastností prvků	42
3. Chemická vazba	47
4. Skupenské stavy látek	61
4.1. Plyny	61
4.2. Kapaliny a tuhé látky	73
4.3. Skupenské změny a Gibbsův zákon fází	78
5. Rostoky	85
5.1. Koncentrace roztoků	85
5.2. Vlastností zředěných roztoků	101
6. Chemické reakce, chemická rovnováha	106
6.1. Elementární termodynamika	106
6.2. Rovnováhy chemických reakcí	115
6.3. Iontové rovnováhy v roztocích	122
6.4. Hydrolyza solí	134
6.5. Tlumivé roztoky	140
6.6. Součin rozpustnosti	143
7. Základy elektrochemie	152
7.1. Elektrolýza	152
7.2. Elektrodové potenciály, galvanické články	155
8. Názvosloví anorganických sloučenin	161
8.1. Obecné principy názvosloví	161
8.2. Názvy prvků a jejich skupin	164
8.3. Chemické vzorce a názvy sloučenin	166

8.4. Názvy iontů a atomových skupin	171
8.5. Iso- a heteropolyaniionty	175
8.6. Názvy kyselin a jejich derivátů	177
8.7. Názvy solí	182
8.8. Solváty, adiční sloučeniny, klathráty	185
8.9. Koordinační sloučeniny	187
9. Výsledky	196
Kapitola 1.1.C	196
Kapitola 1.2.C	196
Kapitola 1.3.C	197
Kapitola 1.4.C	197
Kapitola 1.D	200
Kapitola 2.1.C	200
Kapitola 2.2.C	201
Kapitola 2.3.C	201
Kapitola 2.4.C	201
Kapitola 2.D	202
Kapitola 3.C	202
Kapitola 3.D	204
Kapitola 4.1.C	204
Kapitola 4.2.C	206
Kapitola 4.3.C	207
Kapitola 4.D	207
Kapitola 5.1.C	207
Kapitola 5.2.C	209
Kapitola 5.D	210
Kapitola 6.1.C	210
Kapitola 6.2.C	211
Kapitola 6.3.C	212
Kapitola 6.4.C	214
Kapitola 6.5.C	215
Kapitola 6.6.C	215
Kapitola 6.D	216
Kapitola 7.1.C	216
Kapitola 7.2.C	216
Kapitola 7.D	217
Kapitola 8.1.C	217
Kapitola 8.2.C	218
Kapitola 8.3.C	219
Kapitola 8.4.C	220
Kapitola 8.5.C	221

30. Hemoglobin má relativní molekulovou hmotnost $6,8 \cdot 10^4$ a obsahuje asi 0,33 % Fe. Kolik atomů Fe obsahuje jedna molekula hemoglobinu ?
31. Atomový poloměr železa je 0,126 nm. Hustota železa je $7,86 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Vypočítejte jak dlouhý by byl řetězec vzájemně se dotýkajících atomů Fe, obsažených v 1 mm^3 Fe (tzn. přibližně ve špendlíkové hlavičce). Kolikanásobku vzdálenosti Země - Měsíc (asi $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$) by odpovídala délka vzniklého řetězce ?
32. Předpokládejme, že by relativní atomová hmotnost ^{12}C byla změněna z nynější hodnoty 12,0000 na 10,0000. Vypočítejte
- Jaká by byla relativní atomová hmotnost kyslíku ?
 - Kolik molekul kyslíku by bylo v jednom molu kyslíku ?
 - Jak by se lišila hmotnost jednoho atomu Fe od nynější hodnoty ?
 - Jaký objem by zaujímal 1 mol plynu za normálních podmínek ?
 - Projevila by se uvedená změna ve změně hmotnosti 1 litru vodíku (měřeno za normálních podmínek) ?

Poznámka: vysvětlíte z jakých důvodů by diskutovaná změna $A_r^{\text{rel}}(^{12}\text{C})$ nebyla vhodná.

1.3. Stechiometrický vzorec a výpočty podle něho

A

1. Jaký je rozdíl mezi empirickým, stechiometrickým, molekulovým, strukturním, konstitučním, a strukturním elektronovým vzorcem sloučenin ?

B

1. Určete stechiometrický vzorec sloučeniny, která obsahuje 14,27 % Na, 9,95 % S, 19,86 % O a 55,91 % H_2O .

Řešení:

Empirický vzorec sloučeniny označme $\text{Na}_x\text{S}_y\text{O}_z \cdot u\text{H}_2\text{O}$, poměr hmotností je:

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

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

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

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

$$x : y : z : u = 0,6207 : 0,3104 : 1,2413 : 3,104$$

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

Stechiometrický (empirický) vzorec sloučeniny je $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

2. Minerál kaolinit má složení: 39,50 % Al_2O_3 , 46,55 % SiO_2 a 13,96 % H_2O . Určete stechiometrický vzorec kaolinitu.

Řešení:

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

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

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

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

Stechiometrický vzorec kaolinitu je $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

3. Kolik procent krystalové vody obsahuje $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$? Jaký bude hmotnostní úbytek při dehydrataci 25,0 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ na bezvodou sůl?

Řešení:

V tabulkách vyhledáme relativní molekulové hmotnosti H_2O (18,0152) a $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (286,141). Pro obsah vody v $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dostaneme

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

Hmotnostní úbytek při dehydrataci 25,0 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ na bezvodou sůl je roven 62,96 % z 25,0 g, t.j. $25,0 \cdot 0,6296 = 15,74$ g. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ obsahuje 62,96 % krystalové vody.

Hmotnostní úbytek při úplné dehydrataci 25,0 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ je 15,74 g.

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

Řešení:

100 g sloučeniny XCl_4 obsahuje 100 g - 54,44 g = 45,56 g prvku X, t.j. sloučenina XCl_4 obsahuje 45,56 % X. Poměr počtu molů Cl k počtu molů X ve 100 g XCl_4 , který vypočítáme dělením procentuálního obsahu těchto prvků jejich relativními atomovými hmotnostmi, je roven 4 : 1.

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

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

Relativní atomová hmotnost prvku X je 118,68.

5. Na shoření 7,0 cm³ plynného uhlovodíku bylo spotřebováno 14 cm³ O₂, přičemž vedle vodní páry vzniklo 7,0 cm³ CO₂. Zjistíte stechiometrický vzorec uhlovodíku, jestliže všechny objemy byly měřeny za stejných podmínek.

Řešení:

Ze zákona stálých objemů slučovacích vyplývá, že z jednoho molu spalovaného uhlovodíku vzniká jeden mol CO₂ a uhlovodík obsahuje pouze jeden atom uhlíku. Jeden mol O₂ je spotřebováván na vznik CO₂, z druhého molu O₂ vznikají 2 moly H₂O a uhlovodík obsahuje (jinak to v tom-

to případě není možné) 4 atomy vodíku. Je to tedy methan CH₄.

6. Vzorek bronzu obsahuje 91 % Cu a 9 % Sn. Vyjádřete složení bronzu v atomových procentech.

Řešení:

Ve 100 g bronzu je obsaženo 91 g mědi, t.j. $8,625 \cdot 10^{23}$ atomů Cu a 9,0 g cínu, t.j. $4,567 \cdot 10^{22}$ atomů Sn. Celkový počet atomů Cu a Sn ve 100 g bronzu je roven:

$$8,625 \cdot 10^{23} + 4,567 \cdot 10^{22} = 9,082 \cdot 10^{23}$$

$$\text{Obsah Cu} = \frac{8,625 \cdot 10^{23}}{9,082 \cdot 10^{23}} \cdot 100 = 94,97 \text{ atom. \%}$$

$$\text{Obsah Sn} = \frac{4,567 \cdot 10^{22}}{9,082 \cdot 10^{23}} \cdot 100 = 5,03 \text{ atom. \%}$$

Vzorek bronzu obsahuje 94,97 atom. % Cu a 5,03 atom. % Sn.

C

- Arsen tvoří dva oxidy. Jeden z nich obsahuje 65,2 % arsenu a druhý 75,8 % arsenu. Napište vzorce obou oxidů.
- Urbete stechiometrický vzorec chalkopyritu, který obsahuje 34,63 % Cu, 30,43 % Fe a 34,94 % S.
- 12,00 g hydrátu NiSO_4 obsahuje 5,39 g vody. Urbete stechiometrický vzorec tohoto hydrátu.
- Nikotin obsahuje 74,04 % C, 8,70 % H a 17,26 % N. Vypočítejte stechiometrický vzorec nikotinu.
- Urbete vzorec minerálu, který obsahuje 16,92 % K₂O, 64,76 % SiO₂ a 18,32 % Al₂O₃.
- Kolik hmotnostních procent hliníku obsahuje ortoklas KAlSi_3O_8 ?
- Kolik procent síranových iontů obsahuje síran barnatý?
- Kolik gramů oxidu vápenatého lze získat ze 140 gramů CaCO_3 ?
- Dodekahydrát hydrogenfosforečnanu disodného $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ přechází větřáním na vzduchu při laboratorní teplotě na dihydrát $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Jaké hmotnostní množství vody ztratí 100 gramů $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ při přeměně na $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

10. 1,314 g síry zraagovalo s nadbytkem chloru za vzniku 4,220 g sloučeniny, která obsahovala pouze síru a chlor. Jaký je empirický vzorec této sloučeniny ?
11. Sloučenina uhlíku s vodíkem obsahuje 85,36 % C. Vypočítejte:
 - a) Kolik molů uhlíku a vodíku je obsaženo ve 100 g této sloučeniny ?
 - b) Jaký je molekulový vzorec této sloučeniny, je-li hmotnost 0,25 mol této látky rovna 7,01 g ?
 - c) V jakém objemu této sloučeniny (měřeném za normálních podmínek) je obsaženo 10 g C ?
 - d) Kolik gramů C je v této sloučenině sloučeno s 1 molem atomů H ?
12. Dokonalým spálením 2,66 g určité látky vzniklo 1,54 g CO_2 a 4,48 g SO_2 . Určete empirický vzorec spálené látky.
13. 0,500 g sloučeniny india s chlorem poskytne reakcí s AgNO_3 0,9721 g chloridu stříbrného. Kolik procent chloru obsahuje sloučenina india a jaký je její stechiometrický vzorec ?
14. Dokonalým spálením 5,00 g sloučeniny obsahující uhlík, vodík a kyslík vzniklo 4,78 g oxidu uhličitého a 1,96 g vody. Vypočítejte empirický vzorec sloučeniny.
15. Vypočítejte obsah fluoru v teflonu (polytetrafluorethylen) v hmotnostních procentech.
16. Železná ruda obsahuje 50 % Fe_2O_3 . Kolik kg železa lze získat z jedné tuny této rudy ?
17. Vzorek znečištěného Cu_2O obsahuje 66,62 % Cu. Kolik procent nečistot neobsahujících měď je ve vzorku ?
18. Sloučenina X_2S_3 obsahuje 28,11 % síry. Vypočítejte relativní atomovou hmotnost prvku $\text{A}_r^{\text{stř}}(\text{X})$.
19. Při analýze vzorku skla bylo zjištěno, že sklo vedle SiO_2 obsahuje 12,9 % B_2O_3 , 2,2 % Al_2O_3 , 1,8 % Na_2O a 0,4 % K_2O . Jaký je poměr počtu molů a atomů Si : B v tomto skle ?
20. Vzorek měsíční horniny je složen z 58 atom. % O, 18 atom. % Si, 9 atom. % Al a 15 atom. % jiných prvků, jejichž průměrná atomová hmotnost je 10. Vypočítejte obsah O, Si a Al v hmotnostních procentech.

21. 5 cm^3 plynného uhlovodíku bylo smícháno se 10 cm^3 kyslíkem přivedena k explozi. Po kondenzaci vodní páry činil objem 20 cm^3 a po pohlcení CO_2 v roztoku KOH 5 cm^3 . Určete stechiometrický vzorec uhlovodíku, jestliže objemy plynů byly měřeny za stejných podmínek.

1.4. Sestavování chemických rovnic a výpočty podle nich

B

1. Doplněte koeficienty a, b, c, d v následující rovnici :



Řešení:

Rovnice nevyjadřuje reakci oxidačně redukční a proto příslušné koeficienty vypočítáme z rovnic, které platí pro počty jednotlivých atomů nebo atomových skupin.

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

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

$$\text{Pro počet atomů F} : a = 6d$$

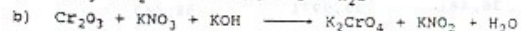
$$\text{Pro počet skupin SO}_4 : 3b = c$$

Položíme-li např. $b = 1$, potom $d = 2$, $c = 3$, $a = 12$. Tyto vypočítané koeficienty dosadíme do původní rovnice:



Poznámka : uvedeného způsobu výpočtu koeficientů můžeme s výhodou použít i při sestavování rovnic oxidačně redukčních reakcí typu, který je uveden v příkladě 2.5 kapitola 1.4.3. Pro sestavování běžných rovnic oxidačně redukčních reakcí je tento postup sice možný, ale ve srovnání s postupem uvedeným v příkladu 2.2 této kapitoly nesrovnatelně pracnější. Pro sestavování rovnic oxidačně redukčních reakcí psaných v iontové formě je tento způsob nepoužitelný.

2. Doplněte koeficienty v následujících rovnicích:



Řešení:

Uvedené rovnice vystihují reakce oxidačně redukční. Podrobný postup při zjišťování koeficientů u jednotlivých složek rovnic tohoto typu reakcí si ukážeme na příkladu rovnice reakce kyseliny dusičné se sulfanem.

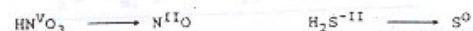
a)

1. Na levé straně rovnice $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$

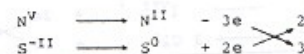
vyhledáme oxidační a redukční činidlo:



2. 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):



3. Sestavíme dílčí rovnice vystihující redukci a oxidaci příslušných atomů oxidačního a redukčního činidla:



Počet elektronů v dílčí rovnici, vystihující redukci oxidačního činidla, odpovídá počtu částic (atomů, molekul, iontů) redukčního činidla v sestavované rovnici; počet elektronů v dílčí rovnici, vystihující oxidaci redukčního činidla, odpovídá počtu částic oxidačního činidla.

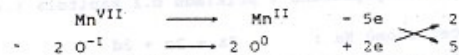
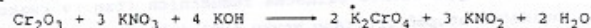
4. Zjištěné koeficienty napíšeme k příslušným vzorcům reagujících látek v levé části rovnice a pak teprve upravíme pravou stranu rovnice tak, aby počet jednotlivých atomů na obou stranách rovnice byl stejný:



5. Na levé straně některých rovnic se vyskytují složky, které nejsou oxidační ani redukční činidla (voda, kyselina a p.). Koeficienty u těchto složek dopočítáme až po doplnění koeficientů na pravé straně rovnice.



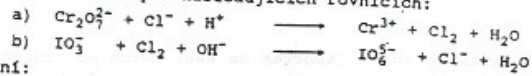
Po úpravě:



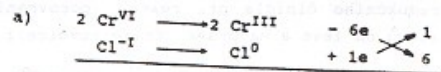
Po úpravě :



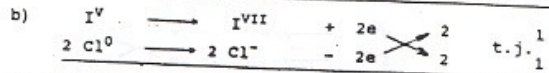
3. Doplňte koeficienty v následujících rovnicích:



Řešení:



Po úpravě:



Po úpravě :

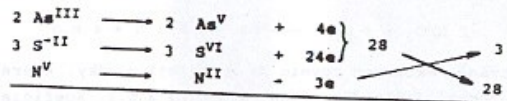


Poznámka: u iontově psaných rovnic zkontrolujeme, zda po sestavení rovnice je součet nábojů iontů na obou stranách rovnice stejný.

4. Doplňte koeficienty v rovnici:



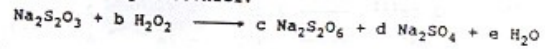
Řešení:



Po úpravě:



5. Doplňte koeficienty v rovnici:

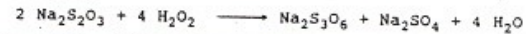


Řešení:

V tomto typu rovnic oxidačně redukčních (tzn. v reakcích, v nichž se oxidační stupeň určitého prvku mění dvěma nebo více způsoby) je výhodné vypočítat hledané koeficienty z rovnic, které platí pro počty jednotlivých atomů (viz příklad č.1, kapitola 1.4.B). Můžeme ovšem použít také způsobu popsaného v příkladu č.2 kapitola 1.4.B.

Pro počet atomů Na : $2a = 2c + 2d$ (1)
 Pro počet atomů S : $2a = 3c + d$ (2)
 Pro počet atomů O : $3a + 2b = 6c + 4d + e$ (3)
 Pro počet atomů H : $2b = 2e$ (4)

Odečtením rovnice (1) od rovnice (2) vynásobené dvěma získáme $2a = 4c$. Položíme-li např. $a = 2$, pak $c = 1$, $d = 1$. Odečtením rovnice (4) od rovnice (3) vynásobené dvěma získáme $2b = 12c + 8d - 6a$, t.j. $b = 4$. Z rovnice (4) vyplývá, že $e = 4$. Vypočítané koeficienty dosadíme do původní rovnice:

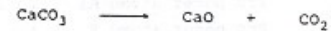


6. Kolik kg CaO a kolik m^3 CO_2 (měřeno za normálních podmínek) vznikne rozkladem 400 kg surového vápence, který obsahuje 95 % CaCO_3 ? $M_r^{\text{rel}}(\text{CaCO}_3) = 100,09$; $M_r^{\text{rel}}(\text{CaO}) = 56,08$.

Řešení:

$$400 \text{ kg surového vápence obsahuje } \frac{400}{100} \cdot 95 = 380 \text{ kg CaCO}_3.$$

Rozklad CaCO_3 probíhá podle rovnice:



Molární hmotnosti: $100,09$ $56,08$ $22,414 \text{ m}^3$ (objem 1 kmol CO_2 za norm.pod.)
 (kg.mol⁻¹)

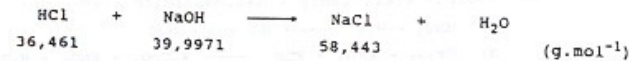
Ze 100,09 kg CaCO_3 vznikne 56,08 kg CaO a $22,414 \text{ m}^3 \text{CO}_2$
 z 380 kg CaCO_3 vznikne x kg CaO a y $\text{m}^3 \text{CO}_2$

$$x = 212,91 \text{ kg CaO} \quad y = 85,1 \text{ m}^3 \text{CO}_2$$

Rozkladem 400 kg 95 % vápence vznikne 212,91 kg CaO a $85,1 \text{ m}^3 \text{CO}_2$ (měřeno za normálních podmínek).

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

Řešení:



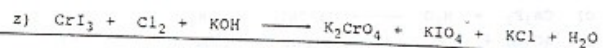
Ze 36,461 g 100 % HCl a 39,9971 g NaOH vznikne 58,443 g NaCl
 z x g 100 % HCl a y g NaOH vznikne 100,0 g NaCl

$$x = 62,39 \text{ g 100 \% HCl} \quad y = 68,44 \text{ g NaOH}$$

Vypočítané množství 100 % HCl vyjádříme v cm^3 20 % HCl:

1 cm^3 20 % HCl obsahuje $1,098 \cdot 0,20 = 0,2196 \text{ g HCl}$
 x cm^3 20 % HCl obsahuje $62,39 \text{ g HCl}$

$$x = 284,11 \text{ cm}^3 \text{ 20 \% HCl}$$



3. Doplňte koeficienty u těchto rovnic:

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

4. Doplňte a upravte tyto rovnice:

- $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 +$
- $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 +$
- $\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2 + \longrightarrow \text{K}_2\text{IO}_6 +$
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \longrightarrow$
- $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{ClO}_3^- +$
- $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow$
- $\text{NO} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow$
- $\text{P} + \text{HNO}_3 + \longrightarrow$
- $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{D}_2\text{O} \longrightarrow$

5. Doplňte koeficienty u následujících rovnic:

- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_5$
- $\text{KNO}_3 + \text{S} + \text{C} \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + \text{CO}_2$
- $\text{NaN}_3 + \text{NaNO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2$
- $\text{S} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{S}_4\text{N}_4 + \text{NH}_4\text{HS}$
- $\text{P}_2\text{I}_4 + \text{P}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{PH}_4\text{I} + \text{H}_3\text{PO}_4$
- $\text{SO}_2 + \text{C} \longrightarrow \text{CS}_2 + \text{S} + \text{CO}$
- $\text{P}_4 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_3 + \text{PH}_3$
- $\text{RuF}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{RuO}_2 + \text{RuO}_4 + \text{HF}$

- Kolik litrů CO_2 vznikne rozkladem 500 g uhličitanu vápenatého, který obsahuje 10 % nečistot? Objem CO_2 je měřen za normálních podmínek.
- Při termickém rozkladu KClO_3 vzniklo 5,5 litrů O_2 (měřeno za normálních podmínek). Kolik gramů KClO_3 bylo rozloženo?
- Vypočtete kolik litrů NO_2 lze připravit ze směsi 30 g O_2 a 25 l NO (objemy měřeny za normálních podmínek).
- Kolik molů H_2SO_4 a kolik g Zn je zapotřebí na přípravu 100 litrů vodíku (měřeno za normálních podmínek)? Kolik cm^3 24 % H_2SO_4 odpovídá vypočítanému množství H_2SO_4 ($\rho = 1,1704 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)?
- Kolik molů a kolik litrů vodíku vznikne reakcí 50 gramů zinku s kyselou sírovou, měří-li se objem vzniklého H_2 za normálních podmínek?
- Vypočítejte:
 - kolik litrů N_2O vznikne rozkladem 100 g NH_4NO_3
 - kolik litrů N_2 vznikne rozkladem 100 g NH_4NO_2
 - kolik gramů H_2O_2 se rozloží za vzniku 50 litrů O_2 . Objemy plynů byly měřeny za normálních podmínek.
- Kolik litrů kyslíku (měřeno za normálních podmínek) se spotřebuje při shošení 1,0 g ethanu?
- Kolik litrů třaskavého plynu (měřeno za normálních podmínek) vznikne rozkladem 1 molu H_2O elektrickým proudem?
- Společnou krystalizací roztoku 10,0 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ připravíme tzv. Mohrovu sůl $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Vypočítejte kolik $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ na přípravu použijeme a jaký je procentuální výtěžek krystalizace jestliže jsme získali 26,0 g Mohrových solí.
- Na přípravu vývojky je potřeba 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?
- Zdrojem kyslíku v dýchacím přístroji je peroxid sodíku, který reaguje s CO_2 podle rovnice:

$$\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 1/2 \text{O}_2$$
 Kolikrát lze přístroj použít, obsahuje-li 0,5 kg čistého Na_2O_2 a spotřebuje-li se při jednom použití asi 14,4 litrů kyslíku (měřeno za normálních podmínek)?

17. Sulfid železnatý lze připravit tavením železa se sírou. Napište chemickou rovnici této reakce a vypočítejte, kolik gramů železa a kolik gramů síry se spolu sloučí na 150 gramů sulfidu.

18. Kolik % FeS obsahuje reakční směs vzniklá tavením 100 g práškového železa a 50 g síry ?

19. HCl rozkládá sulfid železnatý za vzniku sulfanu podle rovnice:



Kolik molů H_2S vznikne ze 150 gramů FeS ? Jaký je za normálních podmínek objem vzniklého množství H_2S ?

20. Při výrobě generátorového plynu dochází ke konverzi CO_2 podle rovnice:



Vypočítejte, kolik litrů CO lze vyrobit z 1 m^3 oxidu uhličitého (měřeno za normálních podmínek), probíhá-li reakce jen z 80 %.

21. V kosmické lodi je zapotřebí průběžně odstraňovat CO_2 . Který z uvedených hydroxidů navrhujete pro tento účel použít, je-li jediným požadavkem to, aby hmotnost použitého hydroxidu byla co možná nejmenší.

a) LiOH b) NaOH c) CsOH d) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e) $\text{Al}(\text{OH})_3$

22. Přípravu nitrobenzenu vystihuje rovnice:



Vypočítejte:

a) kolik gramů $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ může vzniknout z 5,0 g C_6H_6

b) jaký je procentuální výtěžek reakce, jestliže z 50,0 g C_6H_6 bylo připraveno 40,0 g $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$.

23. Rozpuštěním 48,61 g znečištěného hořčíku ve zředěné H_2SO_4 bylo získáno 490,0 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Kolik procent nečistot obsahoval hořčík ?

24. Jisté množství Ag_2O bylo zahřátím rozloženo na stříbro a kyslík. Úbytek hmotnosti vzorku po zahřátí činil 4,00 g. Kolik gramů Ag vzniklo ?

25. Vypočítejte:

a) kolik molů P_4 zreagovalo s Cl_2 za vzniku 95,0 g PCl_3

b) jaká byla navážka fosforu pro tuto reakci, jestliže z použitého množství fosforu nezreagovalo 7 % a jestliže vzniklo 95,0 g PCl_3 ?

26. Doplněte následující rovnici a vypočítejte, kolik kilogramů C a kolik kilogramů $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ je zapotřebí na přípravu 100,0 kg fosforu, je-li výtěžek reakce 95 % a je-li čistota $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 97 %.



27. Jeden z možných způsobů jak zabránovat znečišťování ovzduší oxidem siřičitým je využití reakce mezi SO_2 a H_2S pro zachycování SO_2 . Síru, která při této reakci vzniká, je možné využít např. pro výrobu H_2SO_4 . Vypočítejte, kolik kilogramů 96 % H_2SO_4 by bylo možné vyrobit ze síry získané po reakci H_2S s SO_2 , který vznikl při spálení 10 tun uhlí. Předpokládejte, že uhlí obsahuje 1,5 % S a že s H_2S zreaguje 98 % vzniklého SO_2 .

28. Acetylid vápenatý vzniká reakcí CaO s C v elektrické peci podle rovnice:



Surový produkt obsahuje 85 % CaC_2 a 15 % nezreagovaného CaO .

Vypočítejte:

a) kolik tun CaO je zapotřebí na výrobu 50 tun CaC_2

b) kolik tun CaO je zapotřebí na výrobu 50 tun surového produktu.

29. Z roztoku AgNO_3 bylo po přidání 17,05 g 14 % roztoku NaCl vysráženo veškeré stříbro ve formě AgCl . Hmotnost AgCl činila 5,0622 g. Kolik gramů AgNO_3 bylo v roztoku a kolik gramů z přidaného množství NaCl zůstalo nezreagováno ?

30. Kolik gramů 64 % HNO_3 je potřeba na přípravu $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ z 50,0 g olova ?

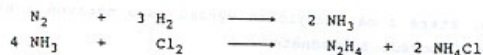
31. Reakcí 10,0 g Na_2CO_3 s 20 % roztokem H_2SO_4 bylo získáno 25,2 gramů $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Kolik cm^3 96 % roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,8155 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) bylo použito na přípravu 20 % roztoku H_2SO_4 a jaký byl procentuální výtěžek ?

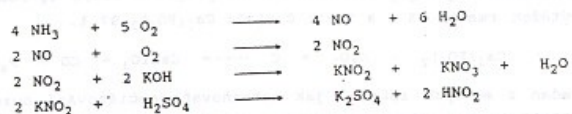
32. Při rozkladu 0,25 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ bylo spotřebováno 15,20 cm^3 zředěné kyseliny sírové o hustotě $\rho = 1,003 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Vypočítejte procentuální koncentraci roztoku H_2SO_4 .

33. Kyselina azidodvodíková se připravuje reakcí hydrazinu s kyselinou dusitou :



Přípravu N_2H_4 a HNO_2 vystihují rovnice





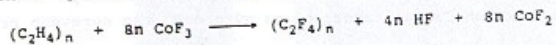
Vypočítejte kolik gramů vodíku, dusíku, kyslíku a chloru je potřeba k přípravě 100 g HN_3 .

34. Peroxid vodíku se vyrábí hydrolyzou kyseliny peroxodisírové, která se připravuje elektrolýzou roztoku kyseliny sírové :



Vypočítejte (za předpokladu, že výtěžky obou reakcí jsou 100 %), kolik gramů H_2SO_4 a kolik gramů H_2O je potřeba na přípravu 100 g 30 % vodného roztoku H_2O_2 .

35. Teflon se vyrábí fluorací polyethylenu fluoridem kobaltitým :



Vznikající CoF_2 může být fluorován za vzniku CoF_3 :



Vypočítejte kolik kg fluoru je zapotřebí na přípravu 1 kg teflonu

- není-li fluor ze vznikajícího HF využit na fluoraci
- je-li fluor připravený anodickou oxidací vzniklého HF použit na regeneraci CoF_3 (tedy na fluoraci CoF_2).

36. 1,0000 g směsi obsahující pouze NaCl a KCl bylo rozpuštěno ve vodě a přidáním nadbytku roztoku AgNO_3 byly veškeré chloridové ionty vysráženy ve formě AgCl . Hmotnost AgCl činila 2,3200 g. Vypočítejte obsah NaCl ve směsi v procentech.

37. MgCO_3 a CaCO_3 se při vysoké teplotě rozkládají za uvolnění CO_2 . Kolik procent MgCO_3 obsahuje směs CaCO_3 a MgCO_3 , činí-li hmotnostní úbytek směsi po vyžhání 50 % ?

D

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

- Tvoří-li spolu dva prvky několik různých sloučenin, je hmotnostní po-

měr těchto prvků v různých sloučeninách v poměru malých celých čísel a je vždy stejný.

- Existují sloučeniny, v nichž hmotnostní poměr prvků není konstantní.
- Obecně platí, že součet objemů vznikajících plynných produktů je roven součtu objemů reagujících plynných látek, měříme-li objemy při stejné teplotě a tlaku.
- Stejně objemy libovolných látek obsahují při stejné teplotě a tlaku stejný počet molekul.
- Jeden mol je takové množství látky, které obsahuje $6,023 \cdot 10^{23}$ základních jednotek.
- Atomová hmotnostní jednotka m_u je veličina, jejíž hodnota nemůže být změněna - podobně jako nemůže být např. změněna rychlost šíření světla ve vakuu.
- Poměr relativních atomových hmotností dvou nuklidů je stejný jako poměr absolutních hmotností těchto nuklidů.
- Relativní molekulová hmotnost vyjadřuje kolikrát je hmotnost příslušné molekuly větší než hmotnost atomu nuklidu $^{12}_6\text{C}$.
- 1 mol jakékoliv látky obsahuje vždy $6,023 \cdot 10^{23}$ atomů.
- Za téže teploty a tlaku mají 2 moly Ar stejný objem jako 2 moly N_2 .
- U sloučenin složených z atomů dvou různých prvků je stechiometrický vzorec shodný se vzorcem molekulovým.

32. Ochlazujeme-li čistou kapalnou látku, dojde při určité teplotě k tuhnutí kapaliny a teplota směsi kapalina - tuhá látka zůstává při nepřerušovaném chlazení směsi po určitou dobu konstantní.
33. Jednotlivé křivky ve fázovém diagramu udávají podmínky, za kterých jsou dvě fáze určité látky v rovnováze.
34. $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ a $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ jsou v rovnováze pouze při teplotě $0,01^\circ\text{C}$ a tlaku $101,325\text{ kPa}$ (v tzv. trojném bodě fázového diagramu vody).
35. Nachází-li se soustava tuhá látka - kapalina v rovnováze, způsobí dodání tepla této soustavě úbytek množství tuhé látky.
36. Zvýšení vnějšího tlaku má u většiny tuhých látek za následek snížení teploty tání.
37. Gibbsův zákon fází udává, jak je možné měnit teplotu, tlak nebo koncentraci ve vícesložkovém systému, aniž se poruší fázové složení tohoto systému.
38. V univariantní soustavě $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) - \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ můžeme neomezeně měnit teplotu, aniž by jedna z fází zanikla.

5. Rostoky

5.1. Koncentrace roztoků

A

1. Definujte a vysvětlete tyto pojmy :

roztok, rozpouštědlo, koncentrace roztoku, rozpustnost látky, křivky rozpustnosti, nasycený, nenasycený a přesycený roztok.

2. Uveďte nejběžnější způsoby vyjadřování koncentrace roztoků.

3. Kvalitativně odhadněte rozpustnost

- diethyleteru ve vodě, v ethylalkoholu a v benzenu
- chlorovodíku ve vodě a v benzenu
- ledu v kapalném fluorovodíku a v benzenu (při teplotě 0°C)
- síranu sodného ve vodě, v diethyleteru a v CCl_4
- jodoformu ve vodě a v CCl_4
- pentanu ve vodě a v oktanu.

4. Navrhněte jednoduchý pokus, pomocí něhož můžete zjistit, zda rozpustnost dané látky vzrůstá či klesá se vzrůstající teplotou rozpouštědla.

5. O určitém roztoku látky A není známo, zda je nasycený, nenasycený nebo přesycený. Navrhněte jednoduché zkoušky pomocí nichž zjistíte, která z uvedených možností přichází u tohoto roztoku v úvahu.

6. Popište, jak budete postupovat při praktické přípravě 1 litru jednomolárního a 1 litru jednomolálního roztoku KCl .

B

1. Vypočítejte, kolik gramů NaNO_3 a kolik cm^3 H_2O je potřeba na přípravu

- 2,5 kg 10 % roztoku NaNO_3
- 2,5 l 10 % roztoku NaNO_3 o hustotě $\rho = 1,0674\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

Řešení :

- 2,5 kg se rovná součtu hmotností rozpouštědla (H_2O) a rozpuštěné látky (NaNO_3); hmotnost NaNO_3 se rovná 10 % z 2,5 kg, hmotnost vody se rovná 90 % z 2,5 kg.

2,5 kg 100 %	2,5 kg 100 %
x kg 10 %	y kg 90 %
<hr/> x = 250 g	<hr/> y = 2250 g (cm ³)

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

b) Hmotnost 2,5 litru 10 % roztoku NaNO₃ vypočítáme ze vztahu

$$m = V \cdot \rho = 2500 \text{ cm}^3 \cdot 1,0674 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 2668,5 \text{ g}$$

2668,5 g 100 %	2668,5 g 100 %
x g 10 %	y g 90 %
<hr/> x = 266,9 g	<hr/> y = 2401,6 g (cm ³)

Na přípravu 2,5 l 10 % roztoku NaNO₃ je třeba použít 266,9 g NaNO₃ a 2401,6 cm³ H₂O.

Poznámka : množství jedné složky v roztoku můžeme samostatně vypočítat také z rozdílu hmotnosti celého roztoku a hmotnosti druhé složky. Např. hmotnost vody, která je potřebná na přípravu 2,5 l 10 % roztoku NaNO₃, je rovna 2668,5 g - 266,9 g = 2401,6 g.

2. 200 cm³ vodného roztoku ethylalkoholu obsahuje 120 cm³ ethylalkoholu. Vypočítejte koncentraci ethylalkoholu v tomto roztoku v objemových procentech.

Řešení :

200 cm ³ 100 obj. %
120 cm ³ x obj. %
<hr/> x = 60,0 obj. %

Uvedený roztok obsahuje 60,0 obj. % ethylalkoholu.

3. Kolik litrů 30 % roztoku H₂SO₄ (ρ = 1,2185 g·cm⁻³) je potřebí na neutralizaci 0,5 litru 30 % roztoku KOH (ρ = 1,2879 g·cm⁻³) za předpokladu, že vzniká K₂SO₄ ? M_r^{utř.}(H₂SO₄) = 98,07, M_r^{utř.}(KOH) = 56,105.

Řešení :

Hmotnost 0,5 l 30 % roztoku KOH vypočítáme ze vztahu

$$m = V \cdot \rho = 500 \text{ cm}^3 \cdot 1,2879 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 643,95 \text{ g}$$

Obsah KOH v 500 cm³ 30 % roztoku KOH = 643,95 g · 0,30 = 193,2 g.



2 · 56,105 g KOH 98,07 g H ₂ SO ₄ (100 %)
193,2 g KOH x g H ₂ SO ₄ (100 %)
<hr/> x = 168,9 g H ₂ SO ₄ (100 %)

Hmotnost 1 cm³ 30 % roztoku H₂SO₄ je 1,2185 g a obsah H₂SO₄ v 1 cm³ tohoto roztoku je roven 1,2185 g · 0,30 = 0,3656 g.

1 cm ³ 30 % roztoku H ₂ SO ₄ obsahuje	0,3656 g H ₂ SO ₄
x cm ³ 30 % roztoku H ₂ SO ₄ obsahuje	168,9 g H ₂ SO ₄
<hr/>	<hr/>
	x = 462,0 cm ³

Na neutralizaci 0,5 l 30 % roztoku je třeba 0,462 l 30 % H₂SO₄.

Poznámka : obsah H₂SO₄ a KOH v 1 cm³ roztoku o dané procentové koncentraci můžeme odečíst z tabulek (viz V. Šykora - Chemickoanalytické tabulky, SNTL 1976, str. 190).

4. Kolik gramů CuSO₄·5H₂O lze získat z 1,5 kg 15 % roztoku síranu mědnatého odpařením vody ? M_r^{utř.}(CuSO₄) = 159,60, M_r^{utř.}(CuSO₄·5H₂O) = 249,68.

Řešení :

1,5 kg 15 % roztoku CuSO₄ obsahuje 1,5 kg · 0,15 = 0,225 kg CuSO₄

159,60 g CuSO ₄ 249,68 g CuSO ₄ ·5H ₂ O
225,0 g CuSO ₄ x g CuSO ₄ ·5H ₂ O
<hr/>
x = 351,99 g CuSO ₄ ·5H ₂ O

Z 1,5 kg 15 % roztoku síranu mědnatého lze po úplném odpaření vody získat 352,0 g CuSO₄·5H₂O.

5. Kolik cm³ vody musíme přidat ke 150 cm³ 26 % roztoku kyseliny chlorovodíkové (ρ = 1,129 g·cm⁻³), abychom připravili 10 % roztok ?

Řešení :

a) Vypočítáme hmotnost 150 cm³ 26 % roztoku HCl

$$m = V \cdot \rho = 150 \text{ cm}^3 \cdot 1,129 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 169,35 \text{ g}$$

Toto množství 26 % roztoku HCl obsahuje 169,35 g · 0,26 = 44,031 g HCl. Stejně množství HCl bude obsahovat i připravený 10 % roztok.

44,031 g 10 %
x g 100 %
<hr/>
x = 440,31 g

z původním 150 cm³ (t.j. 169,35 g) 26 % roztoku HCl je nutno přidat 440,31 g - 169,35 g = 270,96 g (cm³) vody, aby vznikl 10 % roztok HCl.

b) Tento příklad můžeme vyřešit také pomocí směšovacího pravidla

$$m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2 + \dots + m_n \cdot c_n = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) \cdot c$$

kde m_1 je hmotnost příslušného roztoku o procentové koncentraci c_1 , c je procentová koncentrace roztoku, který vznikne smícháním jednotlivých roztoků. Dosazením do uvedeného vztahu dostaneme

$$m_1 \cdot 0 + 150 \text{ cm}^3 \cdot 1,129 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 26 = (m_1 + 150 \text{ cm}^3 \cdot 1,129 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}) \cdot 10$$

$$\text{(H}_2\text{O)} \quad (26 \% \text{ roztok HCl)} \quad m_1 = 270,96 \text{ g H}_2\text{O}$$

6. Vypočítejte procentovou koncentraci roztoku, který vznikne smícháním 1,0 l 14 % roztoku NaCl ($\rho = 1,10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) s 2,0 kg 5 % roztoku NaCl a 1,0 kg vody.

Řešení :

Koncentraci vzniklého roztoku vypočítáme pomocí směšovacího pravidla

$$m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2 + m_3 \cdot c_3 = (m_1 + m_2 + m_3) \cdot c$$

$$1,0 \cdot 1,10 \cdot 14 + 2,0 \cdot 5 + 1,0 \cdot 0 = (1,10 + 2,0 + 1,0) \cdot c$$

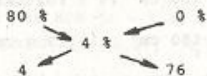
$$c = 6,195 \%$$

Koncentrace vzniklého roztoku je cca 6,2 %.

7. Pomocí křížového pravidla vypočítejte, kolik cm³ 80 % roztoku kyseliny fosforečné ($\rho = 1,633 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) a kolik cm³ vody je nutné smíchat, aby vzniklo 500 cm³ 4 % roztoku H₃PO₄ ($\rho = 1,020 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

Řešení :

80 % roztok H ₃ PO ₄	H ₂ O (t.j. 0 % roztok H ₃ PO ₄)
---	---



Smícháním 80 % roztoku H₃PO₄ a H₂O v hmotnostním poměru 4 : 76 připravíme 4 % roztok H₃PO₄. Například smícháním 4 g 80 % roztoku H₃PO₄ se 76 g (cm³) H₂O získáme 80 g 4 % roztoku H₃PO₄.

500 cm³ 4 % roztoku H₃PO₄, které máme připravit, má hmotnost

$$500 \text{ cm}^3 \cdot 1,020 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 510 \text{ g}$$

Na 80 g 4 % roztoku H ₃ PO ₄	potřebujeme 4,0 g 80 % roztoku H ₃ PO ₄
na 510 g	----- " ----- x g

$x = 25,5 \text{ g } 80 \% \text{ roztoku H}_3\text{PO}_4$, to je

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

Na 80 g 4 % roztoku H ₃ PO ₄	potřebujeme 76 cm ³ H ₂ O
na 510 g	----- " ----- y cm ³ H ₂ O

$y = 484,5 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$

Na přípravu 500 cm³ 4 % roztoku H₃PO₄ musíme použít 15,62 cm³ 80 % roztoku H₃PO₄ a 484,5 cm³ H₂O.

8. Vypočítejte molaritu a molalitu 30 % H₂SO₄, ($\rho = 1,2185 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), $M_r^{\text{rel}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07$.

Řešení :

Vypočítáme množství H₂SO₄ a H₂O v 1 litru 30 % roztoku H₂SO₄. Hmotnost 1 litru tohoto roztoku je 1000 cm³ · 1,2185 g · cm⁻³ = 1218,5 g.

1 l 30 % rozt. H₂SO₄ obsahuje 1218,5 g · 0,30 = 365,55 g H₂SO₄

1 l 30 % rozt. H₂SO₄ obsahuje 1218,5 g · 0,70 = 852,95 g H₂O

a) Molarita roztoku (M) je rovna počtu molů rozpuštěné látky v 1 litru roztoku.

1 M roztok H ₂ SO ₄	obsahuje 98,07 g H ₂ SO ₄ (1 mol) v 1 litru
x M	----- " ----- 365,55 g H ₂ SO ₄ (x mol) v 1 litru

$x = 3,727 \text{ M}$

b) Molalita roztoku (m) udává počet molů rozpuštěné látky v 1 kg rozpouštědla. Pro 30 % roztok H₂SO₄ platí

365,55 g H ₂ SO ₄	je rozpuštěno v 852,95 g H ₂ O
y g H ₂ SO ₄	- " - v 1000,0 g H ₂ O

$y = 428,57 \text{ g H}_2\text{SO}_4 = 4,37 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$

30 % roztok H₂SO₄ je 3,727 molární a 4,37 molální.

9. 180 cm³ roztoku obsahuje 11,476 g KOH. Vypočítejte molaritu tohoto roztoku. $M_r^{\text{rel}}(\text{KOH}) = 56,105$.

Řešení :

$$\begin{array}{r} 180 \text{ cm}^3 \text{ roztoku obsahuje } 11,476 \text{ g KOH} \\ 1000 \text{ cm}^3 \text{ ----- " ----- } x \text{ g KOH} \end{array}$$

$$x = 63,756 \text{ g KOH}$$

$$\begin{array}{r} 1 \text{ M roztok KOH obsahuje } 56,105 \text{ g KOH v 1 litru} \\ y \text{ M ----- " ----- } 63,756 \text{ g KOH v 1 litru} \end{array}$$

$$y = 1,1364 \text{ M}$$

Molarita uvedeného roztoku je $1,1364 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$.

10. Vypočítejte procentovou koncentraci 13,57 M roztoku kyseliny fluorovodíkové, jehož hustota $\rho = 1,086 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. $M_r^{\text{rel}}(\text{HF}) = 20,006$.

Řešení :

Hmotnost 1 litru 13,57 M roztoku HF je

$$m = V \cdot \rho = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 1,086 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1086 \text{ g}$$

V 1086 g uvedeného roztoku je obsaženo 13,57 molů HF, to znamená $13,57 \text{ mol} \cdot 20,006 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 271,48 \text{ g HF}$

$$271,48 \text{ g} \dots\dots\dots x \%$$

$$1086,0 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \%$$

$$x = 25,0 \%$$

13,57 M roztok kyseliny fluorovodíkové obsahuje 25,0 % HF.

11. Kolik gramů $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ je potřeba na přípravu 2 litrů 0,125 M roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$? $M_r^{\text{rel}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 171,35$; $M_r^{\text{rel}}(\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}) = 315,48$.

Řešení :

$$1 \text{ l } 1 \text{ M Ba}(\text{OH})_2 \text{ obsahuje } 171,35 \text{ g Ba}(\text{OH})_2$$

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

$$\begin{array}{r} \text{Ba}(\text{OH})_2 \qquad \qquad \qquad \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \\ 171,35 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \qquad \dots\dots\dots 315,48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ 42,8375 \text{ g} \qquad \dots\dots\dots x \text{ g} \end{array}$$

$$x = 78,87 \text{ g Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$$

Na přípravu 2 l 0,125 M roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$ je potřeba použít 78,87 g $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

12. Kolik cm^3 36 % roztoku HCl ($\rho = 1,1789 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) je potřeba na přípravu 2 litrů 1 M roztoku HCl? $M_r^{\text{rel}}(\text{HCl}) = 36,461$.

Řešení :

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

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

$$x = 171,82 \text{ cm}^3 \text{ 36 \% roztoku HCl}$$

Na přípravu 2 litrů 1 M roztoku HCl je třeba $171,82 \text{ cm}^3$ 36 % HCl.

13. Kolik gramů dusičnanu stříbrného je obsaženo v 0,5 l jeho 0,625 M roztoku? $M_r^{\text{rel}}(\text{AgNO}_3) = 169,873$.

Řešení :

$$\begin{array}{r} 1 \text{ l } 1 \text{ M roztoku AgNO}_3 \text{ obsahuje } 169,873 \text{ g AgNO}_3 \\ 0,5 \text{ l } 1 \text{ M} \text{ ----- " ----- } 0,5 \cdot 169,873 \text{ g AgNO}_3 \\ 0,5 \text{ l } 0,625 \text{ M} \text{ ----- " ----- } x \text{ g AgNO}_3 \end{array}$$

$$x = 53,085 \text{ g AgNO}_3$$

0,5 l 0,625 M roztoku AgNO_3 obsahuje 53,085 g AgNO_3 .

14. Vyjádřete koncentraci KI a H_2O v 50 % vodném roztoku KI v molárních zlomcích. $M_r^{\text{rel}}(\text{KI}) = 166,002$; $M_r^{\text{rel}}(\text{H}_2\text{O}) = 18,0152$

Řešení :

Molární zlomek určité složky roztoku (x_i) udává poměr počtu molů této složky (n_i) k celkovému počtu molů všech složek v roztoku. 100 g 50 % roztoku KI obsahuje 50 g KI a 50 g H_2O .

$$n(\text{KI}) = \frac{m(\text{KI})}{M_r^{\text{rel}}(\text{KI})} = \frac{50,0 \text{ g}}{166,002 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,3012 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M_r^{\text{rel}}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{50,0 \text{ g}}{18,0152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,7754 \text{ mol}$$

$$x(\text{KI}) = \frac{n(\text{KI})}{n(\text{KI}) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,3012 \text{ mol}}{0,3012 \text{ mol} + 2,7754 \text{ mol}} = 0,0979$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{KI}) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,7754 \text{ mol}}{0,3012 \text{ mol} + 2,7754 \text{ mol}} = 0,9021$$

Koncentrace KI a H₂O v uvedeném roztoku vyjádřená v molárních zlomcích je $x(\text{KI}) = 0,0979$, $x(\text{H}_2\text{O}) = 0,9021$.

Poznámka : součet molárních zlomků všech složek v roztoku se rovná 1,0000.

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

Řešení :

V kyselém prostředí se MnO₄⁻ redukuje na Mn²⁺; Fe²⁺ se oxiduje KMnO₄ na Fe³⁺. 1 mol KMnO₄ zoxidoval 5 molů FeSO₄ (viz příklad č. 2i v kapitole 1.4.C).

1 l	1 M	roztoku KMnO ₄	je ekvivalentní	5 l	1 M	roztoku FeSO ₄
1 l	0,2 M	-----	"	1 l	1 M	roztoku FeSO ₄
1 cm ³	0,2 M	-----	"	1 cm ³	1 M	roztoku FeSO ₄

Na uvedenou titraci je tedy nutné používat 0,2 M roztok KMnO₄. Na přípravu 1 litru tohoto roztoku KMnO₄ je nutné použít 0,2 molu KMnO₄ t.j. 158,034 g.mol⁻¹ · 0,2 mol = 31,6067 g KMnO₄.

16. Na vysrážení stříbra ve formě AgCl z 15 cm³ roztoku AgNO₃ bylo spotřebováno 24,0 cm³ 1 M roztoku NaCl. Vypočítejte :

- molaritu roztoku AgNO₃
- množství tohoto roztoku AgNO₃, které je potřebné na přípravu 200 cm³ 0,25 M AgNO₃.

Řešení :

- a) AgNO₃ reaguje s NaCl v molárním poměru 1:1

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

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

Roztok AgNO₃ je 1,6 molární.

Poznámka : obecně platí vztah $V_1 \cdot M_1 \cdot v_1 = V_2 \cdot M_2 \cdot v_2$, kde V je objem roztoku o molaritě M , v je číslo, které udává počet atomů H (počet iontů H⁺, OH⁻ nebo počet elektronů) s nimiž reaguje (nebo ho nahrazuje) při určité reakci jeden atom (ion, molekula) uvažované látky. Dosazením do uvedeného vztahu můžeme vypočítat molaritu roztoku AgNO₃ v našem příkladu:

$$M_1 = \frac{V_2 \cdot M_2 \cdot v_2}{V_1 \cdot v_1} = \frac{24,0 \text{ cm}^3 \cdot 1 \text{ mol.l}^{-1} \cdot 1}{15,0 \text{ cm}^3 \cdot 1} = 1,6 \text{ mol.l}^{-1}$$

- b) Dosazením do vztahu $V_1 \cdot M_1 \cdot v_1 = V_2 \cdot M_2 \cdot v_2$ vypočítáme objem roztoku AgNO₃ (jeho molarita vypočítaná v bodě a) je rovna 1,6), který je potřebný na přípravu 200 cm³ 0,25 M roztoku AgNO₃

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot M_2 \cdot v_2}{M_1 \cdot v_1} = \frac{200 \text{ cm}^3 \cdot 0,25 \text{ mol.l}^{-1} \cdot 1}{1,6 \text{ mol.l}^{-1} \cdot 1} = 31,25 \text{ cm}^3$$

Na přípravu 200 cm³ 0,25 M AgNO₃ je potřebí 31,25 cm³ 1,6 M roztoku AgNO₃.

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

Řešení :

1 cm³ 1 M roztoku NaOH zneutralizuje 1 cm³ 1 M roztoku 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 jsme ze 100 cm³ roztoku v odměrné baňce použili jen 20,00 cm³) je obsaženo 1,2541 g HBr.

Ve 100 cm³ roztoku je tedy obsaženo 1,2541 · 5 = 6,2705 g HBr. Stejně množství HBr je obsaženo také v 19,7658 g analyzovaného roztoku HBr. Procentuální koncentrace HBr v analyzovaném roztoku je rovna

$$\frac{6,2705 \text{ g}}{19,7658 \text{ g}} \cdot 100 = 31,72 \%$$

18. Kolik gramů KCl a kolik gramů H₂O obsahuje 400 g roztoku KCl nasyceného při teplotě 0 °C ?

Řešení :

V tabulkách si vyhledáme rozpustnost KCl ve vodě při teplotě 0 °C (viz V.Sýkora - Chemickoanalytické tabulky, SNTL Praha 1976, str.212).

Ve 100 g H₂O se při teplotě 0°C rozpustí 27,6 g KCl.

127,6 g při 0 °C nasyceného roztoku KCl obsahuje 27,6 g KCl		
400 g	----- " -----	x g KCl

$$x = 86,52 \text{ g KCl}$$

Obsah vody ve 400 g uvedeného roztoku je $400 \text{ g} - 86,52 \text{ g} = 313,48 \text{ g}$.
 Ve 400 g roztoku KCl, který je nasycen při 0 °C, je obsaženo 86,5 g KCl a 313,5 g H₂O.

C

1. Jaká je procentová koncentrace roztoku, který vznikl rozpustěním 525 g soli ve 2,5 kg rozpouštědla ?
2. Vypočítejte
 - a) v kolika gramech 6 % roztoku NaCl je obsaženo 12,0 g NaCl
 - b) v kolika cm³ 6 % roztoku NaCl je obsaženo 12,0 g NaCl, je-li hustota tohoto roztoku $\rho = 1,0413 \text{ g.cm}^{-3}$.
3. Vypočítejte koncentraci roztoku (v hmotnostních procentech), který vznikl rozpustěním 25,0 g fenolu ve 100 cm³ methanolu, jehož hustota je $\rho = 0,7917 \text{ g.cm}^{-3}$.
4. Kolik gramů Na₂CO₃·10H₂O a kolik cm³ H₂O použijeme k přípravě 0,5 l 12 % roztoku uhličitanu sodného, jehož hustota je $\rho = 1,1244 \text{ g.cm}^{-3}$?
5. Kolik gramů cukru je nutno rozpustit ve 4,5 litrech vody, abychom získali 15 % roztok ?
6. Kolik gramů H₂SO₄ obsahuje 1 cm³ 44 % roztoku kyseliny sírové o hustotě $\rho = 1,1384 \text{ g.cm}^{-3}$.
7. Kolik gramů NaNO₃ je potřeba na přípravu 50 cm³ roztoku o takové koncentraci, aby 1 cm³ roztoku obsahoval 70,0 mg Na ?
8. V jakém objemu 50 % roztoku HNO₃ ($\rho = 1,3100 \text{ g.cm}^{-3}$) je obsaženo takové množství HNO₃, které zneutralizujeme 100 cm³ 20 % roztoku NaOH, jehož hustota $\rho = 1,2191 \text{ g.cm}^{-3}$?
9. 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 H₂O použijeme na přípravu potřebného množství 50 % roztoku H₂SO₄.

10. Vypočítejte
 - a) Kolik cm³ ethylalkoholu je obsaženo v 1 litru vodného roztoku ethylalkoholu, jehož koncentrace je 40 obj. %
 - b) Kolik gramů ethylalkoholu je obsaženo v 1 litru tohoto roztoku. Hustota bezvodého C₂H₅OH je $\rho = 0,7893 \text{ g.cm}^{-3}$.
11. Hustota 68 % vodného roztoku CH₃OH je 0,880 g.cm⁻³, hustota bezvodého CH₃OH $\rho = 0,796 \text{ g.cm}^{-3}$. Vypočítejte koncentraci uvedeného vodného roztoku CH₃OH v objemových procentech.
12. Ve 100 g vody se při 20 °C rozpustí 62,1 g FeSO₄·7H₂O. Vypočítejte procentuální koncentraci FeSO₄ v tomto roztoku.
13. 47,4 g roztoku HClO₄ zaujímá objem 40,0 cm³. Pomocí tabulek zjistíte koncentraci HClO₄ v tomto roztoku v hmotnostních procentech. (Viz tabulka hustot a koncentrací roztoků HClO₄ - V.Šýkora : Chemickoanalytické tabulky, SNTL Praha 1976).
14. Kolik cm³ vody musíme přidat ke 180 cm³ 35 % roztoku HCOOH o hustotě $\rho = 1,0847 \text{ g.cm}^{-3}$, aby vznikl 20 % roztok ($\rho = 1,0488 \text{ g.cm}^{-3}$) ? Jaký bude objem vzniklého roztoku ?
15. Jaká bude procentová koncentrace roztoku, který vznikl smícháním uvedených množství těchto roztoků K₂CO₃ : 1 litru 10 % roztoku o hustotě $\rho = 1,09 \text{ g.cm}^{-3}$ s 2 kg 20 % roztoku a 2 litry 30 % roztoku o hustotě $\rho = 1,30 \text{ g.cm}^{-3}$?
16. Kolik gramů NaCl je nutno přidat k 1 litru 10 % roztoku NaCl o hustotě ($\rho = 1,0707 \text{ g.cm}^{-3}$), aby vznikl roztok 20 % ($\rho = 1,1478 \text{ g.cm}^{-3}$). Jaký bude objem vzniklého roztoku ?
17. Kolik gramů BaCl₂·2H₂O je třeba přidat k 300 g 10 % roztoku BaCl₂, aby vznikl 30 % roztok BaCl₂ ?
18. 180 g 23,5 % roztoku NaBr bylo odpařením vody zahustěno na 40 % roztok. Vypočítejte hmotnost zahustěného roztoku a objem vody, který byl z původního roztoku odpařen.
19. Na jaký objem musí být zředěno 5,0 cm³ 6 % roztoku K₂SO₄ (hustota $\rho = 1,0477 \text{ g.cm}^{-3}$), aby 1 cm³ vzniklého roztoku obsahoval 5,0 mg K ?
20. Pomocí křížového pravidla vypočítejte
 - a) v jakém hmotnostním poměru
 - b) v jakém objemovém poměru

musíme smíchat 10 % roztok amoniaku ($\rho = 0,9575 \text{ g.cm}^{-3}$) s 26 % roztokem amoniaku ($\rho = 0,9040 \text{ g.cm}^{-3}$), aby vznikl 20 % roztok.

21. 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 litru 20 % roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,1394 \text{ g.cm}^{-3}$).
22. 160 g 40 % roztoku HNO_3 ($\rho = 1,2463 \text{ g.cm}^{-3}$) bylo přidáním 5 % roztoku HNO_3 ($\rho = 1,0256 \text{ g.cm}^{-3}$) zředěno na 15 % roztok HNO_3 . Pomocí křížového pravidla vypočítejte, kolik cm^3 5 % roztoku HNO_3 bylo na ředění použito.
23. 200 g 14 % roztoku NaCl bylo připraveno neutralizací roztoku NaOH plynným chlorovodíkem. Vypočítejte procentovou koncentraci roztoku NaOH před neutralizací a množství HCl v litrech (měřeno za normálních podmínek), které bylo na neutralizaci použito.
24. Kolik cm^3 96 % roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,8355 \text{ g.cm}^{-3}$) je nutno přidat ke 150 g SO_3 , aby vzniklo 30 % oleum (tj. 30 % roztok SO_3 v H_2SO_4) ?
25. Kolik molů a kolik gramů HNO_3 obsahuje 250 cm^3 2,03 M roztoku HNO_3 . Hustota tohoto roztoku je $\rho = 1,0661 \text{ g.cm}^{-3}$. Vypočítejte procentovou koncentraci HNO_3 v roztoku.
26. Kolik gramů $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ je potřebí k přípravě
 - a) 1 litru 0,25 M roztoku BaCl_2
 - b) 0,5 litru 1 M roztoku BaCl_2
27. Vypočítejte molaritu 12 % roztoku H_3PO_4 o hustotě $\rho = 1,0647 \text{ g.cm}^{-3}$.
28. Vypočítejte procentovou koncentraci 3,0 M roztoku dusičnanu sodného, jehož hustota je $\rho = 1,1589 \text{ g.cm}^{-3}$.
29. Kolik gramů $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ obsahuje 1 litr roztoku $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, který je ekvivalentní 1 litru 0,5 M roztoku KI při reakci $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ s KI v kyselém prostředí?
30. Roztoku KMnO_4 se běžně používá v odměrné analýze (tzv. manganometrii) ke kvantitativnímu stanovení četných látek. Vypočítejte, kolikamolární roztok KMnO_4 si připravíme pro manganometrické stanovení
 - a) FeSO_4 (titrace v kyselém prostředí)
 - b) MnSO_4 (titrace v neutrálním prostředí)

tak, aby spotřeba připravených roztoků KMnO_4 na titrace 10,0 cm^3 příbližné 0,2 M roztoků FeSO_4 , příp. MnSO_4 , činila asi 20 cm^3 .

31. Jaká je molarita roztoku KOH , jestliže v 1 cm^3 tohoto roztoku je obsaženo $6,023 \cdot 10^9$ iontů H^+ a je-li disociace KOH v tomto roztoku úplná ?
32. V jakém objemu 0,365 M roztoku FeCl_3 je obsažen 1 g Fe ?
33. Určete molaritu roztoku obsahujícího 16,021 g CH_3OH ve 200 cm^3 roztoku.
34. Kolik gramů CH_3COOH obsahuje 100 cm^3 0,25 M roztoku CH_3COOH ?
35. Vypočítejte molaritu roztoku, který vznikl smícháním 1 litru 1 M roztoku se 2 litry 2 M roztoku a se 4 litry 0,15 M roztoku téže sloučeniny za předpokladu, že objem výsledného roztoku je roven součtu objemů tří smíchaných roztoků.
36. Kolik cm^3 1,5 M roztoku je nutně přidat ke 2 litrum 0,1 M roztoku téže látky, abychom získali 0,2 M roztok ? (Hustoty roztoků $\approx 1,0 \text{ g.cm}^{-3}$).
37. Roztok obsahuje 116,16 g acetonu, 138,21 g ethylalkoholu a 126,11 g vody. Jaká je koncentrace složek vyjádřená v molárních zlomcích ?
38. Ve 100 g vody bylo rozpuštěno 12,1 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Vyjádřete složení roztoku v molárních zlomcích.
39. Vypočtete molaritu a molalitu roztoku, jehož 100 g obsahuje 10,0 g NaCl a jehož hustota $\rho = 1,0707 \text{ g.cm}^{-3}$.
40. Kolik cm^3 96 % roztoku H_2SO_4 ($\rho = 1,8355 \text{ g.cm}^{-3}$) potřebujeme k přípravě 1 litru 0,5 M roztoku H_2SO_4 ?
41. Kolik cm^3 50 % roztoku NaOH ($\rho = 1,5253 \text{ g.cm}^{-3}$) je nutně použít na přípravu 0,5 litru 0,5 M roztoku NaOH ?
42. Vypočítejte procentovou koncentraci 1,33 M roztoku K_2CO_3 o hustotě $\rho = 1,1490 \text{ g.cm}^{-3}$.
43. Vypočítejte procentovou koncentraci a molalitu 2,70 M roztoku KCl o hustotě ($\rho = 1,1185 \text{ g.cm}^{-3}$).
44. Kolik litrů plynného amoniaku (měřeno za normálních podmínek) se uvolní varem z 0,25 litru 2 M vodného roztoku amoniaku ?
45. Kolik gramů kyseliny HA obsahuje 1 cm^3 11 molárního roztoku této kyseliny ($\rho = 1,1230 \text{ g.cm}^{-3}$) ? $M_{\text{rel}}^{\text{st}}(\text{HA}) = 136,2$.
46. Množství amoniaku odpovídající dvanáctinásobku jeho molární hmotnosti bylo rozpuštěno ve vodě za vzniku 1250 g roztoku. Vypočítejte koncentraci tohoto roztoku v hmotnostních procentech.

47. Doplníte koeficienty v následující rovnici a vypočítejte, kolik gramů As_2O_3 obsahoval roztok, na jehož titraci bylo spotřebováno 15,80 cm^3 0,01 M roztoku KBrO_3



48. Kolik cm^3 0,125 M roztoku KOH lze připravit ze 3,5 g KOH ?
49. 10,0 g 34,89 % roztoku ZnCl_2 bylo zředěno vodou na objem 200 cm^3 . Vypočítejte molaritu vzniklého roztoku.
50. Na jaký objem musí být zředěn roztok, který vznikl rozpustěním 50,0 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ve 100 g vody, aby vznikl 0,5 M roztok CuSO_4 ?
51. Určete molaritu roztoku H_2SO_4 , připraveného zředěním 12,963 g 96 % roztoku H_2SO_4 70 cm^3 vody (použijte tabulku hustot a koncentrací roztoků kyseliny sírové).
52. 10,0 g NaOH bylo zneutralizováno 5,15 % roztokem HCl . Vypočítejte molaritu vzniklého roztoku chloridu sodného, je-li hustota tohoto roztoku $\rho = 1,055 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.
53. Kolik cm^3 0,05 M roztoku kyseliny šťavelové zneutralizuje 10,0 cm^3 1 % roztoku KOH ($\rho = 1,0074 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).
54. Ochlazením 200 cm^3 24 % roztoku Na_2SO_4 ($\rho = 1,2336 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) vykristalovalo 90,0 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Vypočítejte molalitu roztoku zbylého po krystalizaci.
55. Vypočítejte procentovou koncentraci 5 molárního roztoku KOH .
56. Vypočítejte molaritu a molalitu 16 % roztoku HCl . ($\rho = 1,1789 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).
57. Hustota 50 % (hmotn.) roztoku $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ve vodě je ($\rho = 0,9138 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$). Vypočítejte molární zlomek, molaritu a molalitu $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.
58. Molární zlomek CoSO_4 ve vodném roztoku této soli je roven 0,025. Vypočítejte molalitu a procentovou koncentraci tohoto roztoku.
59. Vypočítejte procentovou koncentraci a molaritu 1,0989 molárního roztoku KNO_3 ($\rho = 1,0627 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).
60. 200 cm^3 2 M roztoku kyseliny bylo zředěno vodou na objem 0,8 litru. Vypočítejte molaritu zředěného roztoku.
61. Kolik cm^3 0,125 M roztoku H_2SO_4 je možno připravit ředěním 25 cm^3 4 M roztoku H_2SO_4 vodou ?

62. Kolik cm^3 1,1 M roztoku HCl je potřeba k neutralizaci 50 cm^3 roztoku, který ve 100 cm^3 obsahuje 5,0 g NaOH ?
63. Na neutralizaci 0,2251 g kyseliny bylo spotřebováno 40,0 cm^3 0,125 M roztoku KOH . Vypočítejte molární hmotnost kyseliny, víte-li, že kyselina je dvojsytná.
64. Kolik cm^3 0,25 M roztoku H_2SO_4 je nutno přidat k 10 cm^3 1 M roztoku BaCl_2 , aby se veškeré baryum vysráželo jako BaSO_4 ?
65. V 0,250 litru roztoku je obsaženo 5,023 g HClO_4 . V jakém poměru je nutné smíchat tento roztok s 10 % roztokem KOH , aby vznikl neutrální roztok ? (Hustota 10 % roztoku KOH je $\rho = 1,0904 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).
66. Kolik gramů AgI se vyloučí, přidáme-li k 15,0 cm^3 0,95 M roztoku AgNO_3 nadbytek roztoku KI ?
67. Kolik gramů K_2CrO_4 se rozpustí při teplotě 20 °C v 63,0 cm^3 vody ? Rozpustnost K_2CrO_4 je 61,7 g ve 100 g H_2O při teplotě 20 °C.
68. Kolik gramů $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ se vyloučí ve formě krystalů po ochlazení 250 g roztoku $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, nasyceného při teplotě 60 °C, na teplotu 20 °C ?
Rozpustnost $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ve 100 g H_2O : 12 g při teplotě 20 °C
43 g při teplotě 60 °C.
69. Opařením veškeré vody z 15,245 g při teplotě 20 °C nasyceného roztoku látky A ve vodě bylo získáno 4,052 g bezvodé látky A. Vypočítejte rozpustnost látky A ve 100 g vody při teplotě 20 °C a procentuální koncentraci nasyceného roztoku látky A ve vodě při téže teplotě.
70. Kolik gramů K_2SO_4 a kolik cm^3 vody je obsaženo ve 100 cm^3 roztoku K_2SO_4 nasyceného při teplotě 20 °C ? Při teplotě 20 °C se ve 100 g H_2O rozpustí 11,11 g K_2SO_4 , hustota nasyceného roztoku K_2SO_4 při téže teplotě je $\rho = 1,0817 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.
71. Reakcí vodného roztoku, který obsahuje 20,0 g NaOH , s plynným SO_2 máme připravit Na_2SO_3 . V jakém minimálním množství vody musí být uvedené množství NaOH rozpustěno, aby vzniklý Na_2SO_3 nevykristaloval při teplotě 20 °C z roztoku ? Při teplotě 20 °C se ve 100 g vody rozpustí 26,9 g Na_2SO_3 .
72. V deseti molech kapalného NH_3 se při teplotě -33 °C rozpustí $4,63 \cdot 10^{-2}$ mol NH_4Cl . Vypočítejte procentuální koncentraci NH_4Cl v nasyceném roztoku této soli v kapalném amoniaku při teplotě -33 °C a rozpustnost chloridu amoného ve 100 cm^3 kapalného amoniaku ($\rho = 0,6814 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) při téže teplotě.

3 73. 25,7609 g azeotropní směsi kyseliny chlorovodíkové s vodou (o hustotě $\rho = 1,0993 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) bylo zředěno na roztok o objemu 100 cm^3 . Na neutralizaci $10,0 \text{ cm}^3$ vzniklého roztoku bylo spotřebováno $14,30 \text{ cm}^3$ 1 M roztoku NaOH. Vypočítejte procentuální koncentraci a molaritu azeotropní směsi chlorovodíku s vodou.

74. Z $2,4275 \text{ g}$ směsi kyseliny amidosírové a amidosíranu draselného bylo rozpouštěním v H_2O připraveno 250 cm^3 roztoku. K neutralizaci $20,0 \text{ cm}^3$ vzniklého roztoku bylo spotřebováno $19,75 \text{ cm}^3$ $0,1 \text{ M}$ roztoku KOH. Vypočítejte procentuální obsah kyseliny amidosírové ve směsi.

75. $0,1315 \text{ g}$ monohydrátu šťavelanu vápenatého bylo titrováno v prostředí kyseliny sírové $0,02 \text{ M}$ roztokem KMnO_4 . Spotřeba tohoto roztoku na titraci činila $17,90 \text{ cm}^3$. Vypočítejte čistotu analyzované soli v procentech.

76. Z navážky $0,6239 \text{ g}$ znečištěného K_2CrO_4 bylo v odměrné baňce připraveno 100 cm^3 roztoku. Z tohoto roztoku bylo odpipetováno $20,0 \text{ cm}^3$, přidána voda, KI, roztok HCl a roztok škrobu. Vyloučený jod byl titrován $0,1 \text{ M}$ roztokem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Spotřeba na titraci činila $18,90 \text{ cm}^3$. Vypočítejte procentuální obsah K_2CrO_4 v navážce.

77. Kolik cm^3 vody musíme použít na překrystalování 100 g H_3BO_3 , jestliže toto množství kyseliny borité chceme rozpustit ve vodě na roztok, který bude nasycený při teplotě 60°C a tento roztok pak ochladit na teplotu 20°C ? Kolik procent H_3BO_3 z původního množství se při popsaném způsobu krystalizace vyloučí ve formě krystalů z roztoku?

Rozpustnost H_3BO_3 ve 100 g H_2O : $5,04 \text{ g}$ při teplotě 20°C
 $14,81 \text{ g}$ při teplotě 60°C .

78. Hydrogensíran draselný byl připraven neutralizací potřebného množství 50% roztoku H_2SO_4 200 g 25% roztoku K_2CO_3 . Roztok vzniklého KHSO_4 byl zahušťován ke krystalizaci při teplotě 100°C tak dlouho, až se v roztoku při této teplotě vyloučily první krystaly KHSO_4 . Tento zahušťený roztok byl pak ochlazen na teplotu 20°C . Vypočítejte kolik gramů KHSO_4 se vyloučilo z roztoku po ochlazení.

Rozpustnost KHSO_4 ve 100 g H_2O : $121,6 \text{ g}$ při teplotě 100°C
 $51,4 \text{ g}$ při teplotě 20°C .

79. Kolik litrů vody je nutno odpařit ze 2 kg 10% roztoku síranu draselného, aby vznikl roztok této soli nasycený při teplotě 60°C ? Kolik gramů $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ vykristaluje z tohoto nasyceného roztoku po ochlazení na teplotu 20°C ?

Rozpustnost $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ve 100 g H_2O : $11,4 \text{ g}$ při teplotě 20°C
 $57,5 \text{ g}$ při teplotě 60°C .

9. Výsledky

Kapitola 1.1.C

- Zreaguje pouze 3,78 g H₂
- Nezreaguje
- Ve všech připravených vzorcích je hmotnostní poměr X:Y = 0,56
- Poměr hmotností kyslíku, připadajících na stejné hmotnostní množství chloru je roven 1 : 4 : 6 : 7
- 1 : 0,5 : 4 : 3 : 1
- 1,25 l O₂; 1,0 l NO; 1,5 l H₂O(g)
- A₂, B₂, AB, AB₃
- S přesností na 1,0 · 10⁻⁹ g

Kapitola 1.2.C

- a) 1,67 · 10⁻²⁴ g c) 3,95 · 10⁻²² g
b) 2,66 · 10⁻²³ g d) 5,32 · 10⁻²³ g
- 18,99
- 19,84
- 180,0
- cca 2x
- 35,456
- 1,496 · 10⁻²³ g
- 10,041 g; 111,64 l
- 39,947
- 107,878
- 60,27 % ⁶⁹₃₁Ga; 39,73 % ⁷¹₃₁Ga
- 9,06 · 10⁻¹⁶ cm³
- 70,909
- 78,96
- 91,23
- a) 0,0807 mol b) 0,039 mol c) 0,263 mol d) 0,323 mol
- a) 123,895 g · mol⁻¹ b) 256,48 g · mol⁻¹ c) 37,9968 g · mol⁻¹
- 1,896 · 10²³ atomů
- a) 1,80²³ atomů O b) 9,4 · 10²² molekul O₂ c) 0,156 mol O₂
- 4,01 g; 1,506 · 10²³ molekul CH₄
- 1,023 · 10²³ molekul H₂SO₄; 0,1698 mol H₂SO₄
- 3,06 · 10¹³ atomů Au
- 119,378
- 6,023 · 10²³ atomů C
- a) 9993 cm³ b) 1,66 · 10⁻²³ cm³ c) 1,58 · 10⁻⁸ cm

Kapitola 1.2.C

- 5,28 · 10⁻⁴ g H₂
- 4,337 · 10²⁴ molekul O₂
- 53 000 roků
- a) 1,96 g b) 1,29 g
- 4 atomy Fe
- 2,14 · 10⁷ km; 55,6
- a) 13,33 b) 5,02 · 10²³ c) nezměnila by se d) 18,678 litru e) ne

Kapitola 1.3.C

- As₂O₅; As₂O₃
- CuFeS₂
- NiSO₄ · 7H₂O
- C₅H₇N
- K₂O · 6SiO₂ · Al₂O₃
- 9,69 % Al
- 41,16 % SO₄²⁻
- 78,44 g CaO
- 50,30 g H₂O
- SCl₂
- a) 7,13 mol C; 7,13 mol H₂ b) C₂H₄ c) 9,33 l d) 6,005 g C
- CS₂
- 48,09 % Cl; InCl₃
- HCOOH
- 75,98 % F
- 349,7 kg Fe
- 25,0 %
- 121,78
- 3,62 : 1
- 43,64 % O; 23,78 % Si; 11,42 % Al
- C₃H₈

Kapitola 1.4.C

- a) 2 + 3 → 6 + 1 + 3
b) 2 + 1 → 4 + 3
c) 1 + 6 → 3 + 2
d) 12 + 1 → 4 + 6
e) 2 + 3 → 3 + 6 + 1
f) 2 + 3 → 1 + 3 + 3

Kapitola 1.4.C

- 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) $12 + 1 + 20 \longrightarrow 1 + 20 + 10$
2. a) $2 + 1 + 2 \longrightarrow 2 + 2$
 b) $2 + 1 \longrightarrow 1 + 2$
 c) $3 + 8 \longrightarrow 3 + 2 + 4$
 d) $1 + 2 + 10 \longrightarrow 2 + 4 + 5$
 e) $1 + 4 + 4 \longrightarrow 2 + 1 + 4 + 2$
 f) $1 + 6 + 7 \longrightarrow 1 + 3 + 4 + 7$
 g) $2 + 11 + 11 \longrightarrow 2 + 6 + 11 + 8$
 h) $5 + 1 + 4 \longrightarrow 5 + 3 + 1 + 4$
 i) $10 + 2 + 8 \longrightarrow 5 + 2 + 1 + 8$
 j) $5 + 2 + 3 \longrightarrow 1 + 2 + 10 + 8$
 k) $1 + 9 + 18 \longrightarrow 1 + 2 + 9 + 6$
 l) $8 + 5 \longrightarrow 4 + 4 + 1 + 4$
 m) $3 + 1 \longrightarrow 1 + 1$
 n) $2 + 2 + 2 \longrightarrow 2 + 1 + 1 + 1 + 2$
 o) $4 + 8 + 1 + 2 \longrightarrow 4 + 4$
 p) $1 + 4 + 2 \longrightarrow 1 + 1 + 2$
 q) $2 + 5 \longrightarrow 2 + 1 + 8$
 r) $4 + 4 + 20 + 1 \longrightarrow 4 + 2$
 s) $6 + 10 \longrightarrow 6 + 2 + 3 + 6$
 t) $1 + 4 \longrightarrow 4 + 2 + 2 + 1$
 u) $3 + 4 \longrightarrow 3 + 2 + 2$
 v) $3 + 8 \longrightarrow 3 + 3 + 2 + 4$
 x) $1 + 6 \longrightarrow 3 + 1 + 1$
 y) $1 + 12 \longrightarrow 4 + 3$
 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) $1 + 4 + 10 \longrightarrow 2 + 8 + 5$

Kapitola 1.4.C

- 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) $2 + 6 + 6 \longrightarrow 3 + 2 \text{ Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
 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) $5 + 1 + 8 \longrightarrow 5 \text{ Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4 \text{ H}_2\text{O}$
 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) $1 + 3 \longrightarrow 2 \text{ ND}_3 + 3 \text{ MgO}$
5. 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) $3 + 7 \longrightarrow 1 + 1 + 6$ nebo
 $4 + 9 \longrightarrow 1 + 2 + 8$ (jsou možná i jiná řešení)
 g) $1 + 4 + 2 \longrightarrow 2 + 2$
 h) $4 + 10 \longrightarrow 3 + 1 + 20$
6. 100,77 l CO_2
 7. 20,05 g KClO_3
 8. 25,0 l NO_2
 9. 4,46 mol H_2SO_4 ; 291,7 g Zn; 1557,7 cm³ 24 % roztoku H_2SO_4
 10. 0,7648 mol H_2 ; 17,14 l H_2
 11. a) 28,0 l N_2 b) 35,0 l N_2 (za norm. podmínek) c) 151,76 g H_2O_2
 12. 2,61 l O_2
 13. 33,62 l

Kapitola 1.4.C

- 21,04 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 87,60 %
 15. 190,05 g $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 16. asi 5x
 17. 95,29 g Fe; 54,70 g S
 18. 91,39 % FeS
 19. 1,706 mol H_2S ; 38,24 l H_2S
 20. 1600 l CO 21. LiOH
 22. a) 7,88 g $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ b) 50,76 %
 23. 0,60 %
 24. 53,94 g Ag
 25. a) 0,1729 mol P_4 b) 23,04 g P_4
 26. 102,05 kg C; 543,4 kg $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; 2 + 6 + 10 \rightarrow 6 + 10 + 1
 27. 1405,2 kg 96 % roztoku H_2SO_4
 28. a) 51,46 tun CaO b) 44,68 tun CaO
 29. 6,0000 g AgNO_3 ; 0,3228 g NaCl
 30. 63,36 g 64 % roztoku HNO_3
 31. 5,25 cm^3 96 % roztoku; 82,89 %
 32. 0,56 % roztok H_2SO_4
 33. 42,2 g H_2 ; 195,3 g N_2 ; 260,3 g O_2 ; 164,8 g Cl_2
 34. 0,0 g H_2SO_4 ; 101,8 g H_2O
 35. a) 1,52 kg F_2 b) 0,76 kg F_2
 36. 75,03 % NaCl
 37. 73,29 % MgCO_3

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. $8,84 \cdot 10^{12}$ J; $1,22 \cdot 10^{-12}$ J
 2. 2,01581
 3. a), případně c)
 4. Izotopy: a), b); izobary: c), d), f)
 5. 250,7 m
 6. a) 21,9 m b) $3,3 \cdot 10^{28}$ c) $1,14 \cdot 10^4$ kg d) $7,1 \cdot 10^{-5}$ mm^{-3} ; $1,6 \cdot 10^8$ tun. cm^{-3}

Kapitola 2.2.C

1. a) ${}^2_1\text{H}$ b) ${}^{223}_{87}\text{Fr}$ c) ${}^0_{-1}\text{e}$ d) ${}^{11}_6\text{C}$ e) a f) ${}^{96}_{43}\text{Tc}$ g) ${}^{10}_5\text{B}$
 2. a), b), c)
 3. $5,72 \cdot 10^{11}$ J
 4. a) 999,085 g; 9,0 kg b) $(1000 - 4,72 \cdot 10^{-8})$ g c) $1,94 \cdot 10^7$
 d) $1,94 \cdot 10^4$ t TNT
 5. přibližně 2000 roků

Kapitola 2.3.C

1. 14; 10; 14; 2; 6
 2. 16 orbitalů; 32 elektronů
 3. 4g; 7j
 4. a) ne b) ne c) ano
 5. a) 19 b) 7 elektronů s, 12 elektronů p, 0 elektronů d
 c) 19 d) není možné zjistit
 6. Hodnoty multiplcity: a) 5 b) 1 c) 5 d) 1
 e) 1 f) 5 g) 7
 Správné obsazení orbitalů v případech a), c), g)
 7. 4s:3; 3p:1
 8. c), d)
 9. Eu, Yb
 10. Ag, Na
 11. $1,63 \cdot 10^{-18}$ J
 12. $1,5241 \cdot 10^6$ m^{-1} ; 656,1 nm; $1,0974 \cdot 10^7$ m^{-1} ; 91,1 nm; 13,6 eV
 13. 619,8 nm
 14. 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

Kapitola 2.4.C

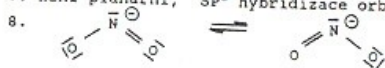
1. Orbital 3d se zaplňuje elektrony až po zaplnění orbitalu 4s
 2. a) C, B, Al, Na, K c) Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Rb^+
 b) F, O, Be, Li, Cs d) F, O, O^{2-} , S^{2-}
 3. Cs, Ba, Ca, As, Se, S, O, F; Cs
 4. a) A kov, B nekov c) A nízké hodnoty, B vysoké hodnoty
 b) nejsou d) A II, B -I
 e) A
 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. Správné | 35. Nesprávné | |

Kapitola 3.C

- 917,8 kJ.mol⁻¹
- a) zmenší se, nelze udat kolikrát b) zvětší se na 2A
c) zvětší se na 4A
- 148,2 kJ.mol⁻¹
- s - s je nejslabší, p_z - p_z je nejsilnější
- a) sp³d, trigonální bipyramida
b) sp², nelineární
c) sp³, trigonální pyramida
d) sp², trigonální, planární
e) sp, lineární
f) d²sp³, oktaedr
g) sp³, trigonální pyramida
h) sp³d², tetragonální pyramida
i) sp³, trigonální pyramida
j) sp, lineární
k) sp³, tetraedr
l) sp³d², oktaedr
m) dsp², čtverec
n) sp³d³, pentagonální bipyramida
o) sp³, nelineární
- kovalentní, 109°28'
- není planární, sp³ hybridizace orbitalů atomu C



Kapitola 3.C

- sp²; nelineární tvar; dva p-orbitaly atomů O, jeden p-orbital atomu N
- O₂²⁻, O₂⁻, O₂, O₂⁺, O₂²⁺
 - a) N₂⁺ b) F₂
 - a) NO: 2,5; NO⁺: 3,0; c) neznamená
b) délka vazby je větší v NO
 - E₁(H₂) > E₁(H); E₁(O₂) < E₁(O);
 - a) N₂⁺ b) CN
 - H₂Se, H₂S, OF₂, ClF₃, SO₂, SF₂
 - a), e), g) převážně iontový charakter
b), c), d), f), h) převážně kovalentní charakter
 - a) ICl b) HCl c) NaCl
 - a) HF, HCl, HBr, HI b) He, Ne, Ar, Cl₂, C₂H₅OH, NaCl
 - a) NaCl b) ZnO c) MgO d) CaO
 - HF, H₂S, CHCl₃, o-, m-C₆H₄Br₂
 - a) NNO b) $\text{N} \equiv \text{N} - \ddot{\text{O}} \rightleftharpoons \overset{\ominus}{\text{N}} = \overset{\oplus}{\text{N}} = \ddot{\text{O}}$; sp
 - 11,7 %
 - HF
 - N₂
 - Mezi molekulami CH₃COOC₂H₅ nemůže docházet ke vzniku intermolekulárních vodíkových můstků jako v případě CH₃COOH.
 - B₂H₆; (BeH₂)_x
 - a) lineární
b) rovinná trojúhelníková, vazebný úhel 120°
c) nelineární, vazebný úhel menší než 120°
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

Kapitola 3.C

- r) rovinná trojúhelníková, vazebný úhel 120°
 s) deformovaný tetraedr
 t) deformovaný tetraedr
 u) nelineární
 v) deformovaný tetraedr
 x) oktaedr
 y) trigonální pyramida
27. NO_2^- , NO_3^- , NO_2 , NO_2^+
28. a) H_2O b) NH_3 c) PF_3
29. a) $[\text{Ar}](3d)^1(3d)^1(3d)^1(3d)^0(3d)^0$; d^2sp^3
 b) $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^2(3d)^1(3d)^0(3d)^0$; d^2sp^3
 c) $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^2(3d)^2(3d)^0(3d)^0$; d^2sp^3
 d) $[\text{Ar}](3d)^2(3d)^1(3d)^1(3d)^1(3d)^1$; sp^3d^2
 e) $[\text{Xe}](5d)^2(5d)^2(5d)^2(5d)^2(5d)^0$; dsp^2
 f) $[\text{Kr}](4d)^2(4d)^2(4d)^2(4d)^2(4d)^2$; sp
30. $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ tetraedr; $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ planární
31. a) $(t_{2g})^1$ c) $(t_{2g})^3(e_g)^1$ e) $(e)^4(t_2)^3$
 b) $(t_{2g})^3$ d) $(t_{2g})^6$ f) $(e_g)^4(a_{1g})^2(b_{2g})^1(b_{1g})^1$
32. $[\text{TiR}_6]^{3+}$
33. $[\text{FeL}_6]^{2+}$ vysokospinový; $[\text{FeR}_6]^{4-}$ nízospinový
34. $(a_{1g})^2(t_{1u})^6(e_g)^4(t_{2g})^4(e_g)^2$
35. červenou

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 | 23. Správné | 24. Správné |

Kapitola 4.1.C

1. $E_k^{\text{st.}}$ je při téže teplotě u všech plynů stejná
 2. 95,83 kPa
 3. 1,615 m

Kapitola 4.1.C

4. Sníží se na 1/4 původního tlaku
 5. 5,88 m³ N₂
 6. 2,875 l
 7. Zvětší se desetkrát
 8. 0,23 MPa
 9. 303,15°C
 10. 1057,6 cm³
 11. a) 14,23 MPa b) = 21,21 MPa
 12. -9,3°C
 13. b)
 14. H₂, He, CO, N₂, O₂, CO₂, SO₂
 15. 19,23 m³ vodního plynu
 16. 0,0294 g Al
 17. 15,73 l H₂
 18. 0,129 l O₂
 19. b)
 20. 59,78 kJ
 21. R = 8,3145 J.mol⁻¹.K⁻¹
 22. 8,3143 J.mol⁻¹.K⁻¹
 23. 6,0205.10²³
 24. Při teplotě 12,19 K
 25. 1,89 l
 26. a) 0,106 cm³ b) 6,4.10¹⁰ l
 27. 527,3 kPa
 28. 28,97
 29. 42,53
 30. N₂O
 31. 28,05; C₂H₄
 32. 156,88 mol O₂
 33. 0,496 kg H₂; 7,13 kg vzduchu
 34. 1,38
 35. 16,13 g H₂O
 36. 1,25 kg.m⁻³
 37. 1,77 g.l⁻¹
 38. 1,8137 kg.m⁻³
 39. C₂H₂
 40. 28,01
 41. C₃H₈
 42. 43,86 kPa

Kapitola 4.1.C

43. $5,19 \cdot 10^9$ molekul O_2
 44. 66,83% CH_4 , 25,05% C_2H_6 , 0,78% H_2 , 7,33% CO_2 , 0,7485 $kg \cdot m^{-3}$
 45. $p(A_2) = 50,66$ kPa, $p(B) = 202,65$ kPa
 46. 1,6 obj.% He, 98,4 obj.% Ar
 47. 64,89 %
 48. $58,7$ cm^3 O_2
 49. a) $x(H_2) = 0,6234$; $x(N_2) = 0,2094$; $x(NH_3) = 0,1672$
 b) $p(H_2) = 62,34$ kPa; $p(N_2) = 20,94$ kPa; $p(NH_3) = 16,72$ kPa
 c) 2,979 l
 d) $V(H_2) = 1,857$ l; $V(N_2) = 0,624$ l; $V(NH_3) = 0,498$ l
 50. 24,50 $g \cdot mol^{-1}$
 51. 0,8313 g Na_2CO_3
 52. XeF_4
 53. $p(Cl_2) = 76,63$ kPa; $p(SO_2) = 76,63$ kPa; $p(SO_2Cl_2) = 49,39$ kPa; $c(Cl_2) = 1,99 \cdot 10^{-2}$ $mol \cdot l^{-1}$; $c(SO_2) = 1,99 \cdot 10^{-2}$ $mol \cdot l^{-1}$; $c(SO_2Cl_2) = 1,28 \cdot 10^{-2}$ $mol \cdot l^{-1}$
 54. 1,142 l CO_2
 55. a) 111,7°C b) 117,6°C
 56. 3,642 MPa
 57. 1,067 m^3 kapalného SO_2
 58. 1,004

Kapitola 4.2.C

1. c)
 2. a)
 3. a) 6, 6 b) kubická plošně centrovaná
 4. $6,022 \cdot 10^{23}$
 5. a) koordin. č. kationtu = 4; koordin. č. aniontu = 8
 b) koordin. č. kationtu = 4; koordin. č. aniontu = 4
 6. a) primitivní kubická b) 8 c) 8 d) primitivní kubická
 e) kubická prostorově centrovaná
 7. $4,85$ $g \cdot cm^{-3}$
 8. a) 2 b) 8 c) $9,53$ cm^3 d) 0,03163 nm^3 e) 0,137 nm
 9. 2 atomy Fe, 4 atomy S
 10. 20,5°
 11. 0,0798 nm
 12. a) 0,1375 nm b) 0,194 nm

Kapitola 4.3.C

1. a) 19,65 cm^3 b) 18,02 cm^3 c) 18,80 cm^3 d) 30,62 l
 2. a) další sublimací ledu b) tání ledu c) nebylo
 3. 3 stupně volnosti v jednofázové dvousložkové soustavě
 4. b) , c)
 5. a)
 6. 0
 7. 101,325 kPa; pára
 8. s = 2 při libovolném poměru $H_2 : O_2$;
 s = 1 při stechiometrickém poměru $H_2 : O_2$
 9. f = 3; s = 2; v = 1

Kapitola 4.D

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 1. Nesprávné | 2. Správné | 3. Správné |
| 4. Správné | 5. Správné | 6. Správné |
| 7. Nesprávné | 8. Správné | 9. Nesprávné |
| 10. Správné | 11. Nesprávné | 12. Správné |
| 13. Nesprávné | 14. Nesprávné | 15. Správné |
| 16. Nesprávné | 17. Nesprávné | 18. Nesprávné |
| 19. Nesprávné | 20. Správné | 21. Správné |
| 22. Nesprávné | 23. Nesprávné | 24. Nesprávné |
| 25. Nesprávné | 26. Správné | 27. Správné |
| 28. Nesprávné | 29. Nesprávné | 30. Nesprávné |
| 31. Správné | 32. Správné | 33. Správné |
| 34. Správné | 35. Správné | 36. Nesprávné |
| 37. Nesprávné | 38. Nesprávné | |

Kapitola 5.1.C

1. 17,36 %
 2. a) 200 g 6 % roztoku NaCl b) 192,1 cm^3 6 % roztoku NaCl
 3. 24 %
 4. 182,1 g $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$; 380,1 cm^3 H_2O
 5. 794,1 g cukru
 6. 0,5889 g H_2SO_4
 7. 12,94 g $NaNO_3$
 8. 58,64 cm^3 50 % roztoku HNO_3
 9. 16,11 cm^3 96 % H_2SO_4 , 27,20 cm^3 H_2O
 10. a) 400 cm^3 C_2H_5OH b) 315,72 g C_2H_5OH

Kapitola 5.1.C

11. 75,18 obj. %
12. 20,93 %
13. 28 %
14. 146,4 cm³ H₂O; 325,8 cm³
15. 22,65 %
16. 133,8 g NaCl; 1049,4 cm³
17. 289,6 g BaCl₂·2H₂O
18. 105,75 g; 74,25 cm³ H₂O
19. 28,21 cm³
20. a) 3 : 5 b) 1 : 1,7653
21. 129,3 cm³ 96 % roztoku H₂SO₄ a 902,0 cm³ H₂O
22. 190,0 cm³ 5 % roztoku HNO₃
23. 10,50 %; 10,74 l HCl
24. 119,7 cm³ 96 % roztoku H₂SO₄
25. 0,5075 mol HNO₃; 31,9790 g HNO₃; 12,0 %
26. a) 61,07 g BaCl₂·2H₂O b) 122,14 g BaCl₂·2H₂O
27. 1,304 M
28. 22,0 %
29. 24,5153 g K₂Cr₂O₇
30. a) 0,02 M b) 0,066 M
31. 0,001 M
32. 49,06 cm³ 0,356 M roztoku FeCl₃
33. 2,5 M
34. 1,5013 g CH₃COOH
35. 0,8 M
36. 153,8 cm³ 1,5 M roztoku
37. x(CH₃COCH₃) = 0,1667; x(C₂H₅OH) = 0,2500; x(H₂O) = 0,5833
38. x(Na₂SO₄) = 0,0063; x(H₂O) = 0,9937
39. 1,83 M; 1,90 m
40. 27,83 cm³ 96 % roztoku H₂SO₄
41. 13,11 cm³ 50 % roztoku NaOH
42. 16 %
43. 18,0 %; 2,94 m
44. 11,207 l NH₃
45. 0,6735 g HA
46. 16,35 %
47. 0,0496 g As₂O₃
48. 499,06 cm³ 0,125 M roztoku KOH
49. 0,128 M

Kapitola 5.1.C

50. 400,5 cm³
51. 1,685 M
52. 1,41 M
53. 17,96 cm³ 0,05 M roztoku (COOH)₂
54. 1,002 m
55. 21,91 %
56. 11,64 M; 15,43 m
57. x(C₂H₅OH) = 0,2811; 9,92 M; 21,71 m
58. 1,42 m; 18,07 %
59. 10,0 %; 1,051 M
60. 0,5 M
61. 800 cm³ 0,125 M roztoku H₂SO₄
62. 56,82 cm³ 1,1 M roztoku HCl
63. 90,04 g·mol⁻¹
64. 40,0 cm³ 0,25 M roztoku H₂SO₄
65. 9,72 : 1
66. 3,3455 g AgI
67. 38,87 g K₂CrO₄
68. 54,20 g K₂Cr₂O₇
69. 36,20 g A; 26,58 %
70. 10,82 g K₂SO₄; 97,35 cm³ H₂O
71. 112,6 cm³ H₂O
72. 1,43 %; 0,991 g NH₄Cl
73. 20,24 %; 6,10 M
74. 98,74 %
75. 99,45 %
76. 98,04 %
77. 675,2 cm³ H₂O; 65,97 %
78. 56,88 g KHSO₄
79. 0,9935 l H₂O; 294,6 g KAl(SO₄)₂·12H₂O

Kapitola 5.2.C

1. 3766,4 Pa
2. 357,8
3. p(hexanu) = 6,79 kPa; p(heptanu) = 4,05 kPa
4. 125,13
5. Přibližné 1 : 3
6. - 0,815°C; 100,23 °C